

Modulhandbuch

Bachelorstudiengang

Wasserstofftechnik



Fakultät Maschinenbau

Ignaz-Schön-Str. 11

97421 Schweinfurt

Basis: Studien- und Prüfungsordnung des Bachelorstudiengangs Wasserstofftechnik
in der Fassung vom 26.05.2021

Inhaltsverzeichnis

1 Studienverlaufsplan.....	4
Studienverlaufsplan des Bachelorstudiengangs Wasserstofftechnik	4
2 Erster Studienabschnitt - Grundlagenmodule, 1. bis 2. Semester	5
Ingenieurmathematik 1.....	5
Ingenieurmathematik 2.....	9
Thermodynamik 1	12
Thermodynamik 2	14
Chemie, Elektrochemie	17
Physik.....	19
Werkstofftechnik 1.....	21
Werkstofftechnik 2.....	23
Grundlagen Mechanik	25
Anlagen und Behälter 1.....	27
Informatik, Digitalisierung, Automatisierung.....	29
Elektrotechnik	31
3 Zweiter Studienabschnitt – vertiefende Module, 3. bis 5. Semester	33
Regenerative Energie und Energiewirtschaft.....	33
Strömungsmechanik.....	36
Steuerungs- und Regelungstechnik in Wasserstoffanlagen	38
Messtechnik in Wasserstoffanlagen	40
Prozessauslegung und -simulation.....	42
Wasserstoffsicherheit.....	45
Wasserstofferzeugung.....	47
Brennstoffzelle	49
Wasserstoffspeicherung, -transport und -verteilung.....	51
Anlagen und Behälter 2.....	53
Systematische Anlagenauslegung	55
Innovations-, Entwicklungsprozesse, Gründen	58
Computational Fluid Dynamics (CFD).....	60
Chemische Stoffumwandlung mit Wasserstoff.....	62
Anlagenbetrieb	64

Allgemeinwissenschaftliches Wahlpflichtmodul (AWPM)	66
4 Dritter Studienabschnitt – Anwendung und Praxis, 6. und 7. Semester	68
Ingenieurwissenschaftliches Seminar	68
Praxismodul	70
Anwendungsprojekt	72
Technisches Praktikum	74
Ethik, Kostenrechnung	76
Bachelorarbeit	78
5 Zweiter Studienabschnitt - Fachwissenschaftliche Wahlpflichtmodule (FWPM), 4. und 5. Semester	80
Fachwissenschaftliches Wahlpflichtmodul (FWPM) 1	80
Fachwissenschaftliches Wahlpflichtmodul (FWPM) 2	82
Katalog der Lehrveranstaltungen für die Module 24 (FWPM 1) und 30 (FWPM 2).....	84
Flugtechnik – 24.01	85
Qualitätsmanagement und Fertigungstechnik - 24.02.....	86
Sondergebiete der Verbrennungsmotoren – 24.03	87
Verbrennungstechnik – 24.04	89
Wälzlageranwendungen - 24.05.....	91
Werkstoffe in der Schweißtechnik – 24.06	92
Produktionssystematik – 24.07	93
Datenanalyse für Ingenieure – 24.08	94
Additive Fertigung von metallischen Bauteilen – 30.01.....	95
Akustik- 30.02	97
Einführung in die Finite Elemente Methode (FEM) – 30.03.....	99
Marketing/Technischer Vertrieb – 30.04	101
Maschinelles Lernen - 30.05.....	102
Signale und Systeme – 30.06.....	104
Systematische Materialauswahl im Entwicklungsprozess – 30.07.....	105
Werkstoffe und Fertigungsverfahren im Karosseriebau – 30.08	106
Systematische Untersuchung technischer Schadensfälle – 30.09	107

1 Studienverlaufsplan

Studienverlaufsplan des Bachelorstudiengangs Wasserstofftechnik

Struktur und modularer Aufbau (bezogen auf CP)

		ECTS Credit Points																																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30													
Semester	1	Ingenieurmathematik 1					Thermodynamik 1					Chemie, Elektrochemie					Werkstofftechnik 1					Grundlagen Mechanik					Informatik, Digitalisierung, Automatisierung																	
	2	Ingenieurmathematik 2					Thermodynamik 2					Physik					Werkstofftechnik 2					Anlagen und Behälter 1					Elektrotechnik																	
	3	Regenerative Energie und Energiewirtschaft					Strömungsmechanik					Steuerungs- und Regelungstechnik in Wasserstoffanlagen					Messtechnik in Wasserstoffanlagen					Prozessauslegung und -simulation					Wasserstoffsicherheit																	
	4	Wasserstofferzeugung					Brennstoffzelle					Wasserstoffspeicherung, -transport und -verteilung					Anlagen und Behälter 2					Systematische Anlagenauslegung					FWPM 1																	
	5	Innovations-, Entwicklungsprozesse, Gründen					Computational Fluid Dynamics (CFD)					Chemische Stoffumwandlung mit Wasserstoff					Anlagenbetrieb					AWPM					FWPM 2																	
	6	Ingenieurwissenschaftliches Seminar					Praxismodul																																					
	7	Anwendungsprojekt										Technisches Praktikum			Ethik, Kostenrechnung					Bachelorarbeit																								

2 Erster Studienabschnitt - Grundlagenmodule, 1. bis 2. Semester

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 1			
Ingenieurmathematik 1			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 90 h Präsenz (6 SWS) 30 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Storath			
Lehrperson(en):			
Prof. Dr. Storath			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 1. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Ingenieurmathematik 2 (7), Physik (9), Grundlagen Mechanik (5), Thermodynamik 1 und 2 (2, 8), Elektrotechnik (12)		
Baut auf Modul(en) auf:	keine		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Schulkenntnisse in Mathematik, insbesondere: Mengen, reelle Zahlen, Grenzwerte, reelle Funktionen und ihre grundlegenden Eigenschaften, trigonometrische Funktionen, Polynomfunktionen, gebrochen rationale Funktionen, Exponentialfunktion, Logarithmusfunktion, Faktorisierung von Polynomen, analytische Geometrie			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet der Fakultät veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">• lösen Ausdrücke mit Summenzeichen auf und berechnen die Summenwerte.• beherrschen die grundlegenden Rechenregeln des Summenzeichens und berechnen die Binomialkoeffizienten.• erklären die grundlegenden Begriffe einer komplexen Zahl wie Realteil, Imaginärteil, Betrag und Phase.• tragen eine komplexe Zahl in der Gaußschen Zahlenebene ein.• rechnen zwischen Polarform und algebraischer Normalform um.• wenden die Eulersche Formel an.• beherrschen die Grundrechenarten (Addition, Multiplikation, Division) für komplexe Zahlen.• berechnen komplexe Nullstellen eines quadratischen Polynoms (Mitternachtsformel).			

- berechnen Potenzen im Komplexen.
- erklären den Fundamentalsatz der Algebra.
- erklären den Begriff des Vektors im \mathbb{R}^n .
- zeichnen Vektoren in der Ebene und im Raum ein.
- addieren, subtrahieren und skalarmultiplizieren Vektoren graphisch.
- erklären den Begriff der Basis und der Dimension im \mathbb{R}^n .
- bestimmen, ob Vektoren im \mathbb{R}^n linear abhängig oder unabhängig sind.
- rechnen Vektoren in eine andere Basis um und erklären den Begriff der Orthonormalbasis.
- addieren, subtrahieren und skalarmultiplizieren Vektoren algebraisch.
- berechnen den Betrag eines Vektors und normieren einen Vektor.
- stellen sich die Dreiecksungleichung geometrisch vor.
- berechnen das Skalarprodukt und das Kreuzprodukt zweier Vektoren.
- erklären die geometrische Bedeutung des Kreuzprodukts (Orthogonalität und Flächeninhalt des Parallelogramms).
- erklären den Zusammenhang von Winkeln und Skalarprodukt und berechnen Winkel mit Hilfe des Skalarprodukts.
- berechnen Projektionen auf einen Vektor und orthogonale Zerlegungen.
- lösen lineare Gleichungssysteme (LGS) mit dem Gaußschen Eliminationsverfahren.
- lösen LGS mit Parametern.
- bestimmen, wann ein LGS eindeutig, mehrdeutig oder nicht lösbar ist.
- verstehen eine Matrix als lineare Abbildung zwischen zwei Vektorräumen.
- benennen spezielle Matrizentypen, z. B. Einheitsmatrix, quadratische Matrix, Diagonalmatrix.
- transponieren Matrizen und wenden die grundlegenden Rechenregeln der Transposition an.
- führen die Matrix-Vektor-Multiplikation aus und multiplizieren zwei Matrizen miteinander.
- nutzen Matrizenmultiplikation, um geometrische Operationen durchzuführen, z. B. Drehungen und Streckungen im \mathbb{R}^2 und \mathbb{R}^3 .
- berechnen die Determinante einer $n \times n$ Matrix und wenden grundlegende Rechenregeln für die Determinante an.
- erklären die geometrische Bedeutung der Determinante.
- bestimmen die eindeutige Lösbarkeit von LGSen mit Hilfe der Determinante.
- berechnen die Inverse einer Matrix und erklären den Zusammenhang zwischen der Inversen und der Lösung des zugehörigen linearen Gleichungssystems.
- formulieren LGS in Matrixschreibweise.
- bestimmen den Rang von Matrizen und bestimmen anhand des Rangs das Lösungsverhalten von LGSen.
- verstehen den Ableitungsbegriff als Grenzwert der Tangentensteigung (Differentialquotient).
- verstehen den Ableitungsbegriff als Kriterium für die Existenz einer Tangente an den Graphen einer Funktion.
- verstehen den Ableitungsbegriff als lokales Änderungsverhalten einer Funktion (Differential).
- approximieren differenzierbare Funktionen lokal durch ihre Tangente (Linearisierung).
- wissen die Ableitungen der elementaren Funktionen und können einfache Funktionen ableiten, die aus elementaren Funktionen zusammengesetzt sind.
- wenden die Regeln zur Bestimmung der Ableitung von Umkehrfunktionen an.
- bestimmen die Gleichung der Tangente einer Funktion an einer Stelle.
- bestimmen Taylorpolynome einfacher Funktionen und verstehen Taylorpolynome als lokale Approximation von Funktionen.
- berechnen mit Hilfe des Newton-Verfahrens Nullstellen nichtlinearer Funktionen.
- bestimmen einfache Grenzwerte von Funktionen durch (evtl. wiederholtes) Anwenden der Regel von de l'Hospital.
- bestimmen mit hinreichenden Kriterien über die Ableitungen Extremwerte differenzierbarer Funktionen.
- verstehen bestimmte Integral als infinitesimale Summation.

- verstehen das bestimmte Integral als orientierten Flächeninhalt unter einer Kurve und nutzen das Integral als Möglichkeit zur Mittelwertbildung.
- verstehen die Differentiation als Umkehrung der unbestimmten Integration und wenden den Hauptsatz der Infinitesimalrechnung an.
- wissen Stammfunktionen einfacher elementarer Funktionen.
- wenden einfache Regeln zur Integration an (Additivität, Konstanten, Rolle der Grenzen etc.).
- bestimmen für einfache Funktionen Stammfunktionen mit den Integrationsmethoden (Integration durch Substitution, lineare Substitution, partielle Integration, spezielle Ableitungsregeln für (f, f')).
- integrieren einfache gebrochenrationale Funktionen durch Partialbruchzerlegung.
- verstehen Integrale mit uneigentlichen Grenzen als Grenzwerte von bestimmten Integralen.

Inhalt

- Komplexe Zahlen
 - Grundlagen
 - Darstellungsformen
 - Komplexe Rechnung
- Vektorrechnung
 - Begriff des Vektors
 - Graphische Darstellung
 - Basis
 - Grundlegende Rechenoperationen
 - Kreuzprodukt
 - Skalarprodukt
- Matrizenrechnung
 - Lineare Gleichungssysteme
 - Begriff der Matrix
 - Multiplikation
 - Determinante
 - Inverse
 - Matrizen und lineare Gleichungssysteme
- Differentialrechnung
 - Der Begriff der Ableitung
 - Ableitungen elementarer Funktionen
 - Ableitungsregeln (Summen-, Produkt-, Quotienten-, Kettenregel, Potenzen mit Variablen in Basis und im Exponenten)
 - Linearisierung und Tangente
 - Taylorpolynome
 - Newton-Verfahren zur Nullstellenbestimmung
 - Regel von Bernoulli-de l'Hospital
 - Extremwertbestimmung
- Integralrechnung
 - Der Begriff des bestimmten Integrals
 - Unbestimmte Integrale und Hauptsatz
 - Stammfunktionen elementarer Funktionen
 - Grundregeln
 - Integrationsmethoden
 - Partialbruchzerlegung
- Uneigentliche Integrale

Literatur und weitere Lernangebote

- P. Stingl, *Mathematik für Fachhochschulen*. Technik und Informatik. Hanser, 2009
- A. Fetzter und H. Fränkel, *Mathematik 1*. Berlin: Springer, 2007
- A. Fetzter und H. Fränkel, *Mathematik. Lehrbuch für Fachhochschulen, Band 2*. Berlin: Springer, 2012
- K. Meyberg und P. Vachenauer, *Höhere Mathematik 1*. Berlin: Springer, 2003
- L. Papula, *Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 1*. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014
- L. Papula, *Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 2*. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015
- L. Papula, *Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Klausur- und Übungsaufgaben*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2010
- T. Westermann, *Mathematik für Ingenieure*. Berlin: Springer, 2015
- S. Goebbels, S. Ritter, *Mathematik verstehen und anwenden*. Springer Verlag, 2013

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 7			
Ingenieurmathematik 2			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Makowski			
Lehrperson(en): Prof. Dr. Makowski			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Ingenieurmathematik 2		Seminaristischer Unterricht, Übung, Praktikum	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 1. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):		Thermodynamik 2 (8), Elektrotechnik (12)	
Baut auf Modul(en) auf:		Ingenieurmathematik 1 (1)	
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Ingenieurmathematik 1 (1)			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">nennen die Anwendungen von Funktionen mehrerer reeller Veränderlicher.geben den Begriff der Richtungsableitung wieder, interpretieren ihn geometrisch und berechnen Richtungsableitungen.lösen einfache Extremwertaufgaben bei Funktionen mehrerer Veränderlicher.charakterisieren das lokale Verhalten solcher Funktionen mit Hilfe der Begriffe der Differentialrechnung.berechnen Integrale über zwei- und dreidimensionale Bereiche.beurteilen, ob der Einsatz von kartesischen, Kugel- oder Zylinderkoordinaten sinnvoll ist und berechnen ggf. Die Integrale mit Hilfe dieser Techniken.lösen Anwendungsaufgabe solcher Integrale in der Mechanik (Schwerpunkt, Flächenmomente, Trägheitsmomente etc.)nennen Anwendungsbeispiele gewöhnlicher Differentialgleichungen (DGLen) für die Formulierung und Lösung physikalisch-technischer Aufgabenstellungen (Mechanik, Elektrotechnik).nennen die allgemeine Definition einer gewöhnlichen DGL in expliziter und impliziter Form und geben den zugehörigen Lösungsbegriff von Anfangswertproblemen an.Visualisieren DGLen 1. Ordnung mit Hilfe von Richtungsfeldern und leiten damit das grundsätzliche Verhalten der Lösung ab.			

- bewerten Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen zu gegebenen Anfangswertproblemen mit Hilfe der Sätze von Peano und Picard-Lindelöf.
- Klassifizieren Differentialgleichungen und wählen darauf basierend die Lösungsmethode aus.
- lösen (trennbare) DGL mit getrennten Veränderlichen.
- erkennen lineare DGL und geben die allgemeinen Lösungseigenschaften im homogenen und inhomogenen Fall an.
- lösen lineare DGL mit konstanten Koeffizienten im homogenen und inhomogenen Fall (charakteristisches Polynom, Variation der Konstanten, Ansatzmethode).
- geben den Begriff eines DGL-Systems wieder und nennen dessen geometrische Interpretation sowie den Zusammenhang zwischen DGL-Systemen 1. Ordnung und DGL höherer Ordnung.
- berechnen Eigenwerte und Eigenvektoren quadratischer Matrizen.
- lösen lineare DGL-Systeme 1. Ordnung mit konstanten Koeffizienten (Eigenwertmethode, Variation der Konstanten).
- geben den allgemeinen Begriff einer parametrisierten Kurve sowie die damit zusammenhängenden Begriffe Geschwindigkeitsvektor, Beschleunigungsvektor und Bogenlänge wieder.
- geben die Darstellungsformen ebener Kurven wieder und berechnen Tangente, Normale, Krümmung und Bogenlänge.

Inhalt

- Mehrdimensionale Differentialrechnung
 - Partielle Ableitung
 - Gradient, Jacobi-Matrix
 - Richtungsableitung
 - Satz von Schwarz
 - Mehrdimensionale Taylor-Polynome
 - Totales Differential
 - Tangentialebene
 - Implizites Differenzieren
 - Hesse-Matrix
- Mehrdimensionale Integralrechnung
 - Integration über mehrdimensionale Bereiche
 - Koordinatensysteme und zugehörige Transformationen
 - Satz von Fubini
- Gewöhnliche Differentialgleichungen
 - Begriff und Bedeutung
 - Richtungsfelder
 - Existenz und Eindeutigkeit
 - Trennbare DGL
 - Lineare DGL
 - Lineare DGL mit konstanten Koeffizienten
 - DGL-Systeme
 - Eigenwerte und Eigenvektoren
 - Lineare DGL-Systeme mit konstanten Koeffizienten
- Kurven
 - Grundbegriffe (Tangente, Bogenlänge, Krümmung)
 - Ebene Kurven

Literatur und weitere Lernangebote

- P. Stingl, *Mathematik für Fachhochschulen*. Technik und Informatik. Hanser, 2009
- A. Fetzer und H. Fränkel, *Mathematik 1*. Berlin: Springer, 2007
- A. Fetzer und H. Fränkel, *Mathematik. Lehrbuch für Fachhochschulen, Band 2*. Berlin: Springer, 2012
- K. Meyberg und P. Vachenauer, *Höhere Mathematik 1*. Berlin: Springer, 2003
- L. Papula, *Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 1*. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 2			
Thermodynamik 1			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr.-Ing. Blotevogel			
Lehrperson(en): Prof. Dr.-Ing. Blotevogel			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Thermodynamik 1		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 1. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Thermodynamik 2 (8), Regenerative Energie und Energiewirtschaft (13), Strömungsmechanik (14), Prozessauslegung und -simulation (17), Wasserstoffsicherheit (18), Wasserstofferzeugung (19), Brennstoffzelle (20), Wasserstoffspeicherung, -transport und -verteilung (21), Systematische Anlagenauslegung (23), Chemische Stoffumwandlung mit Wasserstoff (27), Anlagenbetrieb (28)		
Baut auf Modul(en) auf:	Ingenieurmathematik 1 (1)		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Schulkenntnisse Höhere Mathematik und Physik			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">zählen die wesentlichen Begriffe und Zusammenhänge im Bereich der Thermodynamik auf und definieren diese, insbesondere die Prozessgrößen Wärme und Arbeit sowie die thermischen und kalorischen Zustandsgrößen.schreiben die wesentlichen Grundgleichungen (z.B. erster Hauptsatz der Thermodynamik) auf.beschreiben die Unterschiede zwischen den Begriffen Wärme, Temperatur und innere Energie.verwenden die korrekte Fachterminologie in Gruppendiskussionen sowie bei Fragen und beurteilen sich gegenseitig bezüglich des korrekten Gebrauchs der Fachterminologie.beschreiben das Stoffmodell „Ideales Gas“ und benennen die Einschränkungen und Randbedingungen bei der Verwendung dieses Stoffmodells.berechnen thermische und kalorische Zustandsgrößen sowie Prozessgrößen bei Zustandsänderungen des idealen Gases.			

- geben den prinzipiellen Aufbau von links- und rechtsläufigen Kreisprozessen an und definieren passende Bewertungskennzahlen zur Beschreibung dieser Prozesse.
- berechnen bei Kreisprozessen thermische und kalorische Zustandsgrößen, Prozessgrößen, weitere Größen (z.B. Drehzahlen, Leistungen) und Bewertungskennzahlen und wenden dazu die einzelnen methodischen Schritte zur Berechnung und Analyse von Kreisprozessen an.
- analysieren Kreisprozesse mit dem Arbeitsmittel „Ideales Gas“ auf wesentliche Einflussgrößen.
- beschreiben reale technische Systeme und Maschinen, die mit diesen Kreisprozessen modelliert werden können.
- beurteilen bei Kreisprozessen die Berechnungsgüte (z.B. Vereinfachungen, Annahmen) und die Modellgüte (Abweichungen Kreisprozess zu realer Maschine).
- bewerten Prozesse und reale technische Systeme hinsichtlich ihrer Eignung und Güte und schlagen Verbesserungen vor.
- analysieren Aufgabenstellungen aus der Ingenieurpraxis, entwickeln daraus Teilfragestellungen, treffen sinnvolle, physikalisch plausible Annahmen (z.B. bei unvollständigen Daten) und lösen die Teilfragestellungen.
- benutzen das Prinzip der „Murmelgruppe“, um Antworten auf die Fragen des Lehrenden in den Lehrveranstaltungsstunden zu erarbeiten.
- bewerten verschiedene Möglichkeiten, wie das sorgfältige und gleichzeitig schnelle Bearbeiten von Aufgaben trainiert werden kann, und filtern die geeignetste Methode für sich heraus.

Inhalt

- Erhaltungssätze der Thermodynamik, thermische und kalorische Zustandsgrößen von Stoffen sowie Prozessgrößen
- Wesen und Zusammenhänge von Energie (als Oberbegriff) sowie der Energieformen Wärme und Arbeit
- Methodik zur Bearbeitung thermodynamischer Aufgabenstellungen
- Stoffmodell „Ideales Gas“ und das Verhalten von idealen Gasen
- Spezielle (idealisierte) Zustandsänderungen von idealen Gasen
- Links- und rechtsläufige Kreisprozesse mit dem Arbeitsmittel „ideales Gas“ (z.B. Carnot-, Joule-, Ericsson-, Stirling-, Otto-, Diesel-, Seiligerprozess)
- Einführung in Aufbau und Wirkungsweise von Kraft- und Arbeitsmaschinen
- Einführung in das Verhalten von Maschinen unter realen Bedingungen

Literatur und weitere Lernangebote

- D. Labuhn und O. Romberg, Keine Panik vor Thermodynamik, 6. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2012.
- H. D. Baehr und S. Kabelac, Thermodynamik: Grundlagen und technische Anwendungen, 16., aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2016.
- G. Cerbe und G. Wilhelms, Technische Thermodynamik: Theoretische Grundlagen und praktische Anwendungen, 18., überarbeitete Auflage. München: Hanser, 2017.
- H. Herwig, C. Kautz und A. Moschallski, Technische Thermodynamik: Grundlagen und Anleitung zum Lösen von Aufgaben, 2., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2016.
- W. Heidemann, Technische Thermodynamik: Grundkurs für das Bachelorstudium. Weinheim: Wiley VCH, 2016.
- Online-Tests und JiTE-Aufgaben im eLearning-System der Hochschule
- Interaktive Simulationen zum Thema „Ideales Gas“ auf der PhET-Webseite, z.B. https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_en.html

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 8			
Thermodynamik 2			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr.-Ing. Paulus			
Lehrperson(en): Prof. Dr.-Ing. Paulus			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Thermodynamik 1		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 2. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Prozessauslegung und –simulation (17), Wasserstoffsicherheit (18), Wasserstofferzeugung (19), Brennstoffzelle (20), Wasserstoffspeicherung, -transport und –verteilung (21), Anlagen und Behälter 2 (22), Computational Fluid Dynamics (CFD) (26), Chemische Stoffumwandlung mit Wasserstoff (27), Anlagenbetrieb (28), Anwendungsprojekt (33)		
Baut auf Modul(en) auf:	Ingenieurmathematik 1 (1), Thermodynamik 1 (1)		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Schulkenntnisse Höhere Mathematik und Physik			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden schreiben auf und erklären anhand von Skizzen und Diagrammen			
<ul style="list-style-type: none">den Zusammenhang von Wärme, Arbeit und Energie für offene und geschlossene Systeme.die thermodynamische Potentiale.das Verhalten von realen Stoffen beim Phasenübergang.die Grundbegriffe der Wärmeübertragung.den prinzipiellen Aufbau von links- und rechtläufigen Kreisprozessen.Maschinen, die mit Vergleichsprozessen realisiert werden.Wärme- und Arbeitsdiagramme.die prinzipielle Funktionsweise von Apparaten zur Erzeugung und energetischen Nutzung von Wasserstoff.die Gleichung der Erhaltungssätze der Thermodynamik.die Gleichungen der thermischen und kalorischen Zustandsgrößen.die Gleichungen für Zustandsänderungen von realen Stoffen sowie deren Mischungen.			

- die Vergleichsgrößen zur Beschreibung der Güte von Maschinen, die mit Vergleichsprozessen realisiert werden.
- die Grundgleichungen der Wärmeübertragung
- die einzelnen Mechanismen, Wärmeleitung, natürliche und erzwungene Konvektion, Wärmestrahlung und Wärmedurchgang.

Die Studierenden

- wenden die Grundgleichungen und Zusammenhänge auf Übungsaufgaben und technische Problemstellungen an.
- modellieren und berechnen Veränderungen thermodynamischer Systeme.
- modellieren und berechnen thermodynamischer Kreisprozesse mit dem Arbeitsmittel „realer Stoff mit Phasenänderung“.
- modellieren wärmetechnische Aufgabenstellungen und lösen diese analytisch.
- hinterfragen Lösungen zu thermodynamischen und wärmetechnischen Aufgabenstellungen kritisch.
- bewerten Prozesse und Maschinen hinsichtlich Ihrer Eignung und Güte.
- schlagen Verbesserungen von Prozesse und Maschinen vor.
- ordnen die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Teilgebieten der Thermodynamik und Wärmeübertragung und deren gegenseitige Wechselwirkungen ein.
- bewerten den Einfluss von Randbedingungen, Prozessgrößen und Wechselwirkungen.
- lösen komplexe Aufgabenstellungen, indem sie diese in Teilfragenstellungen separieren und lösen.
- lösen komplexe thermodynamische und wärmetechnische Aufgabenstellungen aus der Ingenieurpraxis.
- beurteilen Anlagen und technische Systeme.
- entwickeln neue Systeme, Anlagen, Komponenten und Bauteile thermodynamische und wärmetechnisch richtig

Inhalt

- Wiederholung sowie Vertiefung von ausgewählten Grundlagen der Thermodynamik
 - Erhaltungssätze der Thermodynamik, Zustandsgrößen von Stoffen sowie Fundamentalgrößen,
 - Verhalten von idealen und realen Stoffen
 - Zusammenhänge von Wärme, Arbeit und Energie
- Einführung in Zustandsänderungen von realen Stoffen unter realen Bedingungen
- Einführung in die Thermodynamik der Gemische am Beispiel feuchte Luft
- Links- und rechtläufige Kreisprozesse mit dem Arbeitsmittel „realer Stoff mit Phasenänderung“ (Clausius-Rankine- und Kaltdampfprozess)
- Einführung in Aufbau und Wirkungsweise von Kraft- und Arbeitsmaschinen und in das Verhalten von Maschinen unter realen Bedingungen
- Grundlagen der Wärmeübertragung
 - Stationäre und instationäre Wärmeleitung
 - Wärmeübergang und Konvektion
 - Wärmeübergang durch Strahlung
 - Wärmedurchgang
- Anwendungen der Grundlagen der Wärmeübertragung an Hand von Problemen aus dem ingenieurtechnischen Alltag, Idealisierung von realen wärmetechnischen Aufgabenstellungen
- Einführung in die Wasserstofftechnik
 - Einführung in die Erzeugung von Wasserstoff am Beispiel von PEM-Elektrolyseuren
 - Einführung in die energetische Nutzung von Wasserstoff am Beispiel von PEM_Brennstoffzellen

Literatur und weitere Lernangebote

- H. D. Baehr und S. Kabelac, *Thermodynamik: Grundlagen und technische Anwendungen*, 16., aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2016.
- G. Cerbe und G. Wilhelms, *Technische Thermodynamik: Theoretische Grundlagen und praktische Anwendungen*, 18., überarbeitete Auflage. München: Hanser, 2017.
- H. D. Baehr und K. Stephan, *Wärme- und Stoffübertragung*, 8. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2013.
- H. Herwig, C. Kautz und a. Moschallski, *Technische Thermodynamik: Grundlagen und Anleitung zum Lösen von Aufgaben*, 2., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2016.
- W. Wagner, *Wärmeübertragung*, 4. Auflage. Würzburg: Vogel Fachbuch Verlag, 2011.
- P. Kurzweil, *Brennstoffzellentechnik*, 3. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2016.
- G. Reich, *Regenerative Energietechnik*, 2. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2018.
- Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 3			
Chemie, Elektrochemie			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Kobus			
Lehrperson(en):			
Prof. Dr. Kobus			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Chemie / Elektrochemie		Seminaristischer Unterricht, Übung, Praktikum	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 1. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):		Alle technischen Module	
Baut auf Modul(en) auf:		-----	
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Schulkenntnisse Physik, Chemie, Mathematik			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">• bewerten Atome bezüglich ihrer Fähigkeit metallische, ionische oder kovalente Bindungen einzugehen.• benennen den Unterschied zwischen einer Säure und einer Base und ordnen den pH-Wert richtig zu.• analysieren die Polarität von Molekülen ausgehend von der chemischen Struktur und identifizieren in einem polaren Molekül die partiell positiven und negativen Bereiche.• weisen in einer Redox-Reaktion den beteiligten Elementen die korrekten Oxidationsstufen zu.• Bewerten den Redox-Vorgang gemäß der elektrochemischen Spannungsreihe• erläutern den Unterschied zwischen einer exothermen und einer endothermen Reaktion, sowie den Einfluss des Katalysators auf den Reaktionsverlauf.• Berechnen die Standard Reaktionsenthalpie, sowie Freie Enthalpie für einzelne Moleküle mit Hilfe von Tabellenwerken• Berechnen das resultierende Potential einer Redox-Reaktion in Abhängigkeit von den Konzentrationen/ Partialdrücken der Reaktanden ⇔ Anwenden der Nernst Gleichung• Stellen Redox-Reaktionsgleichungen für verschiedene Brennstoffzellen-Reaktionen auf.• Benennen die gängigen Metalle und Matrix-Materialien für alkalische und saure Brennstoffzellen, sowie die typischen Elektroden- und Elektrolytgifte, wie CO2, CO, Cl-Ionen• Erläutern das Elektrochemische Grundprinzip einer alkalischen, einer PEM-Brennstoffzelle und eines Elektrolyseur			

Inhalt

- Atomaufbau und das Periodensystem
- Bindungstypen (kovalente, ionische, Metallbindung)
- Grundlagen der Oxidationschemie
- Säure-Base Konzept
- Redox-Reaktionen
- Einführung in die chemische Thermodynamik und Elektrochemie
- Elektrochemie der Brennstoffzelle-Typen
- Chemie des Wasserstoffs

Literatur und weitere Lernangebote

- G. Kickelbick, Chemie für Ingenieure, 1. Auflage, München: Addison-Wesley Verlag, 2008
- P. Kurzweiler, Angewandte Elektrochemie, 1. Auflage, Wiesbaden: Springer-Vieweg, 2020
- P. Kurzweiler, Brennstoffzellentechnik, 3. Auflage, Wiesbaden: Springer-Vieweg, 2016
- J. Töpler, J. Lehmann, Wasserstoff und Brennstoffzelle, 1. Auflage, Wiesbaden: Springer-Vieweg, 2014

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 9			
Physik			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Mark			
Lehrperson(en):			
Prof. Dr. Mark, Prof. Dr. Motzek, Prof. Dr. Seufert, Prof. Dr. Walter, Prof. Dr. Kobus			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Physik		Seminaristischer Unterricht, Übung, Praktikum	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 2. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):		Thermodynamik 2 (8), Praxismodul (32), Bachelorarbeit (36)	
Baut auf Modul(en) auf:			
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Schulkenntnisse Physik			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">• zählen die physikalischen Grundbegriffe der Themenfelder „Wellen“, „Quantenphysik“ und „Statistische Thermodynamik“ auf.• geben die wesentlichen Grundgleichungen der genannten Themenfelder wieder.• führen auf Basis dieser Gleichungen Berechnungen durch.• wenden die durch die Gleichungen ausgedrückten quantitativen Zusammenhänge auf technische Systeme an.• erläutern die Bedeutung der Grundbegriffe und Gleichungen anhand von Beispielanwendungen.			

Inhalt

- Allgemeine Eigenschaften von Wellen in linearen Medien (Superpositionsprinzip, Huygenssches Prinzip)
- Wellenfunktionen von harmonischen Wellen in ein- und mehrdimensionalen Systemen
- Interferenzeffekte bei der Überlagerung von Wellen (inkl. Brechung von Wellen)
- Eigenschwingungen in eindimensionalen Systemen
- Physikalische Beschreibung Schallwellen und an der physiologischen Wahrnehmung orientierte Quantifizierung von Lautstärke
- Grundlagen der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen und deren Wechselwirkung mit Materie
- Beschreibung elektromagnetischen Wellen im Teilchenbild (Photonen)
- Grundlagen des Aufbaus von Atomen und gequantelte Abgabe und Aufnahme von Energie
- Bedeutung der Energiequantelung für die Wärmestrahlung (Schwarzer Körper)
- Grundlagen der Statistischen Thermodynamik (atomistische Herleitung der Zustandsgleichung des Idealen Gases, Diffusionsprozesses, Entropie als statistische Größe)

Literatur und weitere Lernangebote

- E. Hering, R. Martin und M. Stohrer, Physik für Ingenieure, 12. Auflage. Berlin: Springer Vieweg, 2016.
- P. A. Tipler, Physik für Wissenschaftler und Ingenieure, 7. Auflage, Berlin: Springer Spektrum, 2015.
- J. Rybach, Physik für Bachelors, 4. Auflage, München: Fachbuchverlag Leipzig, 2019.
- H. Kuchling, Taschenbuch der Physik, 21. Auflage, München, Fachbuchverlag Leipzig, 2014.

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 4			
Werkstofftechnik 1			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Spielfeld			
Lehrperson(en):			
Prof. Dr. Vogt			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Werkstofftechnik		Seminaristischer Unterricht	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 1. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):		Werkstofftechnik 2 (10)	
Baut auf Modul(en) auf:		Chemie/Elektrochemie (3), Grundlagen Mechanik (5)	
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Chemie/Elektrochemie (3), Grundlagen Mechanik (5)			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">• Kennen den atomaren Aufbau der Materie.• Können unterschiedliche Gittertypen der Metalle benennen und aufzeichnen.• Können unterschiedliche Härtungsmechanismen der Metallkunde aufzählen und bewerten.• Kennen verschiedene Verfahren der mechanischen Werkstoffprüfung.• Können Phasendiagramme anwenden: Hebelregel, Legierungskunde.• Kennen die Methodik der Aufstellung von Phasendiagrammen.• Kennen das Eisen - Kohlenstoff Diagramm• Können das Fe-C Diagramm aufzeichnen und beschriften.• Können wesentliche Gefüge im System Fe-C benennen.• Kennen die Verfahren zur Herstellung von Eisen und Stahl			

Inhalt

- Der Aufbau der Atome.
- Die Werkstoffgruppen.
- Kristallografischer Aufbau der Metalle.
- Gitterbaufehler: 0., 1., 2. und 3. Dimension.
- Gitterbaufehler und Härtungsmechanismen.
- Phasendiagramme: Erstellen von Phasendiagrammen. Thermische Analyse.
- Grundtypen von Phasendiagrammen.
- Die Hebelregel.
- Grundlagen der Diffusion und der Wärmebehandlung von Metallen.
- Herstellung von Eisen und Stahl.
- Das Eisen-Kohlenstoff Diagramm
- Gleichgewichtsnähe Gefüge im System Fe-C.
- Bezeichnung der Stähle
- Stähle zur Verwendung im Wasserstoff Kontext: Druckwasserstoffbeständige Stähle.
- Fügen von Metallischen Werkstoffen: Schweißen von Stählen und der Einfluss des Schweißens auf das Gefüge und die Eigenschaften (Wärmeeinflusszone).

Literatur und weitere Lernangebote

- Ruge, J./Wohlfahrt, H. (2013): Technologie der Werkstoffe - Herstellung, Verarbeitung, Einsatz, 9. Auflage, Springer-Vieweg.
- Bargel, H./Schulze, G. (Hrsg.) (2012): Werkstoffkunde, 11. Auflage, Springer-Vieweg.
- Berns, H./ Theisen, W.: Eisenwerkstoffe Stahl und Gusseisen, 4. Auflage, Springer.
- Mattes, K.-J./Schneider, W.: Schweißtechnik: Schweißen von metallischen Konstruktionswerkstoffen, 6. Auflage, Hanser.

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 10			
Werkstofftechnik 2			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Spielfeld			
Lehrperson(en): Prof. Dr. Spielfeld			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Werkstofftechnik 1 (4 SWS) Physik (4 SWS)		Seminaristischer Unterricht	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO): Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 2. Fachsemester) Bietet die Grundlage für Modul(e): Wasserstoffsicherheit (18) Baut auf Modul(en) auf: Werkstofftechnik 1 (4)			
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO) Keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse Werkstofftechnik 1 (4), Physik (9), Grundlagen Mechanik (5)			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
<ul style="list-style-type: none">Die Studierenden kennen die Wärmebehandlung der Stähle, die Einsatzmöglichkeiten der unterschiedlichen Stahlsorten.Die Studierenden können die Wärmebehandlung für einen Einsatz eines Stahles auswählen.Sie können für einen Einsatzfall das wesentliche mechanisch-technologischen Werkstoffprüfverfahren auswählen.Sie kennen die Grundlagen der Gießereitechnik. Darüber hinaus kennen sie die wichtigsten NE-Metalle.Sie können die wichtigsten nichtmetallischen Werkstoffe kennzeichnen.Die Studierenden kennen die Mechanismen der Korrosion.Sie können Korrosionsschutzmaßnahmen planen.Sie kennen die wichtigsten Mechanismen der Wasserstoffversprödung.Sie können den Einfluss einer Ermüdungsbeanspruchung auf Bauteile beurteilen.Die Studierenden kennen die Grundlagen der Schadenanalysen.Sie können mit diesem Wissen Maßnahmen erstellen um Schäden zu vermeiden.			

Inhalt
<ul style="list-style-type: none"> • Eisenwerkstoffe • Wärmebehandlung der Stähle (Grundlagen) • Verfahren der Wärmebehandlung. • Mechanisch-technologische Werkstoffprüfung • Gießen: Stahl und Gusseisen • Korrosion und Korrosionsschutz • Besondere Mechanismen der Wasserstoffversprödung • Faserverbundwerkstoffe und besondere Fertigungsverfahren • Dynamische Bauteilbelastung: Werkstoff und Ermüdung. • Werkstoffdatenbanken • Kunststoffe und Umwelt, sowie der Werkstoffkreislauf • Kalkulation von Bauteilkosten
Literatur und weitere Lernangebote
<ul style="list-style-type: none"> • Ruge, J./Wohlfahrt, H. (2013): Technologie der Werkstoffe - Herstellung, Verarbeitung, Einsatz, 9. Auflage, Springer-Vieweg. • Bargel, H./Schulze, G. (Hrsg.) (2012): Werkstoffkunde, 11. Auflage, Springer-Vieweg. • Berns, H./ Theisen, W.: Eisenwerkstoffe Stahl und Gusseisen, 4. Auflage, Springer.
Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 5			
Grundlagen Mechanik			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr-Ing. Christel			
Lehrperson(en):			
Prof. Dr.-Ing. Christel			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 1. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Anlagen und Behälter 1 (11) und 2 (22), Strömungsmechanik (14)		
Baut auf Modul(en) auf:	keine		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Lösen von Gleichungen/Ungleichungen, Trigonometrie, Lineare Gleichungssysteme. Integralrechnung.			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">• zerlegen Kräfte und Momente in deren Komponenten und reduzieren Kräftesysteme an starren Körpern auf eine resultierende Wirkung.• zählen die wesentlichen Komponenten eines mechanischen Ersatzmodells (Balken, Stäbe, Lager, Gelenke, Lastarten usw.) auf, erkennen die Symbole in vorliegenden Ersatzmodellen und ordnen bspw. die Lagerreaktionen oder übertragbaren Schnittgrößen korrekt zu.• finden die Lage von Schwerpunkten durch Rechnung und bilden bspw. die Gewichtskraft korrekt im Ersatzmodell ab.• nennen die Begriffe statische und kinematische Bestimmtheit, beschreiben die Bedeutung und analysieren einfache mechanische Systeme diesbezüglich.• wenden das Schnittprinzip sicher an und erstellen passende Freikörperbilder für eine gegebene Problemstellung.• schreiben die Gleichgewichtsbedingungen für ein Freikörperbild an und lösen das Gleichungssystem nach den gesuchten Größen (Lager-/Gelenkreaktionen, Schnittgrößen, Stab-/Kontaktkräfte) auf.• bewerten verschiedene Möglichkeiten, wie ein Freikörperbild und die zugehörigen Gleichgewichtsbedingungen besonders geschickt formuliert werden und filtern die geeignetste Methode für die verschiedenen Problemstellungen heraus.• analysieren die Belastungen technischer Bauteile, plausibilisieren die Ergebnisse und empfehlen geeignete Optimierungsmaßnahmen.			

- zählen die wesentlichen Begriffe und Zusammenhänge im Bereich der Festigkeitslehre auf und definieren diese, insbesondere die Begriffe Spannung und Verzerrung.
- beschreiben die Spannungs- und Verzerrungszustände und benennen die Einschränkungen und Randbedingungen die sich bei der Verwendung des zugrundeliegenden Materialmodells ergeben.
- berechnen die Spannungen und Verformungen für die grundlegenden Belastungsfälle wie Zug/Druck, Biegung, Torsion und der Druckbelastung von Kesseln.
- analysieren und optimieren gegebene Konstruktionen in Bezug auf den Festigkeitsnachweis, z.B. optimale Querschnittformen.
- wissen um die Problematik von Zwangskräften bei statisch unbestimmten Systemen.
- zählen die verschiedenen Stabilitätsfälle auf und grenzen deren Relevanz ab.
- verwenden die korrekte Fachterminologie in Gruppendiskussionen sowie bei Fragen und beurteilen sich gegenseitig bezüglich des korrekten Gebrauchs der Fachterminologie.

Inhalt

- Kräfteaddition und Gleichgewicht in zentralen, allgemeinen und räumlichen Kräftesystemen
- Systeme starrer Körper, Merkmale ausgewählter Gelenke und Lagerungen, statische Bestimmtheit
- Berechnung von Lagerreaktionen und Schnittgrößen. Schwerpunktberechnung
- Schnittprinzip, Newton'sche Gesetze
- Berechnung von Spannungen und Verformungen unter Zug/Druck, Biegung und Torsion
- Dünnwandige Behälter unter rotationssymmetrischer Belastung Spannungs- und Verzerrungszustand, Materialgesetze, Festigkeitshypothesen
- Ausblick auf statisch unbestimmte Systeme und Stabilitätsfälle

Literatur und weitere Lernangebote

- D. Gross, W. Hauger, J. Schröder und W. Wall, Technische Mechanik 1 (Statik), 14., aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2019.
- D. Gross, W. Ehlers, P. Wriggers, J. Schröder und R. Müller, Formeln und Aufgaben zur Technische Mechanik 1 (Statik), 11., überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2013.
- D. Gross, W. Hauger, J. Schröder und W. Wall, Technische Mechanik 2 (Elastostatik), 13. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer, 2017.
- D. Gross, W. Ehlers, P. Wriggers, J. Schröder und R. Müller, Formeln und Aufgaben zur Technische Mechanik 2 (Elastostatik), 10., überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2011.
- U. Gabbert und I. Raecke, Technische Mechanik für Wirtschaftsingenieure, 7., aktualisierte Auflage. München: Carl Hanser, 2013.
- M. Mayr, Technische Mechanik, 8. Auflage. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 2015.
- O. Romberg und N. Hinrichs, Keine Panik vor Mechanik, 9. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2020.
- R. Christel: Vorlesungsskript, Video-Tutorials und Tests, Schweinfurt: eLearning-System, 2021.
- Interaktive Simulationen zu den Themen „Gleichgewicht“ und „Vektoraddition“ auf der PhET-Webseite, z.B. <https://phet.colorado.edu/en/simulation/forces-and-motion-basics> .

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 11			
Anlagen und Behälter 1			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr.-Ing. Mengelkamp			
Lehrperson(en):			
Dipl.-Ing. Benitz, Prof. Dr.-Ing. Mengelkamp			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
		Seminaristischer Unterricht, Übung, Praktikum	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 2. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):		Anlagen und Behälter 2 (22)	
Baut auf Modul(en) auf:		Grundlagen Mechanik (5)	
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Lösen von Gleichungen/ Ungleichungen, Trigonometrie, Lineare Gleichungssysteme			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">• zählen die wesentlichen Begriffe und Zusammenhänge im Bereich der Festigkeitslehre auf und definieren diese, insbesondere die Begriffe Spannung und Verzerrung.• beschreiben die Verzerrungszustände und benennen die Einschränkungen und Randbedingungen die sich bei der Verwendung des zugrundeliegenden Materialmodells ergeben.• schreiben die wesentlichen Grundgleichungen zur Berechnung der Spannungen und der Verformungen für ebene Spannungszustände auf.• berechnen die Spannungen und Verformungen für ebene Spannungszustände.• analysieren und optimieren gegebene Konstruktionen in Bezug auf den Festigkeitsnachweis.• berechnen einfache mechanische Systeme, d.h. dimensionieren die Bauteile bzw. führen den Festigkeitsnachweis für die Bauteile durch.• verwenden die korrekte Fachterminologie in Gruppendiskussionen sowie bei Fragen und beurteilen sich gegenseitig bezüglich des korrekten Gebrauchs der Fachterminologie.• zählen die wesentlichen Inhalte der Druckgeräterichtlinie auf• benutzen die Berechnungsmethoden, die aktuellen DIN-Normen und Regelwerke• konstruieren Behälter und legen diese aus• analysieren und beurteilen neue wissenschaftliche Erkenntnisse, z.B. aufgeführt in aktualisierten DIN-Normen• die Kommunikation mit anderen Fachleuten des Behälterbaues ist ihnen möglich			

- die Studierenden haben ein Bewusstsein für Ihre Tätigkeit als Ingenieure im Bereich der Konstruktion des Druckbehälterbaues
- Sie sind sich Ihrer Verantwortung bewusst, Druckbehälter sicher zu konstruieren und zu berechnen.
- der Einfluss von Berechnungs-, Planungs- und Inbetriebnahmefehlern auf die Arbeitssicherheit und damit auf die Gesellschaft ist ihnen ersichtlich.

Inhalt

- Berechnung von Spannungen und Verformungen bei ebenen Spannungszustände
- Spannungs- und Verzerrungszustände, Festigkeitshypothesen, Materialgesetze
- dünnwandige Ringe und Behälter unter rotationssymmetrischer Belastung
- Einführung in die Druckgeräterichtlinie und Bauvorschriften
- Konstruktionselemente im Druckbehälterbau
- Anforderungen an Druckbehälter (Konstruktion, Werkstoffe, Betrieb, Wartung, Prüfung und Sicherheit)
- Zulässige Spannungen und Spannungskategorien
- Auslegung von drucktragenden Wandungen (Kugel- und Zylinderschalen, ebene und gewölbte Böden)
- Berücksichtigung von Anschlusslasten
- Durchführung von Standsicherheitsnachweisen

Literatur und weitere Lernangebote

- Gross, Hauger, Schröder, Wall, Technische Mechanik 2, Elastostatik, 13. Auflage, Springer Verlag, 2017
- Mayr, M., Technische Mechanik, 8. Auflage, Hanser Verlag, 2015
- Holzmann, Meyer, Schumpich, Technische Mechanik Festigkeitslehre, 13. Auflage, Springer Verlag, 2018
- Gabbert und Raecke, Technische Mechanik, 7. Auflage, Hanser Verlag, 2013
- Titze, H., Wilke, H-P., Groß, K., Elemente des Apparatebaues, Grundlagen Bauelemente Apparate, 3. Auflage Springer Verlag, 1992
- Schwaigerer, S., Mühlenbeck, G., Festigkeitsberechnung im Dampfkessel- Behälter- und Rohrleitungsbau, 5. Auflage Springer Verlag 1997
- Wagner, W., Festigkeitsberechnungen im Apparate- und Rohrleitungsbau, 8. Auflage Vogel Fachbuch Verlag 2012, Kamprath-Reihe
- DIN EN 13445-3 und AD2000 Merkblätter
- Vorlesungsunterlagen im eLearning-System der THWS

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 6			
Informatik, Digitalisierung, Automatisierung			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr.-Ing. Retka			
Lehrperson(en):			
Prof. Dr.-Ing. Retka, Prof. Dr.-Ing. Schiffler			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Programmieren		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Digitalisierung in der Wasserstofftechnik		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
		Übung, Projekt	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 1. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):		Anwendungsprojekt (33)	
Baut auf Modul(en) auf:		keine	
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage 2 zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Schulkenntnisse: Mathematik, Physik und Informatik			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
(GKPr) sonstige Prüfungsleistung, Form: Projektarbeit gemäß §9 SPO (bestehend aus projektbegleitenden Testaten, Endpräsentation und Projektdokumentation)	Semesterbegleitend		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Projektarbeit			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">nennen die Bedeutung von Kommunikation, selbstständigem Wissenserwerb und der sozialen Interaktion.planen die einzelnen Aufgaben und definieren eine Arbeitsteilung.nutzen die zur Verfügung gestellten Hilfsmittel sowie die erworbenen programmiertechnischen Fähigkeiten und entwickeln eine Lösung.beurteilen die Ergebnisse im Team und stellen diese anschaulich dar.			

Programmieren:

Die Studierenden

- benutzen die Jupyter-Oberfläche.
- führen verschiedene Rechenoperationen aus.
- können Matrizen aufstellen und anwenden.
- nutzen verschiedene Formatanweisungen zur Ergebnisdarstellung.
- importieren und exportieren Daten.
- geben verschiedene Kontrollstrukturen an und benutzen diese sinnvoll.
- benutzen die integrierten Funktionen und entwickeln eigene Funktionen.
- erstellen eigene Programmcodes zur Lösung verschiedener Problemstellungen.
- nennen die verschiedenen Möglichkeiten der grafischen Darstellung, wählen die für die Aufgabenstellung passende aus und wenden diese an.
- analysieren die Ergebnisse hinsichtlich ihrer Plausibilität und nutzen den Debugger zur Fehlersuche.
- bewerten die Ergebnisse.

Digitalisierung im Maschinenbau:

Die Studierenden

- geben grundlegende Begriffe und Inhalte zu informationstechnischen Architekturen, Software Werkzeugen und deren Anwendungsfelder an.
- zählen unterschiedliche Lösungsansätze und Maßnahmen zur Digitalisierung im Maschinenbau auf.
- entscheiden anhand der gegebenen Aufgabenstellung, welche Lösungsansätze besser oder weniger gut geeignet sind.
- analysieren die Bedeutung und das Optimierungspotential von Digitalisierungs-Maßnahmen im Maschinenbau anhand des Einsatzes vernetzter Sensorik.

Inhalt

siehe Beschreibung der einzelnen Lehrveranstaltungen

Literatur und weitere Lernangebote

- E. A. Hartmann, Digitalisierung souverän gestalten, Innovative Impulse im Maschinenbau, Springer Vieweg, 2021. Z.b. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-62377-0>
- Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS

Besonderes

siehe Beschreibung der einzelnen Lehrveranstaltungen

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 12			
Elektrotechnik			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr.-Ing. Spiertz			
Lehrperson(en): Prof. Dr.-Ing. Spiertz			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Elektrotechnik		Seminaristischer Unterricht, Übung, Praktikum	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO): Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 2. Fachsemester) Bietet die Grundlage für Modul(e): keine Baut auf Modul(en) auf: keine			
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO) keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse Schulkenntnisse Mathematik und Physik			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min	Deutsch	
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">• zählen die wesentlichen Begriffe und Zusammenhänge im Bereich der Elektrotechnik/Elektronik auf und definieren diese, insbesondere die Bauteilgleichungen und die komplexe Wechselstromtechnik.• schreiben die wesentlichen Grundgleichungen (z.B. die Kirchhoffschen Regeln, das Ohmsche Gesetz) auf.• beschreiben die Unterschiede zwischen den Fachbegriffen, beispielsweise Impedanz, Scheinwiderstand und Widerstand.• verwenden die korrekte Fachterminologie in Gruppendiskussionen sowie bei Fragen und Übungsaufgaben.• berechnen die Kennlinien von Gleichstrom- und Wechselstrommotoren und wenden dazu die einzelnen methodischen Schritte zur Berechnung und Analyse von elektrischen Ersatzschaltbildern an.• analysieren gegebene elektrische Schaltungen um Spannungsverteilungen über allen Bauelementen zu bestimmen.• beschreiben Einschwingvorgänge bei Spulen und Kondensatoren.• beurteilen die Verwendbarkeit von einzelnen Motortypen für verschiedene Antriebsmaschinen.• bewerten Prozesse und reale technische Systeme hinsichtlich ihrer Eignung und Güte und schlagen Verbesserungen vor.			

- analysieren Aufgabenstellungen aus der Ingenieurpraxis, entwickeln daraus Teilfragestellungen, treffen sinnvolle, physikalisch plausible Annahmen (z.B. bei unvollständigen Daten) und lösen die Teilfragestellungen.

Inhalt

- Gleichstromtechnik
Ohmsches Gesetz, Kirchhoffsche Regeln, Stern-Dreieckumwandlung, Überlagerungssatz, reale Quellen
- Elektrische Felder
Elektrisches Potential, Gaußscher Satz der Elektrotechnik, Kondensatoren
- Magnetische Felder
Lorentzkraft, Induktionsgesetz
- Wechselstromtechnik
Kenngrößen, Zeigerdarstellung, Leistung im Wechselstromnetz
- Maschinen
Drehstrom, Transformator, Gleichstrommotoren, Asynchronmotor

Literatur und weitere Lernangebote

- G. Haagman, Grundlagen der Elektrotechnik. Das bewährte Lehrbuch für Studierende der Elektrotechnik und anderer technischer Studiengänge ab 1. Semester, 15., durchgesehene und korrigierte Auflage. Wiebelsheim: Aula-Verlag, 2011

Besonderes

3 Zweiter Studienabschnitt – vertiefende Module, 3. bis 5. Semester

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 13			
Regenerative Energie und Energiewirtschaft			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr.-Ing. Blotevogel			
Lehrperson(en):			
Prof. Dr.-Ing. Blotevogel, Prof. Dr.-Ing. Renner			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Regenerative Energie		Seminaristischer Unterricht, Übung, Praktikum	Deutsch
Grundlagen der Energietechnik und -wirtschaft		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 3. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul:		Wasserstofferzeugung (19), Wasserstoffspeicherung, -transport und -verteilung (21), Anlagenbetrieb (28), Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36)	
Baut auf Modul(en) auf:		Thermodynamik 1 (2), Physik (9), Thermodynamik 2 (8), Elektrotechnik (12)	
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage 2 zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Grundlagen Thermodynamik und Physik			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden schreiben auf und erklären anhand von Skizzen und Diagrammen			
<ul style="list-style-type: none">die Ressourcen und technische Möglichkeiten zur Nutzung von regenerativen Energieträgern (Wind, Sonne, Wasser, Erdwärme, Umgebungswärme).die Grundoperationen zur Berechnung von Anlagen zur Nutzung von regenerativen Energieträgern (Wind, Sonne, Wasser, Erdwärme).die Grundlagen und Auslegungsprinzipien der genannten regenerativ-energie-technischen Anlagen.die grundlegende Funktions- und Betriebsweise von regenerativen energietechnischen Anlagen.die grundlegende Konstruktion und Auslegung der benötigten Komponenten.			

- den Aufbau und die Funktionsweise von Versorgungsnetzen und -systemen (Strom, Erdgas, Wasserstoff).

Die Studierenden

- entwickeln den Aufbau und optimieren die Funktionsweise von Anlagen zur Nutzung regenerativer Energieträger (Nutzung von Wind- und Solarenergie, Wasserkraft sowie Kraft-Wärme-Kopplung).
- wenden die geeigneten Gleichungen und Zusammenhänge an, um energietechnische Systeme zu modellieren und zu berechnen.
- hinterfragen die Lösungen von energietechnischen Aufgabenstellungen kritisch.
- bewerten Prozesse, Maschinen und Anlagen hinsichtlich ihrer Eignung und Güte und schlagen Verbesserungen vor.
- ordnen die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Teilgebieten Energie-, Verfahrens-, Strömungs- und Wärmetechnik sowie Thermodynamik und deren gegenseitigen Wechselwirkungen ein.
- bewerten den Einfluss von Randbedingungen, Prozessgrößen und Wechselwirkungen.
- lösen praktische Aufgabenstellungen im Zusammenhang mit dem Betrieb und der Auslegung regenerativ-energie technischer Anlagen.
- beurteilen Anlagen und technische Systeme und entwickeln neue Systeme, Anlagen, Komponenten und Bauteile.
- erläutern die Systemdienstleistungen bei Stromversorgungssystemen.
- beschreiben die Analogien zwischen Strom- und Gasversorgungssystemen.
- erläutern die Schwierigkeiten bei der Wasserstoffeinspeisung in Erdgasversorgungssysteme.

Inhalt

siehe Beschreibung der einzelnen Lehrveranstaltungen

Literatur und weitere Lernangebote

- H. D. Baehr und S. Kabelac, *Thermodynamik: Grundlagen und technische Anwendungen*, 16., aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2016.
- G. Reich, *Regenerative Energietechnik*, 2. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2018.
- V. Wesselak et. al., *Regenerative Energietechnik*, 3. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2016.
- R. Zahoransky (Hrsg.), *Energietechnik*, 8. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2019.
- J. Unger et. al., *Alternative Energietechnik*, 6. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2020.
- K. Strauß, *Kraftwerkstechnik*, 7. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2017.
- L. Müller, *Handbuch der Elektrizitätswirtschaft*, 2. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2001.
- K. Pfeleiderer, *Strömungsmaschinen*, 6. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2004.
- W. Wagner, *Wärmeübertragung*, 4. Auflage. Würzburg: Vogel Fachbuch Verlag, 2011.
- P. Kurzweil, *Brennstoffzellentechnik*, 3. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2016.
- Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS

Besonderes

siehe Beschreibung der einzelnen Lehrveranstaltungen

Lehrveranstaltung
Regenerative Energie
Lehrperson(en):
Prof. Dr.-Ing. Renner
Inhalt
<ul style="list-style-type: none"> • Potentiale zur Nutzung regenerativer Energieträger (Fotovoltaik, Solarthermie, Windkraft, Wasserkraft, Erdwärme) • Grundlagen und Auslegungsprinzipien von Anlagen zur Nutzung regenerativer Energieträger (Fotovoltaik, Solarthermie, Windkraft, Wasserkraft, Erdwärme) • Grundlegende Kenntnisse über die Funktions- und Betriebsweise von energietechnischen Anlagen zur Nutzung regenerativer Energieträger (Fotovoltaik, Solarthermie, Windkraft, Wasserkraft, Erdwärme) • Grundlegenden Prinzipien der Konstruktion und Auslegung der benötigten Komponenten
Besonderes

Lehrveranstaltung
Grundlagen der Energietechnik und -wirtschaft
Lehrperson(en):
Prof. Dr.-Ing. Blotevogel
Inhalt
<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Betrieb von energietechnischen Versorgungssystemen (Strom, Erdgas, Wasserstoff)
Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 14			
Strömungsmechanik			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Möbus			
Lehrperson(en): Prof. Dr. Möbus			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 3. Fachsemester)			
Bachelorstudiengang Maschinenbau (Pflichtmodul, 3. Fachsemester)			
Bachelorstudiengang Technomathematik (FWPM Technik/IT, 5. Fachsemester)			
Bachelorstudiengang Technomathematik (Pflichtmodul in Variante Simulation im Maschinenbau, 4. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Computational Fluid Dynamics (CFD) (26), Prozessauslegung und –simulation (17), Wasserstoffspeicherung, -transport und -verteilung (21), Anlagen und Behälter 2 (22), Systematische Anlagenauslegung (23)		
Baut auf Modul(en) auf:	Grundlagen Mechanik (5), Thermodynamik 1 (2), Ingenieurmathematik 1 und 2 (1,7)		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
Keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Grundlagen Mechanik (5), Thermodynamik 1 (2), Ingenieurmathematik 1 und 2 (1,7)			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">• berechnen aus hydrostatischer Druckverteilung resultierende Kräfte auf ebenen Flächen und Eintauchtiefen schwimmender Körper.• bilden Kontrollvolumina, definieren Stromfäden und wenden Massen- und Impulserhaltung sowie die Bernoulli-Gleichung darauf an. Sie beurteilen dabei die Konsequenzen notwendiger Vereinfachungen bei der Verwendung dieser Gesetzmäßigkeiten.• berechnen kompressible Strömungsvorgänge (Gasdynamik) bei isentroper Strömung und für senkrechte Verdichtungsstöße.• geben die physikalischen Ursachen für Besonderheiten in kompressibler Strömung an.• nennen die Unterschiede zwischen reibungsfrei idealisierter Strömung und reibungsbehafteter Strömung.			

- geben den Hintergrund der Ähnlichkeitstheorie an, wählen geeignete Kennzahlen zur Realisierung strömungsmechanischer Ähnlichkeit bzw. zur Maßstabsübertragung aus und berechnen damit Zielgrößen wie z.B. Widerstandskräfte.
- nennen die physikalischen Ursachen der laminar-turbulenten Transition und beschreiben Eigenschaften turbulenter Strömung.
- geben die Ursache von Strömungsablösung an und beurteilen Strömungsvorgänge hinsichtlich der Gefahr von Strömungsablösung.
- berechnen Druckverluste in Rohrleitungssystemen mit unterschiedlichen Einbauten und entwickeln Lösungsstrategien bei nichtlinearen Zusammenhängen.
- nennen die Vorgehensweise bei der Diskretisierung und Lösung der strömungsmechanischen Erhaltungsgleichungen mit Hilfe des Finite-Volumenverfahrens, geben gängige Gittertypen an und wählen geeignete Randbedingungen aus.
- analysieren Strömungsvorgänge auch qualitativ und beurteilen sie bezüglich geeigneter Größen vergleichend (ranking).

Inhalt

- Hydrostatik: Druck, Kräfte auf ebenen Flächen, hydrostatischer Auftrieb
- Massenerhaltung, Bernoulli-Gleichung und Impulssatz
- Gasdynamik: Isentrope Strömung, Laval-Düse, Verdichtungsstoß
- Reibungsbehaftete Strömung, Couette-Strömung, Poiseuille-Strömung
- Navier-Stokes-Gleichungen, Ähnlichkeitstheorie
- Laminar-turbulenter Umschlag, kritische Reynolds-Zahl
- Umströmung von Körpern, Strömungsablösung
- Druckverlustberechnung in Rohrleitungssystemen mit Einbauten
- Computational Fluid Dynamics (CFD): Finite-Volumen-Verfahren, Gittertopologien, Randbedingungen

Literatur und weitere Lernangebote

- H. Sigloch, Technische Fluidmechanik, 10. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer, 2017.
- W. Bohl, W. Elmendorf, Technische Strömungslehre, 15. Auflage, Würzburg: Vogel, 2014.
- S. Bschorer, Technische Strömungslehre, 11. Auflage, Wiesbaden: Springer, 2018.
- H.C. Kuhlmann, Strömungsmechanik, 2. Auflage, Hallbergmoos: Pearson, 2014.
- umfangreiches Material zur Vorlesung im eLearning-System der Hochschule

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 15			
Steuerungs- und Regelungstechnik in Wasserstoffanlagen			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr.-Ing. A. Kharitonov			
Lehrperson(en): Prof. Dr.-Ing. A. Kharitonov			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
		Seminaristischer Unterricht, Übung, Praktikum	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO): Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 3. Fachsemester) Bietet die Grundlage für Modul(e): Anwendungsprojekt (33); Technisches Praktikum (34); Bachelorarbeit (36) Baut auf Modul(en) auf: Ingenieurmathematik 1 (1) und 2 (7), Physik (9), Elektrotechnik (12)			
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO) keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse Schulkenntnisse; Höhere Mathematik und Physik			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls) Die Studierenden <ul style="list-style-type: none">• erläutern und erklären die regelungstechnischen Grundbegriffe sowie den Unterschied zwischen einer Steuerung und einer Regelung;• zählen die wesentlichen Zusammenhänge eines geregelten Systems für relevante wasserstofftechnische Anwendungen (Speicherung, Transport und Verteilung);• beschreiben den Aufbau und die Arbeitsweise einer speicherprogrammierbaren Steuerung unter Einbeziehung von Anlagensicherheitsaspekten für Wasserstoff;• ordnen das zeitliche und örtliche Verhalten von zu regelnden Komponenten unterschiedlichen Systemklassen sowie mathematischer Beschreibung zu (z.B. Systeme mit konzentrierten oder verteilten Parametern, Beschreibung durch gewöhnliche oder partielle Differentialgleichungen);• ordnen das Verhalten von elementaren Regelkreisgliedern ein und zählen deren systemcharakteristische Kenngrößen;• erläutern das regelungstechnische Prinzip der Rückkopplung sowie die Aufgabe des Reglers zur Angleichung des Istwertes an den Sollwert;• bewerten das Regelkreisverhalten hinsichtlich Stabilität, Dynamik und Regelabweichung;• erstellen für einfache Regelkreissysteme ein Simulationsmodell und bewerten die Simulationsergebnisse;			

- wählen für einfache Regelkreise mithilfe Reglerentwurfsverfahren einen passenden Regler aus und bestimmen die Reglerparameter;
- wenden das erlernte Wissen auf praktische Beispiele an, auch in einer Übung z.B. im Rechnerraum mittels Simulationsprogramme wie MATLAB/Simulink.

Inhalt

- Unterschied zwischen Steuerung und Regelung
- Komponenten einer Steuerung und deren Sicherheitsaspekte für Wasserstofftechnik
- Regelkreisglieder sowie deren Modellierung im Zeit- und Frequenzbereich
- Regelkreisverhalten (Stabilität, Dynamik, stationäre Genauigkeit)
- Reglerentwurfsverfahren
- Simulation von Regelkreisen mittels MATLAB/Simulink

Literatur und weitere Lernangebote

- Dorf, R.: Moderne Regelungstechnik, Pearson Studium, München, 10. überarbeitete Auflage, 2006
- Föllinger, O.: Regelungstechnik – Einführung in die Methoden und ihre Anwendung, VDE-Verlag, Berlin, 11. völlig neu bearbeitete Auflage, 2013
- Eichlseder, H., Klell, M.: Wasserstoff in der Fahrzeugtechnik, Springer Vieweg, Wiesbaden, 3. überarbeitete Auflage, 2012

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 16			
Messtechnik in Wasserstoffanlagen			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr.-Ing. Wilke			
Lehrperson(en):			
Prof. Dr.-Ing. Wilke			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Messtechnik in Wasserstoffanlagen (3 SWS)		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Messtechnik in Wasserstoffanlagen (1 SWS)		Praktikum	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 3. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für die Module:	Anlagen und Behälter 2 (22) Systematische Anlagenauslegung mit Projekt (23) Anwendungsprojekt (33) Technisches Praktikum (34) Bachelorarbeit (36)		
Baut auf Modul(en) auf:	Ingenieurmathematik 1 (1) Ingenieurmathematik 2 (7) Elektrotechnik (12)		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Schulkenntnisse Höhere Mathematik und Physik			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min	Deutsch	
Praktische Studienleistung	---	Deutsch	
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet der Fakultät veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">• geben die Grundlagen der verfahrenstechnischen Messtechnik an.• planen, entwerfen und bauen Messsysteme auf, um Messgrößen in Wasserstoffanlagen zu erfassen.• analysieren verfahrenstechnische Anlagen sowie vorgeschlagene Messsysteme, um diese für den spezifischen Anwendungszweck in der Anlage zu bewerten und zu optimieren.• beurteilen die Aussageunsicherheit der gewonnenen Messergebnisse.• bilden Teams, um eine praktische Aufgabenstellung zu bearbeiten und zu lösen.• schätzen ihre eigene Rolle im Team ein und reflektieren das eigene Verhalten.			

- erstellen einen technischen Bericht, in dem die Lösung der praktischen Aufgabenstellung nachvollziehbar für Dritte beschrieben ist.
- interpretieren die erarbeiteten Lösung und stellen ihre Schlussfolgerungen in einer kurzen mündlichen Präsentation dar.

Inhalt

siehe Beschreibung der einzelnen Lehrveranstaltungen

Literatur und weitere Lernangebote

- J. Hoffmann, Taschenbuch der Messtechnik, 7. Auflage. München: Hanser, 2015.
- M. Bantel, Grundlagen der Messtechnik. München: Hanser, 2000.
- G. Strohmman, Messtechnik im Chemiebetrieb, 10. Auflage, München: Deutscher Industrieverlag, 2004
- DIN 1319-1:1995-01 Grundlagen der Messtechnik, Teil 1: Grundbegriffe
- DIN 1319-2:2005-10 Grundlagen der Messtechnik, Teil 2: Begriffe für Messmittel
- DIN 1319-3:1996-05 Grundlagen der Messtechnik, Teil 3: Auswertung von Messungen einer einzelnen Meßgröße, Meßunsicherheit
- DIN 1319-4:1999-02 Grundlagen der Messtechnik, Teil 4: Auswertung von Messungen; Meßunsicherheit
- DIN V ENV 13005 Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen; Deutsche Fassung ENV 13005:1999

Besonderes

siehe Beschreibung der einzelnen Lehrveranstaltungen

Lehrveranstaltung
Messtechnik in Wasserstoffanlagen (Seminaristischer Unterricht)
Lehrperson(en):

Prof. Dr.-Ing. Wilke.

Inhalt

- Metrologische Grundbegriffe, Fehlerrechnung, Messungenauigkeiten, Messwandler
- Messsystemtechnik, digitale Messdatenerfassung, digitale Messdatenverarbeitung
- Messung verfahrenstechnischer Größen
- Sensoren zur Gasidentifikation
- Sensorüberwachung
- Redundante Messung sicherheitsrelevanter Größen

Besonderes
Lehrveranstaltung
Messtechnik in Wasserstoffanlagen (Praktikum)
Lehrperson(en):

Prof. Dr.-Ing. Wilke, Prof. Dr.-Ing. Versch

Inhalt

- Entwurf, Aufbau und Betrieb eines Messsystems im Labor zur Erfassung verfahrenstechnischer Messgrößen
- Abschätzen der Messungenauigkeiten
- Abschätzen der Aussagesicherheit
- Ausarbeitung eines technischen Berichts
- Mündliche Präsentation des Versuchsergebnisses

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 17			
Prozessauslegung und -simulation			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 100 h Präsenz (2 SWS + Blockveranstaltung) 35 h Selbststudium 15 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr.-Ing. Renner			
Lehrperson(en):			
Dr. Rarey, Prof. Dr.-Ing. Renner			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Prozessauslegung und -simulation		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Blockveranstaltung Prozessauslegung und -simulation mit CHEMCAD		Seminaristischer Unterricht, Übung, Praktikum	Deutsch (Materialien Englisch)
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 3. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Wasserstofferzeugung (19), Wasserstoffspeicherung, -transport und -verteilung (21), Anlagenbetrieb (28), Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36)		
Baut auf Modul(en) auf:	Thermodynamik 1 (2), Physik (9), Thermodynamik 2 (8)		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage 2 zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Grundlagen Thermodynamik und Physik, Englisch			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Portfolioprüfung			Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden nennen und erklären			
<ul style="list-style-type: none">die Vorgehensweisen und Methoden zur Bearbeitung unterschiedlichster chemisch-technischer Fragestellungen (ohne auf detaillierte theoretische Grundlagen einzugehen)spezielle numerische Methodiken in der Prozesssimulationdie Grundlagen verschiedener Verfahren bzw. Verfahrensschritte wie z. B. Destillation, Extraktion oder Kristallisation sowie die Einflussfaktoren auf diese Verfahren			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">analysieren technische Fragestellungen, vereinfachen diese bei Bedarf oder teilen sie in einzelne Grundoperationen auf, damit eine Lösung mit einem Softwaretool möglich wirdbenutzen zur Lösung der technischen Fragestellungen ein kommerzielles Softwarepaket zur chemischen Prozesssimulation, dazu gehören: die Parametereingabe, die Durchführung der Prozesssimulation sowie die Auswertung der Ergebnisse			

<ul style="list-style-type: none"> • legen verschiedene Bauteile prozesstechnisch aus (z. B. Destillationskolonne, Wärmetauscher, Rohrleitungssysteme) • führen Sensitivitätsanalysen durch • entwickeln eigene Strategien zur Analyse und zum Verständnis des oft komplexen Verhaltens chemisch-technischer Prozesse und zur Problemlösung
Inhalt
siehe Beschreibung der einzelnen Lehrveranstaltungen
Literatur und weitere Lernangebote
<ul style="list-style-type: none"> • LearnChemE.com • CHEMCAD-Help • Kleiber, Process Engineering: <i>Addressing the Gap between Study and Chemical Industry</i> • Gmehling et al., <i>Chemische Thermodynamik für die Prozesssynthese</i> • P. Stephan et al., <i>Thermodynamik, Band 2: Mehrstoffsysteme und chemische Reaktionen</i>, 15. neu bearbeitete Auflage, Berlin-Heidelberg: Springer, 2010 • A. Heintz, <i>Thermodynamik der Mischungen</i>, Berlin: Springer, 2017 • K. Sattler, H. J. Feindt, <i>Thermal Separation Processes</i>, Weinheim: VCH, 1995 • Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS
Besonderes
siehe Beschreibung der einzelnen Lehrveranstaltungen

Lehrveranstaltung
Prozessauslegung und -simulation
Lehrperson(en):
Prof. Dr.-Ing. Renner
Inhalt
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen Thermodynamik der Gemische • Grundlagen thermische Verfahrenstechnik
Besonderes

Lehrveranstaltung
Blockveranstaltung Prozessauslegung und -simulation mit CHEMCAD
Lehrperson(en):
Dr. Rarey
Inhalt
<ul style="list-style-type: none"> • Übersicht über die Struktur und Benutzung eines chemischen Prozesssimulators <ul style="list-style-type: none"> ○ Parametereingabe ○ Durchführung der Berechnung und Lösung eventueller Konvergenzprobleme ○ Ansicht der Berechnungsergebnisse • Grundlagen zur Chemischen Thermodynamik <ul style="list-style-type: none"> ○ Methoden zur Berechnung des Reinstoff- und Gemischverhaltens und der dazu benötigten Stoffeigenschaften ○ Eingabe eigener Komponenten und Regression von Modellparametern an Messdaten (Reinstoffdampfdrücke, Dampf-Flüssig-Gleichgewichte) ○ Datenquellen und Abschätzmethode

- spezielle numerische Methodiken in der Prozesssimulation
 - Sensitivitätsstudien
 - Optimierung
 - Numerischer Controller
 - Anpassung an Prozessdaten
- Destillation
 - Konzepte (Gleichgewichtsstufen (McCabe-Thiele) und Stofftransport (Rate Based))
 - Hydrodynamische Auslegung (Sizing, Costing)
 - Auslegung einer Batch-Destillation
 - Trennung azeotroper Gemische (Extraktiv- und Azeotroprektifikation)
 - Rückstandskurven und Kolonnenbilanzen
- Dynamische Simulation
 - Füllstandregelung in einem Tank (PID-Controller)
 - Regelung einer Destillationskolonne (Kolonnendruck, Profil, ...)
- Chemische Reaktoren
 - Grundoperationen
 - Batch Reaktor
 - Regression kinetischer Parameter an Batch-Resultate
 - Reaktive Rektifikation
- Auslegung (Design) und Rating von Wärmetauschern (ohne Phasenwechsel)
 - Shortcut-Berechnungen (LMTD), Utility-Bedarf
 - Typen von Wärmetauschern, konstruktive Merkmale
 - Design und Rating eines Rohrbündel-Wärmetauschers.
- Flüssig-Flüssig Extraktion
 - Grundlagen zum Flüssig-Flüssig Gleichgewicht (LLE)
 - Grundlagen zur Auslegung (Kremser, McCabe-Thiele, Hunter-Nash (Polpunkt))
 - Kombination von Extraktion und Destillation
- Fest-Flüssig Gleichgewichte, Kristallisation
 - Thermodynamische Grundlagen
 - Datenanpassung (Paracetamol-Löslichkeit)
- Beschreibung von Elektrolytgemischen
 - Einfluss der Salze auf VLE, Gaslöslichkeit und LLE
 - Salzlöslichkeit
- Druckeinfluss auf Phasengleichgewichte
- Auslegung von Rohrleitungssystemen
 - Durchflussraten und Druckabfall
 - Auslegung von Ventilen und Messblenden
 - Zweiphasenströmungen und Auslegung von Sicherheitsventilen
- Pinch-Technologie zur Wärmeintegration
 - Methodik, Composite und Grand-Composite Kurven
 - Einsatz unterschiedlicher Utilities (Heiz- und Kühlmittel)
- Mechanische und thermische Brüdenkompression, Einsatz von Wärmepumpen

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 18			
Wasserstoffsicherheit			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Renner			
Lehrperson(en): Prof. Dr. Renner			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Wasserstoffsicherheit		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 3. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Wasserstofferzeugung (19), Wasserstoffspeicherung, -transport und -verteilung (21), Anlagenbetrieb (28), Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36)		
Baut auf Modul(en) auf:	Thermodynamik 1 (2), Physik (9), Thermodynamik 2 (8), Elektrotechnik (12)		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Grundlagen Thermodynamik und Physik			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min	Deutsch	
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden nennen und erklären			
<ul style="list-style-type: none">• grundlegende Eigenschaften des Wasserstoffs• wasserstoffspezifische Mechanismen, die zur Werkstoffschädigung führen• die Funktionsweise und die Einsatzgebiete unterschiedlicher Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen• die Grundprinzipien des Inherently Safer Designs (ISD)• Verfahren zur sicherheitstechnischen Prüfung von Anlagenkomponenten• mögliche Versagensarten von Anlagenbauteilen, verschiedene Typen von Störfallszenarien und die daraus resultierenden Risiken• Grundprinzipien des Explosionsschutzes			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">• erläutern den Aufbau und Einsatz einer Risikomatrix• erläutern den Ablauf von Prozessen zum Änderungsmanagement und beurteilen deren Relevanz hinsichtlich eines sicheren Anlagenbetriebs• benutzen Informationsquellen wie Sicherheitsdatenblätter, Prozessbeschreibungen oder Datenbanken zur Vorbereitung von Gefahrenanalysen			

- bereiten an einfachen Beispielen Gefahrenanalysen nach der Hazard and Operability (HAZOP)-Methode vor, führen solche Gefahrenanalysen durch und erstellen die zugehörige Dokumentation
- erstellen Arbeitsanweisungen anhand von einfachen Anwendungsbeispielen mit Hinblick auf „Human Performance“
- bewerten unterschiedliche Methoden der Gefahrenanalyse hinsichtlich ihrer Stärken und Schwächen
- bewerten verschiedene Schutzzeineinrichtungen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Zuverlässigkeit mit Hilfe der Layer of protection analysis (LOPA)
- bewerten frühere Vorfälle aus der Industrie und die daraus resultierenden Maßnahmen sowie Empfehlungen hinsichtlich der Relevanz auf ausgewählte Anwendungsbeispiele

Inhalt

- Eigenschaften von Wasserstoff und daraus resultierende Risiken
- Anlagenkomponenten: Aufbau, Einsatz, Möglichkeiten des Versagens und damit verbundene Risiken
- Grundlagen des Risikomanagements
- Prinzipien des Inherently Safer Designs (ISD)
- Schutzzeineinrichtungen und Schutzmaßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich) sowie deren Bewertung mit Hilfe der Layer of Protection Analysis (LOPA)
- Methoden zur Erstellung von Gefahrenanalysen
- Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation von Gefahrenanalysen insbesondere nach der Hazard and Operability (HAZOP)-Methode
- Human Performance-Aspekte in der Prozesssicherheit
- Änderungsmanagement
- Verfahren zur sicherheitstechnischen Prüfung von Anlagenkomponenten
- Störfallszenarien
- Grundlagen des Explosionsschutzes
- Frühere Vorfälle und Lessons Learned

Literatur und weitere Lernangebote

- R. Wurster, U. Schmidtchen, *DWV Wasserstoff-Sicherheits-Kompendium*, DWV, 2011.
- U. Stephan, B. Schulz-Forberg, *Anlagensicherheit*, Berlin: Springer Vieweg, 2020.
- P. Badke-Schaub et al., *Human Factors Psychologie sicheren Handelns in Risikobereichen*, 2. überarbeitete Auflage, Berlin, Heidelberg: Springer, 2012.
- U. Hauptmanns, *Prozess- und Anlagensicherheit*, 2. Auflage, Berlin: Springer Vieweg, 2020.
- L. Miller, C. Grounds, *Helping humans get it right*, Process Safety Progress (Vol.38, No.2), 2019.
- N. Faulk, C. Costa da Fonseca, *MOC 101—Fundamentals for effective change management*, Process Safety Progress (Vol. 41, No.3), 2022.
- IVSS Sektion Chemie (Hrsg.), *Risikobeurteilung in der Anlagensicherheit Das PAAG- / HAZOP-Verfahren und weitere praxisbewährte Methoden*, 5. Ausgabe, Heidelberg: IVSS, 2020.
- W. Gohm, *Explosionsschutz in der MSR-Technik*, 3. überarbeitete und erweiterte Auflage, Berlin: VDE Verlag, 2019.
- Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 19			
Wasserstoffherzeugung			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Olbricht			
Lehrperson(en): Prof. Dr. Olbricht			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Wasserstoffherzeugung		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 4. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Chemische Stoffumwandlung mit Wasserstoff (27), Anlagenbetrieb (28), Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36)		
Baut auf Modul(en) auf:	Thermodynamik 1 (2), Chemie, Elektrochemie (3), Physik (9), Thermodynamik 2 (8), Elektrotechnik (12), Regenerative Energie und Energiewirtschaft (13)		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Grundlagen Thermodynamik, Chemie, Elektrochemie und Physik			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min	Deutsch	
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden nennen und erklären <ul style="list-style-type: none">die grundlegenden Verfahren zur Gewinnung von Wasserstoffdie grundlegenden Anlagenkonzepte zur Gewinnung von Wasserstoff Die Studierenden <ul style="list-style-type: none">unterscheiden die Verfahren zur Gewinnung von Wasserstoff hinsichtlich der Klimaschutzzieleunterscheiden die Verfahren zur Gewinnung von Wasserstoff hinsichtlich der Wirtschaftlichkeitwählen für einen gegebenen Anwendungsfall das geeignete Anlagenkonzept ausbenutzen Informationsquellen wie Fachliteratur, Prozessbeschreibungen oder Datenbanken zur Bewertung der Verfahren und Anlagenkonzepte hinsichtlich unterschiedlicher Zielestellen die technischen Auslegungsparameter der Anlage zur Wasserstoffgewinnung dar			
Inhalt			
<ul style="list-style-type: none">Wasserstoffherzeugung durch ElektrolyseWasserstoffherzeugung durch PlasmalyseWasserstoffherzeugung durch DampfreformierungWasserstoffherzeugung durch Methanpyrolyse			

- biologische Erzeugung von Wasserstoff
- Anlagenkonzepte zur Erzeugung von Wasserstoff
- Energiewirtschaftliche Bewertung der Erzeugungsverfahren von Wasserstoff

Literatur und weitere Lernangebote

- T. Schmidt, *Wasserstofftechnik*, 2. Auflage, München: Hanser Verlag, 2022
- S. Geitmann, E. Augsten, *Wasserstoff und Brennstoffzellen*, 5. Auflage, Oberkrämer: Hydrogeit Verlag 2022
- S. Kumar, *Clean Hydrogen Production Methods*, Berlin: Springer Verlag 2015, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14087-2>
- Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 20			
Brennstoffzelle			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Olbricht			
Lehrperson(en):			
Dr. Waidhas			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Brennstoffzelle		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 4. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Anlagenbetrieb (28), Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36)		
Baut auf Modul(en) auf:	Thermodynamik 1 (2), Chemie, Elektrochemie (3), Physik (9), Thermodynamik 2 (8), Elektrotechnik (12), Regenerative Energie und Energiewirtschaft (13)		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Grundlagen Thermodynamik, Chemie, Elektrochemie, Elektrotechnik und Physik			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden nennen und erklären			
<ul style="list-style-type: none">die grundlegenden Brennstoffzellentypendie grundlegenden Anlagenkonzepte zur zum Brennstoffzellenbetrieb			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">identifizieren energetische Nutzungsprofile für die Brennstoffzellensystemeunterscheiden die Brennstoffzellensysteme hinsichtlich des geplanten Nutzungsprofilswählen für ein gegebenes Nutzungsprofil das geeignete Brennstoffzellensystem ausbenutzen Informationsquellen wie Fachliteratur, Prozessbeschreibungen oder Datenbanken zur Bewertung der Brennstoffzellensysteme und Anlagenkonzepte hinsichtlich unterschiedlicher Zieleentwerfen die Brennstoffzellenanlagestellen die technischen Auslegungsparameter der Brennstoffzellenanlage dar			

Inhalt

- Brennstoffzellentypen
- Erzeugung elektrischer Energie in Brennstoffzellensystemen
- Erzeugung von Wärmeenergie in Brennstoffzellensystemen
- technischer Aufbau von Brennstoffzellensystemen
- Schnittstellen zur Anlage
- stationäres und instationäres Betriebsverhalten der Brennstoffzellen und der peripheren Anlage
- Energiewirtschaftliche Bewertung der Brennstoffzellensysteme

Literatur und weitere Lernangebote

- E. Wagner, *Das System Brennstoffzelle*, München: Hanser Verlag 2023
- T. Schmidt, *Wasserstofftechnik*, 2. Auflage, München: Hanser Verlag, 2022
- S. Geitmann, E. Augsten, *Wasserstoff und Brennstoffzellen*, 5. Auflage, Oberkrämer: Hydrogeit Verlag 2022
- M. van de Voorde, *Utilization of hydrogen for sustainable energy and fuels*, Berlin: De Gruyter Verlag, 2021, <https://doi.org/10.1515/9783110596274>
- P. Kurzweil, *Brennstoffzellentechnik*, Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag 2016,
- Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 21			
Wasserstoffspeicherung, -transport und -verteilung			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Olbricht			
Lehrperson(en):			
Prof. Dr. Olbricht			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Wasserstoffspeicherung, -transport und -verteilung		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 4. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Anlagenbetrieb (28), Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36)		
Baut auf Modul(en) auf:	Thermodynamik 1 (2), Chemie, Elektrochemie (3), Physik (9), Thermodynamik 2 (8), Elektrotechnik (12), Regenerative Energie und Energiewirtschaft (13), Strömungsmechanik (14), Steuerungs- und Regelungstechnik in Wasserstoffanlagen (15), Messtechnik in Wasserstoffanlagen (16)		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Grundlagen Thermodynamik, Chemie, Elektrochemie, Elektrotechnik und Physik			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min	Deutsch	
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden nennen und erklären			
<ul style="list-style-type: none">die Speichersysteme für Wasserstoffdie Transportsysteme für Wasserstoffdie Verteilungssysteme für Wasserstoff			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">beschreiben das stationäre und instationäre Verhalten der Speicher-, Transport- und Verteilungssystemevergleichen die verschiedenen Ausprägungen der Speicher-, Transport- und Verteilungssystemeunterscheiden die verschiedenen Ausprägungen der Speicher-, Transport- und Verteilungssysteme hinsichtlich der geplanten Nutzungwählen für eine gegebene Nutzung die geeigneten Speicher-, Transport- und Verteilungssysteme ausbenutzen Informationsquellen wie Fachliteratur, Prozessbeschreibungen oder Datenbanken zur Bewertung der Speicher-, Transport- und Verteilungssysteme hinsichtlich unterschiedlicher Nutzungentwerfen die Speicher-, Transport- und Verteilungssystemestellen die technischen Auslegungsparameter der Speicher-, Transport- und Verteilungssysteme dar			

Inhalt
<ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamische Diskussion der Wasserstoffverdichtung und der Wasserstoffentspannung in Anlagen (Energiebedarf, Wirkungsgrade, Temperaturänderungen, Realgasverhalten, Massen- und volumenspezifische Speicherdichte, Leistungsdichte) • stationäre und mobile Speichersysteme für Wasserstoff • stationäre und mobile Transportsysteme für Wasserstoff • Verteilungssysteme für Wasserstoff • Schnittstellen zwischen stationären und mobilen Systemen • Überwachung und Regelung der Speicherung, des Transports und der Verteilung (Rohrleitungen, Schnittstellen, Betankungstechnik)
Literatur und weitere Lernangebote
<ul style="list-style-type: none"> • T. Schmidt, <i>Wasserstofftechnik</i>, 2. Auflage, München: Hanser Verlag, 2022 • S. Geitmann, E. Augsten, <i>Wasserstoff und Brennstoffzellen</i>, 5. Auflage, Oberkrämer: Hydrogeit Verlag 2022 • G. Cerbe, B. Lendt (Hrsg.), <i>Grundlagen der Gastechnik</i>, 8. Auflage, München: Hanser Verlag, 2017 • C. Winter, J. Nitsch, <i>Speicherung, Transport und Verteilung von Wasserstoff</i>. In: C. Winter, J. Nitsch (Hrsg.), <i>Wasserstoff als Energieträger</i>, Berlin:Springer Verlag, 1986, https://doi.org/10.1007/978-3-642-97884-5_10 • Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS
Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 22			
Anlagen und Behälter 2			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Olbricht			
Lehrperson(en):			
Dipl.-Ing. Benitz			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Anlagen und Behälter 2		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 4. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Anlagenbetrieb (28), Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36)		
Baut auf Modul(en) auf:	Anlagen und Behälter 1 (11), Thermodynamik 1 (2), Chemie, Elektrochemie (3), Physik (9), Thermodynamik 2 (8), Elektrotechnik (12), Strömungsmechanik (14), Steuerungs- und Regelungstechnik in Wasserstoffanlagen (15), Messtechnik in Wasserstoffanlagen (16), Prozessauslegung und Simulation (17), Wasserstoffsicherheit (18)		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Grundlagen Thermodynamik, Chemie, Elektrochemie, Elektrotechnik, Physik, Wasserstoffsicherheit, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">entwerfen wasserstoffführende Anlagen für vorgegebene Nutzungsfälleanalysieren und beurteilen den Stand der Technik anhand aktueller technischer Regelwerkeklären die erforderlichen Betriebsparameter der Anlagenidentifizieren die erforderlichen technischen Regelwerkelegen die Behälter, die Armaturen, die Instrumentierung, die Sicherheitseinrichtungen und sonstige Anlagenkomponenten auserläutern die technischen Lösungen unter Verwendung der korrekten Fachterminologie Fachleuten des Anlagenbausveranschaulichen die Anlagen in technischen Dokumentationen und Betriebsanweisungenentwickeln ein Bewusstsein für ihre Verantwortung in der Arbeitssicherheit, im Umweltschutz, als Garanten für die Sicherheit Dritter sowie für den wirtschaftlichen Anlagenbetrieb			

Inhalt
<ul style="list-style-type: none">• Entwurf von Anlagen und Behältern• Konstruktive Auslegung von Anlagen (Behälter, Armaturen, Instrumentierung, Sicherheitseinrichtungen, sonstige Anlagenkomponenten)• Dokumentation im Anlagenbau• Verantwortung gegenüber Mensch und Umwelt
Literatur und weitere Lernangebote
<ul style="list-style-type: none">• Technische Regelwerke• E. Wagner, <i>Das System Brennstoffzelle</i>, München: Hanser Verlag 2023• S. Rippberger, K. Nikolaus, <i>Entwicklung und Planung verfahrenstechnischer Anlagen</i>, Berlin: Springer Verlag 2020• W. Wagner, <i>Planung im Anlagenbau</i>, 4. Auflage, Würzburg: Vogel Verlag 2018• G. Cerbe, B. Lendt (Hrsg.), <i>Grundlagen der Gastechnik</i>, 8. Auflage, München: Hanser Verlag 2017• H. Hirschberg, <i>Handbuch Verfahrenstechnik und Anlagenbau</i>, Berlin: Springer Verlag 2014• W. Wagner, <i>Festigkeitsberechnungen im Apparat- und Rohrleitungsbau</i>, 8. Auflage, Würzburg: Vogel Verlag 2012• G. Scholz, <i>Rohrleitungs- und Apparatbau</i>, Berlin: Springer Verlag 2012• H. Titze, H-P. Wilke, <i>Elemente des Apparatbaues, Grundlagen-Bauelemente-Apparate</i>, 3. Auflage, Berlin: Springer Verlag, 1992• Y. Bock, J. Zons, <i>Rechtshandbuch Anlagenbau</i>, 2. Auflage, München: C. H. Beck Verlag 2021• Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS
Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 23			
Systematische Anlagenauslegung			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 90 h Selbststudium	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Renner			
Lehrperson(en):			
Akad. Dir. Schäfer, Prof. Dr. Renner, Prof. Dr. Wilke			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Systematische Anlagenauslegung (2 SWS)		Seminaristischer Unterricht, Projekt	Deutsch
Englisch im Projekt (2 SWS)		Seminar	Englisch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 4. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Praxismodul (32), Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36)		
Baut auf Modul(en) auf:	Alle Module der ersten drei Semester (1 bis 18), Ingenieurwissenschaftliches Seminar (31)		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Alle Lehrveranstaltungen des ersten bis dritten Semesters, Englisch GER B1.2 / B2			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Projektarbeit gemäß §26 APO (bestehend aus projektbegleitenden Testaten, Endpräsentation und Projektdokumentation)	semesterbegleitend	Deutsch und Englisch	
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">• benutzen die Tools des Projektmanagements.• benutzen ausgewählte Techniken des Methodischen Konstruierens.• entwickeln Lösungsvarianten, bewerten diese und empfehlen das weitere Vorgehen.• konstruieren eine Siegevriante und arbeiten diese aus.• schreiben die Projektdokumentation auf.• stellen Inhalte und Ergebnisse in einer überzeugenden und strukturierten Weise in Englisch und Deutsch dar.• schätzen wesentliche Verhaltensweisen und Kommunikationsstrukturen im internationalen Geschäftsleben richtig ein.• interpretieren interkulturelle Unterschiede der Geschäftspartner und ziehen daraus Schlüsse für ihr eigenes, darauf abgestimmtes Verhalten.• benutzen die englische Sprache verständlich, korrekt und angemessen.			

Inhalt
Siehe Beschreibung der einzelnen Lehrveranstaltungen.
Literatur und weitere Lernangebote
<ul style="list-style-type: none"> • K. Ehrlenspiel, <i>Integrierte Produktentwicklung: Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit</i>, 5. Auflage. München: Hanser Verlag 2013. • VDI-Richtlinien 2221 und folgende. Beuth-Verlag 2004 • N. Anderl, <i>Tools für Projektmanagement, Workshops</i> • Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS
Besonderes

Lehrveranstaltung
Systematische Anlagenauslegung
Lehrperson(en):
Prof. Dr. Renner, Prof. Dr. Wilke
Inhalt
<p>Die Lehrveranstaltung ist ein Projekt. Sie besteht aus Seminaristischen Unterricht und Projektarbeit. Der Seminaristische Unterricht behandelt ausgewählte Aspekte aus den Themengebieten <i>Projektmanagement</i>, <i>Methodisches Konstruieren</i> und <i>Produktentwicklung</i>. In der Projektarbeit muss das theoretisch erworbene Wissen in Teamarbeit in die Praxis umgesetzt werden. Die folgenden Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produktentwicklung: Aufgabe klären, technische Recherche, Kundennutzen, Anforderungsliste, bauteilorientierte Aufbaustruktur, FMEA, technische Produktbeschreibung • Projektmanagement: zeit-, termin- und kostengerechte Bearbeitung einer komplexen Entwicklungsaufgabe mit wöchentlichem Ergebnisbericht, u.a. mit folgenden Bausteinen: Projektvereinbarung, Terminpläne nach Gantt mit Meilensteinen/Quality Gates, Aufgabenlisten, VMI-Matrix und mehr • Methodisches Konstruieren: Hilfsmittel wie Black Box, Funktionsstrukturen, Wirkprinzipien, Morphologischer Kasten, Kreativitätstechniken • Dokumentation: Protokolle, technische Dokumentation in Form eines Projektordners, Präsentation • Präsentationstechniken: alle für die Erstellung und Durchführung von effektiven Präsentationen erforderlichen Techniken und Kenntnisse, inklusive digitaler Meetings und Präsentationen (Teilaspekte werden in dieser, andere in der anderen Veranstaltung behandelt).
Besonderes
<ul style="list-style-type: none"> • Gastvortrag zum Thema „Patente“ mit anschließender Online-Recherche zu den studentischen Themen • eigenes Budget für jede Projektgruppe, das für Messe- und Firmenbesuche, kleine Versuche oder zur Erstellung von Modellen oder Prototypen verwendet werden kann.

Lehrveranstaltung
Englisch im Projekt
Lehrperson(en):
Akad. Dir. Schäfer
Inhalt
<ul style="list-style-type: none">• Präsentationstechniken: alle für die Erstellung und Durchführung von effektiven Präsentationen erforderlichen Techniken und Kenntnisse, inklusive digitaler Meetings und Präsentationen (Teilaspekte werden in dieser, andere in der anderen Veranstaltung behandelt).• Erweiterung des allgemeinen, technischen und wirtschaftlich orientierten Wortschatzes in der englischen Sprache• Festigung der Grammatikstrukturen zur Erweiterung der Ausdrucksfähigkeit der Studierenden in der englischen Sprache• Sensibilisierung für interkulturelle Unterschiede von Geschäftspartnern aus anderen Nationen• Einblick in die verschiedenen Sprachebenen der Geschäftskommunikation (formell – informell)
Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 25			
Innovations-, Entwicklungsprozesse, Gründen			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 90 h Selbststudium	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Hofmann			
Lehrperson(en):			
Prof. Dr. Hofmann, MBA Waschik			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Innovations-, Entwicklungsprozesse, Gründen (4 SWS)		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 5. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):		Praxismodul (32), Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36)	
Baut auf Modul(en) auf:			
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">stellen die Begrifflichkeiten im Innovationsmanagement und der Unternehmensgründung darsetzen die Schritte im Innovations- und im Entwicklungsprozess um.beurteilen das technisch-wirtschaftliche Potential der Innovation iterativ im Prozessbeurteilen die Folgen für Gesellschaft, Klima und Umwelt einer Innovation.erklären staatliche Fördermöglichkeiten, persönliche finanzielle Absicherungen, Rechte aus dem gewerblichen Rechtsschutz, Kennzahlen und den Businessplanplanen der notwendigen Schritte bei der Gründung eines Unternehmensverstehen die Bedeutung von Teamprozessen bei der Innovationsentwicklung und der Unternehmensgründung			

Inhalt
<ul style="list-style-type: none"> • Prozesse im Innovations- und Ideenmanagement • Kreativitätstechniken • Innovationsstrategie • Iterative dynamische Investitionsrechnung • Bewertung von Innovationen • Gewerblicher Rechtsschutz • Betriebswirtschaft, Controlling • Finanzierung • Recht, Rechtsformen, Steuern und Behörden • Businessplan
Literatur und weitere Lernangebote
<ul style="list-style-type: none"> • K. Ehrlenspiel, <i>Integrierte Produktentwicklung: Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit</i>, 5. Auflage. München: Hanser Verlag 2013. • VDI-Richtlinien 2221 und folgende. Berlin: Beuth-Verlag 2004 • J. Hauschildt, S. Salomo, C. Schultz, A. Kock, <i>Innovationsmanagement</i>, 7. Auflage, München: Verlag Franz Vahlen 2023 • T. Müller-Prothmann, N. Dörr, G. Kamiske, <i>Innovationsmanagement</i>, 4. Auflage, München: Hanser Verlag 2020 • G. Schuh, <i>Innovationsmanagement</i>, 2. Auflage, Berlin: Springer Verlag 2012 • A. Ternès, J. Reiber, <i>Gründen mit Erfolg</i>, Wiesbaden: Springer Gabler 2020 • J. Staab, <i>Erneuerbare Energien in Kommunen – Energiegenossenschaften gründen, führen und beraten</i>, 4. Auflage, Wiesbaden: Springer Gabler 2018 • A. Osterwalder, Y. Pigneur, <i>Business model generation: ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer</i>, Frankfurt: Campus Verlag 2011 • A. Osterwalder, Y. Pigneur, et al., <i>Value Proposition Design: How to create Products and Services Customers Want (Strategyzers)</i>, Hoboken, NJ.: Wiley Verlag 2014 • Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS
Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 26			
Computational Fluid Dynamics (CFD)			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 90 h Selbststudium	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr.Möbus			
Lehrperson(en):			
Prof. Dr. Möbus			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Computational Fluid Dynamics (4 SWS)		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 5. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Praxismodul (32), Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36)		
Baut auf Modul(en) auf:	Ingenieurmathematik 1 (1), Ingenieurmathematik 2 (7), Informatik, Digitalisierung, Automatisierung (6), Strömungsmechanik (14)		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">identifizieren die verschiedenen Transportvorgänge in Transportgleichungen.bilden mit Hilfe des Finite-Volumen-Verfahrens die diskreten Gleichungen für Konvektions-, Diffusions- und Quellterme.setzen das explizite und implizite Euler-Verfahren zur zeitlichen Diskretisierung ein und nennen die Stabilitätsgrenze.berechnen einfache Problemstellungen mit Matlab.beschreiben die wesentlichen Charakteristika turbulenter Strömung, nennen den Grund für die Verwendung von Turbulenzmodellen und beurteilen deren Anwendbarkeit.nennen die besonderen Anforderungen bei der Simulation inkompressibler und kompressibler Strömungsvorgänge und wählen geeignete Modelle aus.erläutern das Prinzip der Parallelisierung von Strömungssimulationen.nennen für spezielle Simulationsaufgaben wie Mehrphasenströmung, konjugierte Wärmeübertragung und Fluid-Struktur-Interaktion gängige Modelle und wählen das passende Vorgehen aus.erstellen Simulationen mit einem gängigen Strömungssimulationsprogramm (z.B. Ansys Fluent) und analysieren die Ergebnisse.			

Inhalt
<ul style="list-style-type: none">• Finite-Volumen-Verfahren, räumliche Diskretisierung• Zeitliche Diskretisierung, explizites und implizites Euler-Verfahren• Stabilität und Stabilitätsgrenze• Turbulenzbeschreibung und Turbulenzmodelle (RANS, LES, DNS)• Inkompressible und kompressible Simulation, Druck-Geschwindigkeits-Koppelung• Parallelisierung• Spezielle Modellbildung: Mehrphasenströmung, konjugierte Wärmeübertragung, Fluid-Struktur-Interaktion
Literatur und weitere Lernangebote
<ul style="list-style-type: none">• R. Schwarze, <i>CFD-Modellierung</i>. Heidelberg: Springer Vieweg, 2013.• F. Moukalled, L. Mangani und M. Darwish, <i>The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics</i>. Cham: Springer, 2016.• H.K. Versteeg und W. Malalasekera, <i>An introduction to computational fluid dynamics</i>, 2. Auflage. Harlow: Prentice Hall, 2007.• J. Tu, G.-H. Yeoh und C. Liu, <i>Computational fluid dynamics</i>. Amsterdam: Elsevier, 2013.• Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS
Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 27			
Chemische Stoffumwandlung mit Wasserstoff			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 90 h Selbststudium	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Renner			
Lehrperson(en): Prof. Dr. Renner			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Chemische Stoffumwandlung mit Wasserstoff		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 5. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Praxismodul (32), Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36)		
Baut auf Modul(en) auf:	Chemie, Elektrochemie (3), Physik (9), Prozessauslegung und –simulation (17), Wasserstoffsicherheit (18)		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">• beschreiben die Reaktionen von Wasserstoff und CO₂.• beschreiben die Reaktionsmechanismen von Wasserstoff und Stickstoff.• beschreiben die Reaktionsmechanismen bei der Reduktion des Eisenerzes durch Wasserstoff.• beschreiben den Verbrennungsprozess von Wasserstoff in Luft.• stellen die Anlagenkonzepte für die verschiedenen Verfahren der Stoffumwandlung mit Wasserstoff dar.• beurteilen die energetischen Wirkungsgrade der verschiedenen Verfahren.• entwerfen Verfahrens- und Anlagenkonzepte für die Stoffumwandlung mit Wasserstoff			
Inhalt			
<ul style="list-style-type: none">• Verfahren (Sabatier-Reaktion, Haber-Bosch-Verfahren, Fischer-Tropsch-Synthese)• Power-to-Liquids (Methanol, Ammoniak, Kohlenwasserstoffe)• Power-to-Methane• Einsatz als Reduktionsmittel in der Stahlerzeugung und weiteren Industriezweigen• Einsatz in Hydro-Crack-Anlagen• Verbrennungstechnik			

Literatur und weitere Lernangebote

- C. Janiak, H. Meyer, D. Gudat, P. Kurz, E. Riedel, *Moderne anorganische Chemie*, 5. Auflage, Berlin: DeGruyter Verlag 2018
- K. Hertwig, L. Martens, C. Hamel, *Chemische Verfahrenstechnik*, 3. Auflage, Berlin: DeGruyter Verlag 2018
- T. Schmidt, *Wasserstofftechnik*, 2. Auflage, München: Hanser Verlag, 2022
- S. Geitmann, E. Augsten, *Wasserstoff und Brennstoffzellen*, 5. Auflage, Oberkrämer: Hydrogeit Verlag 2022
- S. Kumar, *Clean Hydrogen Production Methods*, Berlin: Springer Verlag 2015,
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-14087-2>
- Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 28			
Anlagenbetrieb			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 90 h Selbststudium	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Renner			
Lehrperson(en): Prof. Dr. Renner			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Anlagenbetrieb		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO): Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 5. Fachsemester) Bietet die Grundlage für Modul(e): Praxismodul (32), Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36) Baut auf Modul(en) auf: Chemie, Elektrochemie (3), Physik (9), Prozessauslegung und –simulation (17), Wasserstoffsicherheit (18)			
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none">• erklären die rechtlichen Rahmenbedingungen des Anlagenbetriebs.• beschreiben den Verantwortungsbereich der anlagenführenden Person.• charakterisieren die Betriebsarten der Anlage.• beurteilen die Wirkung der Anlagenbetriebszustände auf Mitarbeitende, Gesellschaft, Umwelt und Klima.• evaluieren die Wirtschaftlichkeit des Anlagenbetriebs.• entwickeln Strategien zur Optimierung des Anlagenbetriebs			
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Rechtliche Grundlagen• Inbetriebnahme, Regelbetrieb, Anfahren, Abfahren• Wartung und Instandhaltung• geplante und ungeplante Anlagenstillstände• Störfälle• Anlagenüberwachung• organisatorische Grundlagen des Anlagenbetriebs (Anlagensicherheit, Arbeitssicherheit)• wirtschaftliche Grundlagen des Anlagenbetriebs			

- Anlagenoptimierung

Literatur und weitere Lernangebote

- I. Zenke, M. Vollmer, *Anlagenplanung, Anlagenbau, Anlagenbetrieb für Unternehmen*, Berlin: De Gruyter Verlag 2016. <https://doi.org/10.1515/9783110354805>
- D. Schmidt, *Rechtliche Grundlagen für den Maschinen- und Anlagenbetrieb*, Wiesbaden: Springer Gabler 2014
- M. Schenk, *Instandhaltung technischer Systeme*, Berlin: Springer Verlag, 2010
- K. Weber, *Inbetriebnahme verfahrenstechnischer Anlagen*, Berlin: Springer Verlag 2019
- K. Weber, F. Mattukat, M. Schüßler, *Dokumentation verfahrenstechnischer Anlagen*, Berlin: Springer Verlag 2020
- U. Stephan, B. Schulz-Forberg, *Anlagensicherheit*, Berlin: Springer Vieweg 2021
- U. Hauptmanns, *Prozess- und Anlagensicherheit*, Berlin: Springer Vieweg 2020
- Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage 2 zur SPO): 29			
Allgemeinwissenschaftliches Wahlpflichtmodul (AWPM)			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sowohl im Winter- als auch im Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Dekan der Fakultät Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften			
Lehrperson(en):			
Dozenten / Dozentinnen der Fakultät Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften bzw. von der Fakultät beauftragte Lehrpersonen			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Auswahl von zwei Allgemeinwissenschaftlichen Wahlpflichtfächern (AWPF) (2 x 2 SWS) bzw. einem AWPF (1 x 4 SWS) aus dem Fächerangebot der Fakultät Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften (FANG)		Festlegung und Bekanntmachung erfolgen über die Fakultät Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften.	Festlegung und Bekanntmachung erfolgen über die Fakultät Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften.
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage 2 zur SPO):			
Bachelorstudiengang Maschinenbau (Pflichtmodul, 6. Fachsemester)			
Das Modul dient dem Aufbau interdisziplinärer Kompetenzen („studium generale“) und steht daher in keinem unmittelbar fachlichen Zusammenhang mit anderen Modulen dieses Studiengangs. Es kann in sämtlichen anderen Bachelorstudiengängen verwendet werden, sofern kein Sperrvermerk für diesen Studiengang vorliegt.			
Bietet die Grundlage für Modul(e):			
Baut auf Modul(en) auf:			
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage 2 zur SPO)			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
i. d. R. keine; Ausnahmen werden durch die Fakultät Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften festgelegt und bekanntgegeben.			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leis-		Prüfungssprache	
S.U.	S.U.	S.U.	
Jedes AWPF wird mit einer Prüfung abgeschlossen.			
Festlegung der Art der Prüfungen sowie deren Bekanntmachung erfolgen über die Fakultät Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften			

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)

Die fachspezifischen Lernziele sind abhängig von den jeweils ausgewählten AWPf.

Die Studierenden

- erwerben zudem Wissen und Kompetenzen, die nicht fachspezifisch sind, aber für das angestrebte Berufsziel bedeutsam sein können, wie beispielsweise spezielle Kenntnisse bei Fremdsprachen, in naturwissenschaftlichen oder auch in sozialwissenschaftlichen Gebieten.
- analysieren unterschiedlichste Fragestellungen.
- ordnen das fachspezifische Wissen in einen interdisziplinären Zusammenhang ein.
- übertragen das Gelernte auf die aktuelle Ausbildung.
- haben ihre Schlüsselkompetenzen und ggf. Fremdsprachenkompetenzen erweitert, wodurch die Persönlichkeitsbildung unterstützt wird, auch in interkultureller Hinsicht.
- sind sich ihrer Verantwortung in persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Hinsicht bewusst.

Inhalt

Fächerangebot der FANG aus den Bereichen

- Sprachen
- Kulturwissenschaften
- Naturwissenschaften und Technik
- Politik, Recht und Wirtschaft
- Pädagogik, Psychologie und Sozialwissenschaften
- Soft Skills
- Kreativität und Kunst

Ausgeschlossen aus dem Angebotskatalog der FANG sind Veranstaltungen, deren Inhalte bereits Bestandteile oder unmittelbar fachlich verwandt mit Teilen anderer Module des Studiengangs sind. Die entsprechenden Veranstaltungen sind im Fächerkatalog der FANG mit einem Sperrvermerk versehen.

Die Inhalte der einzelnen AWPfS sind auf der fakultätseigenen Homepage der FANG veröffentlicht.

Literatur und weitere Lernangebote

je nach gewählten AWPfS

Besonderes

4 Dritter Studienabschnitt – Anwendung und Praxis, 6. und 7. Semester

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 31			
Ingenieurwissenschaftliches Seminar			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Jedes Semester	Gesamt: 180 h 75 h Präsenz (5 SWS) 105 h Selbststudium	6
Modulverantwortlich: Prof. Dr.-Ing. Christel			
Lehrperson(en):			
Professorinnen und Professoren der Fakultät, Lehrbeauftragte aus der Industrie			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Einzelne Skill-Seminare, Seminar zum Praxisaustausch und Einzeltermine mit studentischen Vorträgen oder Gastvorträgen.		Seminar	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengänge <ul style="list-style-type: none">Maschinenbau (Pflichtmodul, 6. Fachsemester)Mechatronik (Pflichtmodul, 6. Fachsemester)Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 6. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Systematische Anlagenauslegung (23), Praxismodul (32), Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36).		
Baut auf Modul(en) auf:			
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
keine			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
keine			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Sonstige Prüfungsleistung, Form: Präsentation, Hausarbeit	-		Deutsch / Englisch
Besondere Zulassungsvoraussetzung: Teilnahmepflicht bei den Seminarterminen gemäß Anhang zur SPO.			

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)

Die Studierenden

- formulieren logisch in sich schlüssige Gliederungen und Forschungsfragen für eigene Arbeiten.
- abstrahieren komplexe Problemstellungen, formulieren Teilziele und planen die Arbeitspakete (zeitlich, inhaltlich, Ressourcen) mit Hilfe von IT-Werkzeugen.
- führen methodische (Literatur-)Recherchen zum Stand der Technik aus.
- zitieren wissenschaftliche Quellen korrekt in Ihrer Dokumentation.
- lösen technische Problemstellungen durch ingenieurwissenschaftliche Methoden, hinterfragen und evaluieren die Ergebnisse.
- verfassen wissenschaftlich fundierte Berichte und präsentieren Ihre Arbeitsergebnisse (Praxismodul, Bachelorarbeit) aussagekräftig und zielgruppenorientiert.
- nutzen online Kommunikationstools (z. B. Videokonferenzen) in der digitalen Arbeitswelt.
- diskutieren Arbeitsmethoden und –ergebnisse in der Gruppe und geben konstruktives Feedback.
- analysieren die angebotenen studentischen Vorträge und schätzen die Vorgehensweisen, Arbeitstechniken und Präsentationstechniken bezüglich der eigenen Abschlussarbeit / Präsentation ein.
- ziehen Schlüsse aus den Gastvorträgen der Industrie über den Stand der Technik und die bevorstehende berufliche Laufbahn.
- reflektieren persönliche Verhaltensweise und Kriterien für den Erfolg im beruflichen Umfeld.
- entwickeln ihre persönlichen und sozialen Kompetenzen und verbessern damit unter anderem Ihre Fähigkeit, technische Berichte / Präsentationen termingerecht zu erstellen, zum Teamwork oder ziel führend und effektiv zu kommunizieren.

Inhalt

Das Seminar bereitet die Praxisphase (32) vor und begleitet diese durch den Erfahrungsaustausch unter den Studierenden. Die Grundlagen des (ingenieur-)wissenschaftlichen Arbeitens werden für nachfolgende Projekte (23, 33) und die eigene Bachelorarbeit (36) gelegt.

Inhalte des Seminars:

- Wissenschaftliches Arbeiten (Analyse, Hypothese, Synthese, Validierung)
- Soft Skills, wie z. B. Präsentationstechnik, Gesprächsführung, Problemlösungsmethoden
- Projekt- und Selbstmanagement
- Reflexion der Praxisphase

Durchführung des Seminars (Organisation über Testatkarte):

- 4. Sem.: Skillseminare „Wissenschaftliches Arbeiten“ und „Kommunikation & Problemlösung“. Teilnahme an 3 Einzelterminen mit studentischen Vorträgen oder Gastvorträgen aus der Industrie.
- 5. Sem.: Skillseminar „Präsentieren & Schreiben“. Teilnahme an 3 Einzelterminen mit studentischen Vorträgen oder Gastvorträgen aus der Industrie.
- 6. Sem.: Seminar „Praxisaustausch“ zur Begleitung der Praxisphase
- 7. Sem.: Anfertigen eines Exposees und Präsentation der Bachelorarbeit

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 32			
Praxismodul			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sowohl im Winter- als auch im Sommersemester	Gesamt: 720 h 700 h Präsenz (Industrie, 0 SWS) 20 h Vorbereitung zum Industriepraktikum	24
Modulverantwortlich: Praktikantenbeauftragte(r)			
Lehrperson(en):			
entfällt			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
entfällt		entfällt	entfällt
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage 2 zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 6. Fachsemester).			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Bachelorarbeit (36)		
Baut auf Modul(en) auf:	Vorbereitung und Begleitung durch das ingenieurwissenschaftliche Seminar (31)		
	Fachlich aufbauend auf Modulen 1 bis 22		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage 2 zur SPO)			
Zum Zeitpunkt des Eintritts mindestens 90 ECTS-Punkte aus den Modulen 1-30.			
Vorlage eines Praktikantenvertrags beim Hochschulservice Studium (HSST) vor Antritt des Praktikums.			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Einzelne Veranstaltungen (wissenschaftliches Arbeiten, Präsentieren und Schreiben) des Ingenieurwissenschaftlichen Seminars (31)			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Praktikantenzeugnis		Deutsch	
Der Nachweis des erfolgreichen Absolvierens der Praxisphase wird durch ein Praktikantenzeugnis gegenüber dem HSST erbracht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">analysieren die betrieblichen Abläufe und (sozialen) Strukturen in der Unternehmenspraxis.transferieren die erlernten ingenieurwissenschaftlichen Inhalte durch Anwendung in der Praxis.setzen erlernte Methoden und Soft Skills (z. B. Projektmanagement, Kommunikationsfähigkeit, Problemlösungsmethoden) zielführend ein.entwickeln sich zu einer vollwertigen akademischen Arbeitskraft („Employability“).			
Inhalt			
Die geforderten Inhalte der Praxisphase werden in den Praktikumsrichtlinien des Studiengangs detailliert beschrieben. Nachfolgend sind die wesentlichen Merkmale kurz dargestellt:			
<ul style="list-style-type: none">Kennenlernen der betrieblichen Praxis unter ingenieuradäquater Betreuung im UnternehmenBegleitung und Reflexion der Praxisphase durch das ingenieurwissenschaftliche SeminarSelbständige Anwendung der im Studium erworbenen Kenntnisse und Methoden auf reale Problemstellungen aus der Ingenieurpraxis			

Literatur und weitere Lernangebote

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Je nach Unternehmen (interne Dokumentationen, Prozesse und Standards) und des jeweiligen Funktionsbereichs (Standardlehrbücher, wissenschaftliche Veröffentlichungen) |
|---|

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 33			
Anwendungsprojekt			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	jedes Semester 2x	Gesamt: 300 h 60 h Präsenz (4 SWS) 240 h Selbststudium	10
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Jung			
Lehrperson(en):			
alle Professorinnen und Professoren der Bachelorstudiengänge Maschinenbau und Mechatronik und Dozierende für die englischen Umfänge			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Communication Skills for Meetings, Writing Reports (2 SWS)		Seminaristischer Unterricht	Englisch
Projektarbeit (2 SWS)		Projekt	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage 2 zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul 7. Semester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Bachelorarbeit (36)		
Baut auf Modul(en) auf:	alle Lehrveranstaltungen des ersten bis sechsten Fachsemesters (1 bis 32)		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage 2 zur SPO)			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
für die englischen Umfänge Englischkenntnisse auf dem Niveau B1.2 / B2 (GER)			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Projekt	Studienbegleitend im 7. Semester	Deutsch mit englischen Anteilen	
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet der Fakultät veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">wenden das in anderen Modulen des Bachelorstudiengangs erworbene Wissen (Fachkenntnisse, Methoden und Verfahren) selbstständig an.benutzen erweiterte Projektmanagementmethoden und wenden diese unter Anleitung auf reale Aufgabenstellungen an.bearbeiten die Aufgabenstellung kooperativ und verantwortlich im Team.präsentieren komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht.recherchieren und analysieren den aktuellen Stand der Forschung und Technik.erstellen eine schriftliche Projektdokumentation in Form eines Berichts.präsentieren die wesentlichen Zwischen- und Endergebnisse dem Auftraggeber.benutzen im englisch sprachigen Teil neue projektbezogene und technische Vokabeln und Redewendungen.präsentieren die wesentlichen Projekthinhalte in englischer Sprache.präsentieren Projekthinhalte und technische Zusammenhänge in englischer Sprache.planen und führen Meetings auf verschiedenen Sprachebenen in Englisch durch.			

- benutzen die englische Sprache auf verschiedenen Ebenen angemessen in unterschiedlichsten Geschäftssituationen.

Inhalt

- wissenschaftliches Arbeiten
- Entwicklungsmethodik
- Kommunikationstechniken
- Teambesprechungen und-kommunikation
- Präsentationstechniken
- Projektdokumentation
- englischsprachige Kommunikation und Präsentationen

Literatur und weitere Lernangebote

- Skripte „Projektmanagement für den Studiengang Maschinenbau“ Band 1 und Band 2 (im Intranet der Fakultät verfügbar)
- J. Feldhusen und K.-H. Grote, *Pahl/Beitz Konstruktionslehre*, 8. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2013.
- VDI-Richtlinie 2222, *Konstruktionsmethodik - Methodisches Entwickeln von Lösungsprinzipien*, VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung: Düsseldorf, 1997.
- U. Lindemann, *Methodisches Entwickeln technischer Produkte*, 3. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag 2009.
- Vorlesungsunterlagen im eLearning-System der THWS

Besonderes

Im Nachlauf der Zwischenpräsentation findet im Regelfall eine Exkursion zu dem Industriepartner statt. Im Rahmen dieser Veranstaltung stellen die Studierenden die bis zu diesem Zeitpunkt erarbeiteten Projektergebnisse dem Industrie- bzw. Forschungspartner unter praxisrelevanten Bedingungen vor.

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 34			
Technisches Praktikum			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sowohl im Winter- als auch im Sommersemester	Gesamt: 90 h 30 h Präsenz (2 SWS) 60 h Selbststudium	3
Modulverantwortlich: Prof. Dr.-Ing. Vogt			
Lehrperson(en):			
Gemäß der Liste der Praktikumsversuche (eLearning-Kurs)			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Teilnahme an insgesamt 9 Versuchen im Verlauf des Studiums, davon maximal vier Versuche in den ersten drei Semestern		Praktikum	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, nominell dem 7. Fachsemester zugeordnet)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36)		
Baut auf Modul(en) auf:	Zu den Versuchen fachlich passende Module des Studiengangs (siehe Versuchsbeschreibungen), Messtechnik in Wasserstoffanlagen (16)		
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
Nachweis der erfolgten Sicherheitsbelehrung „Allgemeine Sicherheitsaspekte bei Arbeiten in den Laboren“ im Rahmen der Einführungsveranstaltung für Erstsemester (findet jedes Semester statt)			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Die empfohlenen Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse können den Beschreibungen der einzelnen Praktikumsversuche entnommen werden.			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Sonstige Prüfungsleistung, Form: praktische Studienleistung gem. §27 APO	---	Deutsch	
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet der Fakultät veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">wenden das Wissen aus anderen Modulen des Studiengangs in einem Versuch an, identifizieren das für eine erfolgreiche Versuchsdurchführung benötigte und in verschiedenen Modulen erlernte Wissen und verknüpfen es interdisziplinär.analysieren auf wissenschaftlicher Grundlage die Prozesse und Methoden, die in den Versuchen angewendet werden.planen Experimente, führen diese durch und dokumentieren die Ergebnisse und die Vorgehensweise wissenschaftlich korrekt.interpretieren Versuchsergebnisse und ziehen daraus begründete Schlussfolgerungen.			

Inhalt

- Die Inhalte können den Beschreibungen der einzelnen Versuche entnommen werden. Dabei stammen die angebotenen Versuche aus verschiedenen Gebieten der Wasserstofftechnik und werden in allen Laboren der Fakultät Maschinenbau angeboten. Zusätzlich werden Versuche zu den Grundlagen der Ingenieurwissenschaften, z.B. Physik, Chemie, angeboten.

Literatur und weitere Lernangebote

- Versuchsanleitungen, Skripte und ergänzende Unterlagen im eLearning-System der THWS

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 35			
Ethik, Kostenrechnung			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemesterr	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 90 h Selbststudium	5
Modulverantwortlich: Prof. Dr. Ankenbrand			
Lehrperson(en):			
Prof. Dr. Ankenbrand, Prof. Dr. Kraus			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Kostenrechnung (2 SWS)		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Ethik (2 SWS)		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 7. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):	Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36)		
Baut auf Modul(en) auf:			
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Kostenrechnung: Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min	Deutsch	
Ethik: Sonstige Prüfungsleistung (Portfolioprüfung)		Deutsch	
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet der Fakultät veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">• klassifizieren Begriffe der Kostenrechnung.• interpretieren Kostenverläufe.• führen Methoden der Kostenrechnung aus.• beschreiben die grundlegenden Begriffe und Inhalte anerkannter Normenkataloge.• legen dar, mit welchen Faktoren Verantwortung und Vertrauen beschrieben werden.• erläutern das Analysekonzept für Weltanschauungen und dessen Elemente sowie generische Beispiele.• erklären den Doppelcharakter von Werten und deren normative Kernfunktionen in Unternehmen.			

Inhalt

- Grundlagen und Zusammenhänge des Controlling
- Instrumente des Controlling
- KLR als Info- und Steuerungssystem
- Kostenarten-, -stellen-, -trägerrechnung
- Systeme und Methoden der Kostenrechnung, Einsatzmöglichkeiten und Grenzen
- Ethik, Werte, Moral & Normen: Funktionen und Relevanz in Unternehmen und Organisationen
- Weltanschauungsanalyse: Philosophische Grundlagen spezifischer Wertvorstellungen
- Multirationales Management: Professioneller Umgang mit Widersprüchen und Dilemmata in Unternehmen und Organisationen

Literatur und weitere Lernangebote

- G. Friedl, C. Hofmann und B. Pedell, *Kostenrechnung: Eine entscheidungsorientierte Einführung*, 3., überarbeitete Auflage. München: Franz Vahlen, 2017.
- M. Aßländer, Hrsg., *Handbuch Wirtschaftsethik*. Stuttgart: Verlag J.B. Metzler, 2011.
- K. Schedler, Hrsg., *Multirationales Management*. Bern: Verlag Haupt, 2013.
- F. Glauner, *Zukunftsfähige Geschäftsmodelle und Werte*. Berlin: Springer Gabler, 2016.

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 36			
Bachelorarbeit			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Jedes Semester	Gesamt: 360 h Präsenz an THWS (Besprechungen mit Betreuer) nach Aufwand, ca. 6 h 354 h Selbststudium	12
Modulverantwortlich: Studiendekan			
Lehrperson(en):			
Von der Prüfungskommission bestellte Betreuende (Prüfende)			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
entfällt		entfällt	entfällt
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 7. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):			
Baut auf Modul(en) auf:		alle Module des Studiengangs	
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
a) mindestens 150 CP erreicht			
b) alle Module der ersten drei Studiensemester (Module 1 bis 18) bestanden			
c) Praxismodul (32) mit Erfolg abgelegt			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Lernergebnisse aller Module des Studiengangs erreicht			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer	Prüfungssprache	
Bachelorarbeit nach §30 APO (und §8 SPO)	Bearbeitungsumfang bei zusammenhängender ausschließlicher Bearbeitung 10 Wochen	Deutsch / Englisch	
Die Konkretisierung der Randbedingungen erfolgt unter anderem über das Anmeldeformular der Bachelorarbeit. Dieses ist im Intranet der Fakultät veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">wenden ihre Fach- und Methodenkenntnisse selbstständig und fach-/ modulübergreifend auf ein Problem aus dem Fachgebiet des Studiengangs an, um ingenieurmäßig eine Lösung auf wissenschaftlicher Grundlage zu erarbeiten.schätzen die Auswirkung von ingenieurwissenschaftlichen Lösungen im gesellschaftlichen und ökologischen Umfeld ein und handeln entsprechend den berufsethischen Grundsätzen und Normen.bewerten ihr vorhandenes Wissen kritisch, erkennen fehlende Kenntnisse und erweitern ihr bestehendes Wissen eigenverantwortlich.reflektieren kritisch ihre eigene Arbeit.wenden die Methoden des Projektmanagements an, um die gewünschten Ziele in begrenzter Zeit und mit begrenzten Hilfsmitteln und Budgets zu erreichen.stellen ihre Ergebnisse und ihre Vorgehensweise nachvollziehbar und entsprechend der Grundsätze des wissenschaftlichen Arbeitens in einem technischen Bericht schriftlich dar.			

- fügen sich in das soziale Umfeld eines Unternehmens ein (nur bei Durchführung der Arbeit in einem Unternehmen).

Inhalt

Selbstständige Bearbeitung eines Problems aus dem Fachgebiet des Studiengangs auf wissenschaftlicher Grundlage

Literatur und weitere Lernangebote

- Fachliteratur entsprechend der Aufgabenstellung der Bachelor-Arbeit
- H. Balzert, *Wissenschaftliches Arbeiten*, 2. Auflage. Herdecke: W3L-Verlag, 2013.
- H. Hering, *Technische Berichte: verständlich gliedern, gut gestalten, überzeugend vortragen*, 8., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019.
- H. Hering, *How to write technical reports: understandable structure, good design, convincing presentation*, 2. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer, 2019.

Besonderes

Die Bachelor-Arbeit darf mit Zustimmung der Prüfungskommission in einer Einrichtung außerhalb der Hochschule ausgeführt werden, wenn die Betreuung durch die Prüfenden der Hochschule sichergestellt ist.

5 Zweiter Studienabschnitt - Fachwissenschaftliche Wahlpflichtmodule (FWPM), 4. und 5. Semester

Modul-Nr. (gemäß Anlage 2 zur SPO): 24			
Fachwissenschaftliches Wahlpflichtmodul (FWPM) 1			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Studiendekan			
Lehrperson(en):			
Die Lehrpersonen können den Beschreibungen im Katalog der einzelnen FWPM-Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Siehe Katalog der FWPM-Lehrveranstaltungen		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Es sind zwei der wählbaren Lehrveranstaltungen aus dem im Studienplan vorgegebenen Katalog zu diesem Modul auszuwählen.			
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage 2 zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 4. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):		Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36)	
Baut auf Modul(en) auf:			
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage 2 zur SPO)			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Die empfohlenen Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet der Fakultät veröffentlicht.			

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)

In den fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen wählen die Studierenden aus einem breiten Katalog an Lehrveranstaltungen aus allen Fachgebieten des Maschinenbaus entsprechend ihren eigenen Neigungen und Berufserwartungen aus. Damit erarbeiten sie sich einen individuellen Schwerpunkt, womit aber keine tiefgehende Spezialisierung auf nur noch ein bestimmtes Einsatzgebiet verbunden ist. Die Studierenden treffen die Entscheidung, ob sie ihre Kenntnisse in einem bestimmten Interessengebiet weiter vertiefen oder ihre Kenntnisse fachlich verbreitern.

Die lehrveranstaltungsbezogenen Lernziele können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.

Inhalt

Die Inhalte können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.

Literatur und weitere Lernangebote

Die Literaturangaben können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.

Besonderes

Modul-Nr. (gemäß Anlage zur SPO): 30			
Fachwissenschaftliches Wahlpflichtmodul (FWPM) 2			
Dauer des Moduls	Turnus	Workload	ECTS-Credit Points
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 150 h 60 h Präsenz (4 SWS) 60 h Selbststudium 30 h Prüfungsvorbereitung	5
Modulverantwortlich: Studiendekan			
Lehrperson(en):			
Die Lehrpersonen können den Beschreibungen im Katalog der einzelnen FWPM-Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
Siehe Katalog der FWPM-Lehrveranstaltungen		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Es sind zwei der wählbaren Lehrveranstaltungen aus dem im Studienplan vorgegebenen Katalog zu diesem Modul auszuwählen.			
Verwendbarkeit und Studiensemester (gemäß Anlage zur SPO):			
Bachelorstudiengang Wasserstofftechnik (Pflichtmodul, 5. Fachsemester)			
Bietet die Grundlage für Modul(e):		Anwendungsprojekt (33), Bachelorarbeit (36)	
Baut auf Modul(en) auf:			
Verpflichtende Teilnahmevoraussetzungen (gemäß Anlage zur SPO)			
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Die empfohlenen Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.			
Art der Prüfung / Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Prüfungsdauer		Prüfungssprache
Schriftliche Prüfung	90 bis 120 min		Deutsch
Die konkrete Festlegung der Prüfungsdauer, des Prüfungsumfangs und weiterer Prüfungsrandbedingungen (z.B. erlaubte Hilfsmittel) erfolgt in den Prüfungsbedingungen. Diese werden jeweils zu Beginn des Semesters im Intranet der Fakultät veröffentlicht.			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss des Moduls)			
In den fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen wählen die Studierenden aus einem breiten Katalog an Lehrveranstaltungen aus allen Fachgebieten des Maschinenbaus entsprechend ihren eigenen Neigungen und Berufserwartungen aus. Damit erarbeiten sie sich einen individuellen Schwerpunkt, womit aber keine tiefgehende Spezialisierung auf nur noch ein bestimmtes Einsatzgebiet verbunden ist. Die Studierenden treffen die Entscheidung, ob sie ihre Kenntnisse in einem bestimmten Interessengebiet weiter vertiefen oder ihre Kenntnisse fachlich verbreitern.			
Die lehrveranstaltungsbezogenen Lernziele können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.			

Inhalt
Die Inhalte können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.
Literatur und weitere Lernangebote
Die Literaturangaben können den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen entnommen werden.
Besonderes

Katalog der Lehrveranstaltungen für die Module 24 (FWPM 1) und 30 (FWPM 2)

Name der Lehrveranstaltung (LV) im Modul 24	Verantwortlich für die Lehrveranstaltung
Flugtechnik (24.01)	Möbus
Qualitätsmanagement und Fertigungstechnik (24.02)	Sommer
Sondergebiete der Verbrennungsmotoren (24.03)	Schlachter
Verbrennungstechnik (24.04)	Blotevogel
Wälzlageranwendungen (24.05)	Sommer
Werkstoffe in der Schweißtechnik (24.06)	Latteier
Produktionssystematik (24.07)	Krüger
Datenanalyse für Ingenieure (24.08)	Schreiber
Name der Lehrveranstaltung (LV) im Modul 30	Verantwortlich für die Lehrveranstaltung
Additive Fertigung von metallischen Bauteilen (30.01)	Versch
Akustik (30.02)	Retka
Einführung in die finite Elemente Methode (FEM) (30.03)	Mengelkamp
Marketing / Technischer Vertrieb (30.04)	Rieß
Maschinelles Lernen (30.05)	Meyer
Signale und Systeme (30.06)	Pecher
Systematische Materialauswahl im Entwicklungsprozess (30.07)	Spielfeld
Produktionssystematik (30.08)	Krüger
Werkstoffe und Fertigungsverfahren im Karosseriebau (30.09)	Müller
Systematische Untersuchung technischer Schadensfälle (30.10)	Loos

Flugtechnik – 24.01
Dauer der LV

1 Semester

Turnus

Sommersemester

Workload

 Gesamt: 75 h
 30 h Präsenz (2 SWS)
 30 h Selbstlernphasen
 15 h Prüfungsvorbereitung

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung:

Prof. Dr.-Ing. Möbus

Lehrperson(en):

Prof. Dr.-Ing. Möbus

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)
Lehr- und Lernformen
Unterrichtssprache

Seminaristischer Unterricht, Übung

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Strömungsmechanik (14), Grundlagen der Mechanik (5), Werkstofftechnik 1 und 2(4,10)

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- interpretieren Bauvorschriften richtig und nennen die rechtlichen Besonderheiten des Flugzeugbaus.
- beschreiben den Aufbau eines Flugzeugs und die Funktionsweise der Flugsteuerung.
- nennen die in der Luftfahrt eingesetzten Werkstoffe und beurteilen sie nach geeigneten Kriterien.
- beschreiben den konstruktiven Aufbau der Zelle und berechnen einzelne Komponenten.
- nennen wichtige aerodynamische Beiwerte sowie deren Zusammenhang (Polare) und unterscheiden zwischen den Eigenschaften des Profils und denen des Flügels endlicher Spannweite.
- beschreiben Funktionsweise von Flugtriebwerken und geben die wichtigsten Komponenten an.
- berechnen einfache flugmechanische Zusammenhänge.

Inhalt

- Internationale und nationale Organisation der Luftfahrt
- Bauvorschriften am Beispiel ausgewählter Flugzeugsysteme
- Struktureller Aufbau des Flugzeugs
- Werkstoffe in der Luftfahrt
- Flugzeugaerodynamik
- Flugtriebwerke
- Flugleistung

Literatur und weitere Lernangebote

- C.-C. Rossow, *Handbuch der Luftfahrzeugtechnik*. München: Hanser, 2014
- K. Engmann, *Technologie des Flugzeugs*, 6. Auflage. Vogel Verlag, 2013.
- J. Scheiderer, *Angewandte Flugleistung*, Berlin. Springer, 2008.
- G. Gratton, *Initial Airworthiness*, 2. Auflage. Cham: Springer, 2018.
- Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS

Besonderes

Qualitätsmanagement und Fertigungsmesstechnik - 24.02

Dauer des Moduls	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 75 h 30 h Präsenz (2 SWS) 30 h Selbstlernphasen 15 h Prüfungsvorbereitung

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr.-Ing. Sommer

Lehrperson(en):

Prof. Dr.-Ing. Sommer

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Fertigungs- und Produktionstechnik, Messtechnik in Wasserstoffanlagen (16)

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- geben die wesentlichen Einsatzbereiche, Ziele und Aufgaben der Fertigungsmesstechnik im Qualitätsmanagement an.
- wenden das gesetzliche Messwesen an.
- konzipieren manuelle und automatisierte Messsysteme und –prozesse.
- bewerten und validieren industrielle Prozesse.
- planen Abnahmen von Messsystemen und –prozessen und führen die Abnahmen durch.

Inhalt

- Konzipierung und Einsatz von manuellen und automatischen Messsystemen und –prozessen
- Methoden der fehlerfreien Produktion im Rahmen moderner Qualitätsmanagement Systeme.
- Auslegung und Konzipierung der Messsysteme und –prozesse als autonom arbeitende Systeme.
- Gewährleistung hoher Zuverlässigkeitsanforderungen um die Ziele der Null-Fehler-Produktion zu erreichen.
- Integration optischer Messverfahren in automatisierten Wertschöpfungsprozessen.

Literatur und weitere Lernangebote

- *Normen zum Qualitätsmanagement*, Beuth Verlag, DIN EN ISO 9000 ff jeweils aktuelle Fassung.
- G. Linß, *Qualitätsmanagement für Ingenieure*. München: Hanser Verlag, 2015.
- S. Sommer, *Taschenbuch automatisierte Montage- und Prüfsysteme*. München: Hanser Verlag, 2008.

Besonderes

Gastvorträge aus der Praxis

Sondergebiete der Verbrennungsmotoren – 24.03

Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 75 h 30 h Präsenz (2 SWS) 30 h Selbststudium 15 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung:		Prof. Dr.-Ing. Schlachter
Lehrperson(en):		

Prof. Dr.-Ing. Schlachter

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Ingenieurmathematik 1 und 2I (1, 7), Physik (9), Thermodynamik 1 und 2 (2, 8), Strömungsmechanik (14)

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- zeichnen die historische Entwicklung des wissenschaftlichen Maschinenbaus und die damit eng verknüpfte Entwicklung des Verbrennungsmotors auf.
- analysieren und interpretieren frühere Entwicklungen und Verknüpfungen und entwickeln ein Selbstverständnis in Bezug auf den eigenen Studiengang in ihrer und für ihre Hochschule.
- beschreiben und bewerten die zeitliche Entwicklung von spezifischer Arbeit und Nenndrehzahl sowie die damit verbundene Entwicklung der Motorleistung.
- verwenden die korrekte Fachterminologie in Gruppendiskussionen sowie bei Fragen.
- nennen und zeichnen die Extremlagen der Arbeitskolben bei Hubkolben- und Wankelmotoren sowie die dazwischenliegenden Arbeitstakte.
- berechnen kinematische und volumetrische Größen von Wankelmotoren, sie analysieren und bewerten deren freie Massenwirkungen und Ungleichförmigkeitsgrade.
- entwickeln dazu schematisch/zeichnerisch den Drehmomentverlauf beider Motorbauarten.
- geben vergleichend den Aufbau der Kreisprozesse von Viertakt- und Stirlingmotor an und schreiben jeweils die Gründe für reale Abweichungen von den Idealprozessen auf.
- benennen die der motorischen Aufladung zugrundeliegenden Kenngrößen.
- konstruieren Schlucklinien für aufgeladene Motoren.
- zählen systematisch Arten von Aufladung und Ausführungsformen von Verdrängern und Verdichtern auf und zeichnen Laderkennfelder.
- beschreiben reale technische Systeme und Maschinen, die mit diesen Kreisprozessen modelliert werden können.
- geben den Aufbau von Turboladern sowie die Möglichkeiten zu deren Regelung an.
- analysieren den Einfluss fossiler Kraftstoffe auf die Kohlendioxidemissionen und geben Wirkketten für den Einsatz alternativer Kraftstoffe an.
- entwerfen und beurteilen Nockenkonturen und Ventildfedern für den Ladungswechsel.
- analysieren und bewerten in Gruppenarbeit Geometrie und Kennlinien von Ventildfedern.

Inhalt

- Historische Einordnung Verbrennungsmotoren und wissenschaftlicher Maschinenbau
- Wankelmotor und vergleichende Betrachtung Wankel- / Hubkolbenmotor
- Stirlingmotor
- Aufladung von Verbrennungsmotoren
- Alternative Kraftstoffe
- Steuerung des Ladungswechsels
- Nocken geometrie und Ventildfeder
- Bauteile und Schadensfälle (Gastvortrag)

Literatur und weitere Lernangebote

- R. van Basshuysen, *Handbuch Verbrennungsmotor*, 8. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2017.
- H. Pucher, K. Zinner, *Aufladung von Verbrennungsmotoren*, 4. Auflage. Heidelberg: Springer 2012.
- R. Teichmann, *Grundlagen Verbrennungsmotoren*, 8. Auflage. Wiesbaden: Springer 2018.
- Unterlagen im eLearning-System der THWS
- Sammlung zusammengestellter Lehrvideos zu Geschichte und Wankel (im Skriptum verlinkt)

Besonderes

Verbrennungstechnik – 24.04

Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 75 h 30 h Präsenz (2 SWS) 30 h Selbststudium 15 h Prüfungsvorbereitung

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr.-Ing. Blotevogel

Lehrperson(en):

Prof. Dr.-Ing. Blotevogel

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Ingenieurmathematik 1 und 2I (1, 7), Physik (9), Chemie (3), Thermodynamik 1 und 2 (2, 8)

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- zeichnen die Basis-Wirkkette der Verbrennung.
- nennen die wesentlichen Flammentypen der technischen Verbrennung.
- unterscheiden die Flammentypen anhand der typischen Eigenschaften und geben typische Einsatzgebiete der verschiedenen Flammentypen an.
- zählen die Startvoraussetzungen für Verbrennungsprozesse sowie technische Kennwerte zur Beschreibung dieser Startvoraussetzungen auf.
- führen eine grundlegende Verbrennungsrechnung durch und berechnen den Luftbedarf und die Abgaszusammensetzung bei einem Verbrennungsprozess mit gasförmigen, flüssigen und festen Brennstoffen.
- untersuchen die Energetik von Verbrennungsprozessen durch Anwendung des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik auf Verbrennungsprozesse, z.B. sie berechnen die Wärmefreisetzung oder die adiabate Verbrennungstemperatur.
- nennen die grundlegenden Zusammenhänge und Einflussparameter bei der Schadstoffentstehung und analysieren damit Verbrennungsprozesse.

Inhalt

- Thermodynamik der Verbrennungsprozesse; Chemie der Verbrennung
- Typen der technischen Verbrennung (Zündprozesse; laminare und turbulente Vormischflamme, laminare und turbulente nicht-vorgemischte Flamme)
- Verbrennungsrechnung (u.a. Luftbedarf, Abgaszusammensetzung, Energetik und Wirkungsgrad)
- Schadstoffentstehung und –reduzierung
- Messtechnik für Verbrennungsprozesse (konventionell und optisch)

Literatur und weitere Lernangebote

- F. Dinkelacker und A. Leipertz, *Einführung in die Verbrennungstechnik*, 3. Auflage. Erlangen: ESYTEC, 2012.
- J. Warnatz, U. Maas und R. W. Dibble, *Combustion*, 4. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer, 2006.
- F. Joos, *Technische Verbrennung: Verbrennungstechnik, Verbrennungsmodellierung, Emissionen*. Berlin: Springer, 2006.
- S. McAllister, J.-Y. Chen und A. C. Fernandez-Pello, *Fundamentals of Combustion Processes*. New York: Springer, 2011.
- I. Glassman, R. A. Yetter und N. G. Glumac, *Combustion*, 5. Auflage. Amsterdam: Academic Press, 2014.

Besonderes

Wälzlageranwendungen – 24.05

Dauer des Moduls	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 75 h 30 h Präsenz (2 SWS) 30 h Selbstlernphasen 15 h Prüfungsvorbereitung

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr.-Ing. Sommer

Lehrperson(en):

Prof. Dr.-Ing. Sommer

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Maschinenelemente und Konstruktion

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- unterscheiden die wesentlichen Anwendungsgebiete von Wälzlagern.
- wählen Wälzlager für den Einsatz in mechanischen Systemen aus.
- interpretieren die Berechnungsmethoden komplexer Wälzlagersysteme.
- bewerten und prüfen besondere Anwendungsgebiete von Wälzlagersystemen.
- beurteilen die Diagnose und Wartung von Wälzlagersystemen.

Inhalt

- Konzipierung und Berechnung von Wälzlagern
- Einsatz von Wälzlagersystemen
- Messtechnik für Wälzlager
- Produktion von Wälzlagern
- Condition Monitoring von Wälzlagersystemen im Betrieb
- Diskussion unterschiedlicher Anwendungsgebiete, z.B. für Windkraftanlagen, Industriegetrieben und Mobilitätsanwendungen

Literatur

- Schaeffler AG, *Die Wälzlagerpraxis*. Mainz: Vereinigte Fachverlage, 2015.
- H. Wittel, D. Jannasch, J. Voßiek und C. Spura, *Roloff/Matek Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung*, 23. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag, 2017.

Besonderes

Gastvorträge aus der Praxis

Werkstoffe in der Schweißtechnik – 24.06

Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 60 h 30 h Präsenz (2 SWS) 20 h Selbstlernphasen 10 h Prüfungsvorbereitung
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung:		LBA Dipl.-Ing (FH) Latteier (EWE)
Lehrperson(en):		

LBA Dipl.-Ing (FH) Latteier (EWE)

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Grundlagen der Werkstofftechnik

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- beschreiben die grundsätzlichen Methoden der Werkstoffauswahl unter schweißtechnischen Gesichtspunkten.
- geben die Einflussfaktoren auf die Schweißeignung von Stählen und Aluminium an.
- stellen dar, welchen Einfluss eine punktförmige Wärmequelle auf ein Bauteil bzw. dessen Werkstoff hat.
- erkennen die Sprödbruchproblematik beim Schweißen, wählen entsprechende Gegenmaßnahmen aus und wenden diese an.
- benennen die Fehler, die in einer Schweißverbindung auftreten können, wählen passende Prüfverfahren aus, um diese Fehler zu finden, und schlagen Gegenmaßnahmen vor.
- beschreiben den Aufbau einer Schweißnaht und die wesentlichen Einflussgrößen beim Schweißen der wichtigsten Stahlsorten.
- wenden z. B. das Schaeffler-Diagramm sachgerecht an und sagen das schweißmetallurgische Verhalten von Stählen vorher.

Inhalt

- Stähle und ihre Eigenschaften
- Einfluss des Schweißprozesses auf die Eigenschaften der Verbindung
- Schweißmetallurgie von Stählen und Nichteisenmetallen
- Prüfen von Schweißverbindungen

Literatur und weitere Lernangebote

- G. Schulze, *Die Metallurgie des Schweißens*, 4. Auflage. Berlin: Springer Verlag, 2010.
- H. Fahrenwaldt et al., *Praxiswissen Schweißtechnik*, 5. Auflage. Berlin: Springer Verlag, 2015.
- J. Schuster, *Schweißen von Eisen-, Stahl- und Nickelwerkstoffen*, 2. Auflage. Düsseldorf: DVS-Media, 2009.
- Unterlagen auf der eLearning-Plattform der Hochschule

Besonderes

Produktionssystematik – 24.07			
Dauer der LV	Turnus	Workload	
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 75 h 30 h Präsenz (2 SWS) 30 h Selbststudium 15 h Prüfungsvorbereitung	
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung:		Prof. Dr.-Ing. Krüger	
Lehrperson(en):			
Prof. Dr.-Ing. Krüger			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Fertigungs- und Produktionstechnik „Spanende Fertigung“			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)			
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none">• beschreiben die Auftragsabwicklung im Unternehmen• beschreiben verschiedene Planungsmethoden im Rahmen der Fertigungsplanung (Operationsplanung, Montageplanung, Erstellung von Arbeitsplänen) und wenden diese Methoden auf typische Aufgabenstellungen an.• beschreiben grundlegenden Planungsverfahren der Fertigungssteuerung (Kapazitätsplanung, Terminplanung) und wenden diese Methoden auf typische Aufgabenstellungen an.• beschreiben die Methoden zur Optimierung in der Fertigung (z.B. Wertstromanalyse und -design) und wenden diese Möglichkeiten auf typische Aufgabenstellungen an.			
Inhalt			
<ul style="list-style-type: none">• Unterschiedliche Auftragsabwicklungsprozesse im Unternehmen• Inhalte von Arbeitsplänen verstehen und Arbeitspläne erstellen• Vorgehensweise bei der Fertigungsplanung und angewandte Methoden• Lang- und kurzfristige Planungsaufgaben• Fertigungssteuerung mit Kapazitäts- und Terminplanung• Wertstromanalyse und- design			
Literatur und weitere Lernangebote			
<ul style="list-style-type: none">• Vorlesungsunterlagen im eLearning-System der THWS			
Besonderes			

Datenanalyse für Ingenieure – 24.08			
Dauer der LV	Turnus	Workload	
1 Semester	Sommersemester	Gesamt: 60 h 30 h Präsenz (2 SWS) 20 h Selbstlernphasen 10 h Prüfungsvorbereitung	
Verantwortlich für die Lehrveranstaltung:		Prof. Dr.-Ing. Schreiber	
Lehrperson(en):			
Prof. Dr.-Ing. Schreiber			
Zugehörige Lehrveranstaltung(en)		Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
		Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch
Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse			
Ingenieurmathematik 1 und 2 (1, 7), Physik (9), Messtechnik (16)			
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none">nennen die wesentlichen Begriffe, Definitionen und Verfahren der explorativen Datenanalyse.zählen Datenquellen, Datentypen und dafür geeignete Darstellungsarten auf.benutzen angepasste Methoden zur zielgerichteten Datenerhebung.wählen Verteilungsmodelle (Gleichverteilung / Normalverteilung / Weibull-Verteilung / ...) aus und ordnen Aussagen zu Mittelwert, Median und Streuungsmaßen korrekt zu.benennen Aussagen zu Vertrauensbereichen und Signifikanz.analysieren Daten aus Simulationen, Erprobung, Fertigung und Feldeinsatz und schlagen Maßnahmen zur Optimierung von Produkten und Prozessen vor.wenden das Abweichungsfortpflanzungsgesetz an und schlagen davon ausgehend fertigungs-, montage- und funktionsgerechte Bauteil- und Baugruppentoleranzen vor.geben die Besonderheiten der Interpretation von Lebensdauerdaten an und beurteilen Ergebnisse diesbezüglich korrekt.			
Inhalt			
<ul style="list-style-type: none">Aufbereitung und Auswertung ungeplanter (historischer) DatenGrundzüge der statistischen VersuchsplanungAusgleichsrechnung mittels Polynomregression und KrigingToleranzanalyse und ToleranzdesignGrundzüge der Lebensdaueranalyse			
Literatur und weitere Lernangebote			
<ul style="list-style-type: none">S. Brandt, Datenanalyse für Naturwissenschaftler und Ingenieure, 5. Auflage, Heidelberg: Springer, 2013.W. Kleppmann, Versuchsplanung, 10. Auflage. München: Hanser, 2020NIST/SEMATECH: e-Handbook of Statistical Methods, http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS			
Besonderes			

Additive Fertigung von metallischen Bauteilen – 30.01

Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 75 h 30 h Präsenz (2 SWS) 30 h Selbstlernphasen 15 h Prüfungsvorbereitung

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr.-Ing. Versch

Lehrperson(en):

Prof. Dr.-Ing. Versch

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Werkstofftechnik, Fertigungstechnik

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- geben die besonderen Anforderungen an den Arbeits- und Gesundheitsschutz im Umgang mit Metallpulvern und Laser sowie an die Arbeitsplatzgestaltung additiver Fertigungsbereiche an.
- zählen die additiven Fertigungsverfahren zur Herstellung metallischer Bauteile sowie deren Eigenschaften einschließlich der anwendbaren Werkstoffe auf.
- zeichnen den Maschinenaufbau additiver Fertigungsmaschinen und ihre Baugruppen, insbesondere optische Komponenten, grob auf
- beurteilen die Auswirkung der Wahl technologischer Parameter auf die technisch-physikalisch ablaufenden Vorgänge im Bauprozess und deren Auswirkungen auf die Bauteileigenschaften
- identifizieren wirtschaftlich sinnvolle Einsatzfelder und wählen das geeignete Fertigungsverfahren und die beste Fertigungsstrategie anforderungsgerecht für unterschiedliche Applikationen aus.
- wenden Regeln zur fertigungsgerechten Gestaltung additiv herstellbarer Bauteile an
- benutzen die korrekte Vorgehensweise der Datenaufbereitung vom digitalisierten Bauteilmodell (CAD Daten) und deren Verbindung mit Technolgie-daten zur Erstellung des Bau-Programms
- nennen die Verfahrensgrenzen der Verfahren und notwendige Nacharbeitsschritte

Inhalt

- Arbeitsplatzgestaltung sowie Arbeits- und Gesundheitsschutz in der Additiven Fertigung
- Additive Technologien: Pulverbett und Pulverdüse mit Komplettbearbeitung
- Maschinenaufbau additiver Fertigungsanlagen für Metallbauteile insbesondere Optik
- Möglichkeiten der additiven Bauteilgestaltung und Anforderungen an die Gestaltung aus der Technologie
- Auswahl der Herstellungsstrategie
- Datenaufbereitung zur Erstellung von Baujobs
- Technologischer Prozess und Möglichkeiten zur In-Process-Messung der Qualität
- Nachbearbeitung additiv hergestellter Bauteile zum einbaufertigen Teil

Literatur und weitere Lernangebote

- U. Berger, A. Hartmann und D. Schmid, *Additive Fertigungsverfahren: Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Rapid Manufacturing*. Haan: Europa-Lehrmittel, 2013.
- A. Gebhardt, *Additive Fertigungsverfahren: Additive Manufacturing und 3D-Drucken für Prototyping - Tooling – Produktion*. München: Carl Hanser Verlag, 2016.

Besonderes

Akustik- 30.02
Dauer der LV

1 Semester

Turnus

Wintersemester

Workload

 Gesamt: 75 h
 30 h Präsenz (2 SWS)
 30 h Selbstlernphasen
 15 h Prüfungsvorbereitung

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung:

Prof. Dr.-Ing. Retka

Lehrperson(en):

Prof. Dr.-Ing. Retka

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)
Lehr- und Lernformen
Unterrichtssprache

Seminaristischer Unterricht, Übung

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Ingenieurmathematik 1 und 2 (1, 7), Physik (9)

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- geben die wesentlichen akustischen Grundbegriffe und deren mathematische Zusammenhänge an.
- zählen vereinfachte Modelle der Schallentstehung und –ausbreitung auf und beurteilen die Auswirkungen von Schallereignissen praxisnah.
- nennen die wichtigsten spezifischen Eigenschaften des menschlichen Gehörs und bewerten Geräusche objektiv.
- geben die gängigen Verfahren der Geräuschanalyse an und interpretieren die entsprechenden Messschriebe.
- wählen geeignete messtechnischen Untersuchungsmöglichkeiten von Geräuschen aus und identifizieren die störenden Geräuschquellen.
- schätzen je nach Charakteristik dieser Quellen ab, ob man sie eliminieren oder durch geeignete Dämpfungs- oder Dämpfungsmaßnahmen wirksam bekämpfen kann.

Inhalt

- Grundbegriffe, physiologische Grundlagen
- Geräuschquellen
- Schallausbreitung von Luft- und Körperschall, Übertragungswege
- Schalldämmung und –dämpfung
- Schallentstehung bei Maschinen und Anlagen
- Messgeräte, Sensorik, Analyse von Messdaten

Literatur und weitere Lernangebote

- I. Veit, *Technische Akustik*, 7. Auflage. Würzburg: Vogel Business Media, 2012.
- G. R. Sinamبارi und S. Sentpali, *Ingenieurakustik*, 5. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg, 2014.
- F. G. Kollmann, T. F. Schösser und R. Angert, *Praktische Maschinenakustik*, 1. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006.
- P. Zeller, *Handbuch Fahrzeugakustik*, 2. überarbeitete Auflage. Heidelberg: Vieweg+Teubner Verlag, 2011.
- H. Klingenberg, *Automobil-Meßtechnik*: Band A: Akustik, 2. Auflage 1991. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, Reprint 2012.
- Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS

Besonderes

Einführung in die Finite Elemente Methode (FEM) – 30.03
Dauer der LV

1 Semester

Turnus

Wintersemester

Workload

 Gesamt: 75 h
 30 h Präsenz (2 SWS)
 30 h Selbstlernphasen
 15 h Prüfungsvorbereitung

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung:

Prof. Dr.-Ing. Mengelkamp

Lehrperson(en):

Prof. Dr.-Ing. Mengelkamp

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)
Lehr- und Lernformen
Unterrichtssprache

Seminaristischer Unterricht, Übung

Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Begriffe aus der technischen Mechanik, lineare Algebra

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- zählen die wesentlichen Begriffe und Zusammenhänge im Bereich der Finiten Elemente Simulation auf.
- geben die Steifigkeitsmatrix für Zug-/Druck- und Torsionsstäbe an.
- leiten die Transformationsbeziehungen zur Transformation der Elementsteifigkeitsmatrizen vom lokalen in das globale Koordinatensystem her.
- benutzen die Formeln für die Steifigkeitsmatrix zusammen mit den Transformationsbeziehungen, um das Verhalten eines Fachwerks zu beschreiben, d.h. die Gleichgewichts- bzw. die Bewegungsgleichungen zu formulieren.
- zählen die am häufigsten vorkommenden Randbedingungen auf.
- bauen die Randbedingungen in die Gleichungen ein.
- berechnen die mechanischen Größen Spannungen und Verformungen mit Hilfe der finiten Elemente Methode sowohl händisch als auch mit einem kommerziellen finite Elemente Programm.
- analysieren die Ergebnisse und ziehen Schlüsse auf eine ggf. zu ändernde Konstruktion.

Inhalt

- prinzipieller Ablauf einer FEM-Berechnung
- Modellbildung
- räumliche Diskretisierung
- Fachwerke, Torsionsstäbe
- Berücksichtigung von Temperaturänderungen
- Lösung von Gleichungssystemen

Literatur und weitere Lernangebote

- B. Klein, *FEM, Grundlagen und Anwendungen der FEM im Maschinen- und Fahrzeugbau*, 10. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer, 2015.
- C. Gebhardt, *Praxisbuch FEM mit Ansys Workbench*, 3. Auflage. München Wien: Hanser, 2018.
- C. Gebhardt, *Konstruktionsbegleitende Berechnung mit ANSYS DesignSpace*. München Wien: Hanser, 2009.
- Vorlesungsunterlagen im eLearning-System der THWS

Besonderes

Durchführung von begleitenden FEM Praktikumsversuchen.

Marketing/Technischer Vertrieb – 30.04

Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 75 h 30 h Präsenz (2 SWS) 30 h Selbstlernphasen 15 h Prüfungsvorbereitung

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: LBA Dipl.-Ing. (FH) Thomas Rieß

Lehrperson(en):

LBA Dipl.-Ing. (FH) Thomas Rieß

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse
Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- beschreiben die grundlegenden Prozesse im Industriegütermarketing und im technischen Vertrieb.
- erkennen verschiedene Geschäftstypen und analysieren diese im Hinblick auf geeignete Marktbearbeitung und Vertriebsstrategien sowie dem Einkaufsverhalten der Kunden.
- nennen die typischen Absatzwege im Vertrieb.
- bewerten unterschiedliche Organisationsformen im Vertrieb hinsichtlich ihrer Güte und schlagen Optimierungen vor.
- nennen die Phasen im Lebenszyklus eines Produktes und mögliche Aktivierungsmaßnahmen.
- geben die Besonderheiten in der Preisverhandlung bei industriellen Kunden an.

Inhalt

- Geschäftstypen im Industriegütermarketing
- Produkt- und Marktpositionierung
- Absatzwege, Verkaufsorganisation und -steuerung
- Phasen im Verkaufsprozess
- Verkaufspsychologie bei industriellen Kunden
- Verhandlungs- und Abschlusstechniken

Literatur und weitere Lernangebote

- Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS

Besonderes

Maschinelles Lernen - 30.05

Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 75 h 30 h Präsenz (2 SWS) 30 h Selbstlernphasen 15 h Prüfungsvorbereitung

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr.-Ing. Jean Meyer

Lehrperson(en):

Prof. Dr.-Ing. Meyer

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
	Seminaristischer Unterricht	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Ingenieurmathematik 1 und 2 (1, 7)

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- ordnen das maschinelle Lernen als Disziplin im Themengebiet der künstlichen Intelligenz ein.
- nennen Anwendungsgebiete des maschinellen Lernens im Ingenieurwesen.
- zählen relevante Parameter zur Beschreibung der Modellgüte auf.
- führen die Unterschiede zwischen überwachtem und unüberwachtem Lernen aus.
- wählen grundlegende Algorithmen des maschinellen Lernens anhand der jeweiligen Lernaufgabe aus und wenden diese Algorithmen an.
- beschreiben die Struktur neuronaler Netze und den Ablauf des Trainingsprozesses.
- führen die Anwendung neuronaler Netze im Rahmen der Bilderkennung aus.
- nennen Anwendungsgebiete einschlägiger Soft- und Hardwareprodukte, die im Kontext des maschinellen Lernens zum Einsatz kommen.

Inhalt

- Methoden des überwachten und unüberwachten Lernens
- Grundlegende Algorithmen des maschinellen Lernens und deren Anwendung
- Aufbau, Funktion und Anlernen von neuronalen Netzen
- Deep Learning
- Data Management im Kontext des maschinellen Lernens
- Anwendung von maschinellern Lernen in der Bilderkennung
- Beispiele aus der Praxis, u.a. Spracherkennung und Bilderkennung
- Soft- und Hardwareprodukte aus dem Bereich des maschinellen Lernens

Literatur und weitere Lernangebote

- S. Russel und P. Norvig, *Künstliche Intelligenz*, 3. Auflage. München: Pearson Studium, 2012.
- E. Alpaydin, *Maschinelles Lernen*. München: Oldenbourg, 2008.
- A.C. Müller und S. Guido, *Einführung in Machine Learning mit Python*. Heidelberg: O'Reilly, 2017.
- M. Paluszec und S. Thomas, *MATLAB Machine Learning*. New York: Apress, 2017.

Besonderes

Signale und Systeme – 30.06
Dauer der LV

1 Semester

Turnus

Wintersemester

Workload

 Gesamt: 75 h
 30 h Präsenz (2 SWS)
 30 h Selbstlernphasen
 15 h Prüfungsvorbereitung

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung:

Prof. Dr.-Ing. Wilke

Lehrperson(en):

Prof. Dr.-Ing. Wilke

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)
Lehr- und Lernformen
Unterrichtssprache

Seminaristischer Unterricht, Übung

Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Ingenieurmathematik 1 und 2 (1, 7), Regelungstechnik (15), Messtechnik (16)

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- nennen die Grundlagen der Signal- und Systemtheorie.
- zählen die Elementarsignale auf.
- bilden die Laplace- und Fouriertransformierten von Zeitfunktionen.
- analysieren Systeme mit ihren Antworten auf Elementarsignale.
- erstellen Übertragungsfunktionen linearer, zeitinvarianter Systeme.
- bewerten das Systemverhalten im Frequenz- und Bildbereich unabhängig von den technischen Systemausprägungen.

Inhalt

- Elementarsignale
- Lineare, zeitinvariante Systeme
- Integraltransformationen (Laplace-, Fouriertransformation)
- Spektralanalyse
- Übertragungsfunktionen linearer, zeitinvarianter Systeme

Literatur und weitere Lernangebote

- R. Scheithauer, *Signale und Systeme*, 2. Auflage. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2004.
- M. Meyer, *Signalverarbeitung*, 7. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014.
- M. Werner, *Signale und Systeme*, 3. Auflage. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2008.
- M. Werner, *Digitale Signalverarbeitung mit MATLAB*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2012.

Besonderes

Systematische Materialauswahl im Entwicklungsprozess – 30.07

Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 75 h 30 h Präsenz (2 SWS) 30 h Selbstlernphasen 15 h Prüfungsvorbereitung

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr.-Ing. Spielfeld

Lehrperson(en):

Prof. Dr.-Ing. Spielfeld

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Werkstofftechnik, Festigkeitslehre

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- nennen für eine Anwendung Funktion, feste Randbedingungen, freie Parameter und zu optimierenden Parameter zur Vorbereitung der Werkstoffauswahl.
- wenden ihre Kenntnisse der Werkstofftechnik und Festigkeitslehre an und stellen für den beschriebenen Anwendungsfall die Grundgleichungen zur Werkstoffauswahl auf.
- führen einen Auswahlprozess für mehrparametrische Randbedingungen durch.
- stellen Diagramme der Werkstoffparameter in doppelt logarithmischer Auftragung zusammen.
- führen für den zu optimierenden Parameter die Auswahl des optimal geeigneten Werkstoffs durch.
- stellen dimensionslose Geometriefaktoren für Biegung und Torsion auf und berücksichtigen den Einfluss der Geometrie auf die Werkstoffauswahl.
- berücksichtigen die Faktoren „Wirtschaftlichkeit und Ökologie“ bei der Materialauswahl.

Inhalt

- Physikalische Eigenschaften der Werkstoffe und deren Zusammenhänge.
- Vorbereitung des Auswahlprozesses durch Parameterzusammenstellung.
- Anwenden der „Ashby Diagramme“ zur Werkstoffauswahl.
- Werkstoffauswahl bei mehreren Funktionsparametern.
- Werkstoffauswahl und Geometrie: Geometriefaktoren.
- Werkstoffauswahl, Ökonomie und Ökologie: wirtschaftliche und ökologische Randbedingungen bei der Werkstoffauswahl.

Literatur und weitere Lernangebote

- M. F. Ashby, *Materials Selection in Mechanical Design*, 5th Edition. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2016.
- M. Reuter, *Methodik der Werkstoffauswahl: Der systematische Weg zum richtigen Material*, 2. Auflage. München: Carl Hanser Verlag, 2014.

Besonderes

Werkstoffe und Fertigungsverfahren im Karosseriebau – 30.08

Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 75 h 30 h Präsenz (2 SWS) 30 h Selbstlernphasen 15 h Prüfungsvorbereitung

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: Prof. Dr.-Ing. U. Müller

Lehrperson(en):

Prof. Dr.-Ing. U. Müller

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Grundkenntnisse in Mechanik, Maschinenelemente/Konstruktion, Fertigungs- und Werkstofftechnik

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- beschreiben die wesentlichen Veränderungstreiber für die Mobilität in den nächsten 10 Jahren mit den zugehörigen Auswirkungen für den Karosseriebau
- nennen die wesentlichen Karosseriebauweisen mit den zugehörigen Werkstoffkonzepten
- beschreiben den Einsatz ausgewählter Werkstoffe an einigen konkreten Karosseriebauteilen
- zählen die wesentlichen Fertigungs- und Fügeverfahren für den Karosseriebau auf
- analysieren die Fügeverfahren bezüglich der Einsatzfähigkeit in Abhängigkeit unterschiedlicher Parameter, wie z. B. Stückzahl, Komplexität und Leichtbaugrad
- beschreiben für höchstfeste Stähle die Herstellungsverfahren, die Einsatzbereiche und die Besonderheiten beim Einsatz in der Karosserie

Inhalt

- Veränderungstreiber für die Mobilität
- Karosseriebauweisen
- Werkstoffe für den Karosseriebau, insbesondere Stähle
- höchstfeste Stahlsorten
- Fertigungs- und Fügeverfahren

Literatur und weitere Lernangebote

- S. Pischinger, U. Seiffert, *Handbuch Kraftfahrzeugtechnik*, 9. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2021.
- B. Klein, *Leichtbaukonstruktion*, 6. Auflage. Wiesbaden: Vieweg Verlag, 2005.
- F. Henning, E. Moeller, *Leichtbau, Methoden, Werkstoffe, Fertigung*, 2. Auflage. München: Carl Hanser Verlag, 2011.
- Lehrveranstaltungsunterlagen im eLearning-System der THWS

Besonderes

Systematische Untersuchung technischer Schadensfälle – 30.09

Dauer der LV	Turnus	Workload
1 Semester	Wintersemester	Gesamt: 75 h 30 h Präsenz (2 SWS) 30 h Selbststudium 15 h Prüfungsvorbereitung

Verantwortlich für die Lehrveranstaltung: LB Dipl.-Ing. Loos

Lehrperson(en):

LB Dipl.-Ing. Loos

Zugehörige Lehrveranstaltung(en)	Lehr- und Lernformen	Unterrichtssprache
	Seminaristischer Unterricht, Übung	Deutsch

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Werkstofftechnik (4,10)

Lernergebnisse (nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung)

Die Studierenden

- beschreiben die grundsätzliche Methodik zur Untersuchung technischer Schadensfälle und wenden sie an.
- stellen die Einteilung von Brüchen und Risse dar und zählen diese in der entsprechenden Fachterminologie auf.
- beschreiben den Einsatzzweck und die grundsätzliche Funktionsweise der beiden wichtigsten Arten von Mikroskopen (Lichtmikroskop und Rasterelektronenmikroskop).
- benennen die makroskopischen und mikroskopischen Merkmale mechanisch bedingter Brüche und Risse und erkennen diese Merkmale an konkreten Schadensteilen und anhand von Anschauungsmaterialien und Übungen.
- analysieren das Schadensbild und beurteilen den Werkstoff- und den Beanspruchungszustand von Schadensteilen.
- untersuchen reale Schadensteile visuell, leiten daraus erste Schadenshypothesen ab und schlagen weitere eventuell notwendige Untersuchungsschritte vor.

Inhalt

- Vorgehensweise bei der Untersuchung technischer Schadensfälle
- Einteilung und Kennzeichen von Brüchen und Rissen
- Mikroskopische Untersuchungsverfahren
- Erscheinungsformen des duktilen und des spröden Gewaltbruches sowie des Schwingbruches
- Grundlagen der elektrochemischen Korrosion
- Erscheinungsformen von Korrosionsschäden

Literatur und weitere Lernangebote

- A. Neidel et al., *Handbuch Metallschäden*, 2. Auflage. München: Carl Hanser Verlag, 2011.
- G. Lange und M. Pohl, *Systematische Untersuchung technischer Schadensfälle*, 6. Auflage. Weinheim: Wiley-VCH, 2014.

Besonderes