



Beschreibung des Studiengangs

Battery and Hydrogen Technology (Master)

PO 1

Datum: 24.07.2026

Inhaltsverzeichnis

Master Battery and Hydrogen Technology

Pflichtbereich

Future Battery Production Systems.....	3
Hydrogen as Future Energy Carrier.....	5
Modern Modelling and Artificial Intelligence.....	7

Wahlpflichtbereich

Additive Layer Manufacturing.....	9
Advanced Fluid Separation Processes.....	11
Analytik und Prüfung in der Oberflächentechnik.....	13
Anwendung kommerzieller FE-Software.....	15
Charakterisierung von Oberflächen und Schichten.....	17
Computer Aided Process Engineering 1 (Introduction).....	19
Computer Aided Process Engineering 2 (Design verfahrenstechnischer Anlagen).....	21
Data Science in Fluid Mechanics.....	23
Digitale Schaltungstechnik.....	25
Digitale Technologien in der Verfahrenstechnik.....	27
Energy Efficiency in Production Engineering.....	29
Energy Turnaround – Industrial Hydrogen Applications.....	31
Formulation Technology for Components of Battery and Hydrogen Systems.....	33
Fuel Cell Systems.....	35
Keramische Werkstoffe/Polymerwerkstoffe.....	37
Life Cycle Assessment for Sustainable Engineering.....	39
Material Cycles of Energy Storage Systems and Converters.....	41
Methoden der Prozessmodellierung und -optimierung.....	43
Mikroskopie und Partikelmessung im Mikro- und Nanometerbereich.....	45
Modeling and Simulation of hydrogen-based Energy Systems.....	47
Modern Batteries for BHT.....	49
Molekulare Simulation.....	51
Numerical simulation of reactive flows.....	53
Numerik von Differentialgleichungen.....	55
Numerische Simulation (CFD).....	57
Orientierung Dienstleistungsmanagement.....	59
Process Technology of Nanomaterials.....	62
Produktionstechnik für die Elektromobilität.....	64
Prozess- und Anlagensicherheit.....	66
Separation and Purification of Energy Carriers.....	68
Simulationsmethoden der Partikeltechnik.....	70
Smart Sensing in Fluid Dynamics.....	72
Spezialisierung Recht.....	74
Werkstofftechnologie für die Circular Economy.....	77

Laborbereich

Interdisziplinäres Forschungsmodul Batterie.....	79
Interdisziplinäres Forschungsmodul Wasserstoff.....	81

Überfachliche Profilbildung

Überfachliche Profilbildung.....	83
----------------------------------	----

Studienarbeit

Studienarbeit.....	85
--------------------	----

Abschlussmodul

Abschlussmodul Master Battery and Hydrogen Technology.....	86
--	----

Pflichtbereich

Modulname	Future Battery Production Systems		
Nummer	2521000070	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Partikeltechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Sabrina Zellmer
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Grundkenntnisse über die Werkstoffe von Batterien und Brennstoffzellen, Kreislaufwirtschaft Batterie und Brennstoffzellen		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung: Präsentation (10 min)		
Inhalte			
Das Modul ist in zwei Blöcke unterteilt und zielt darauf ab, Wissen auf der Grundlage des forschenden Lernens zu vermitteln. Neben der Wiederholung der Grundlagen der Batteriechemie, einschließlich Materialien, Herstellungsprozessen und Recyclingtechnologien, liegt der Fokus im ersten Block auf einem vertieften Verständnis innovativer Batterietechnologien, aktueller Recyclingverfahren sowie relevanter Forschungsthemen. Darüber hinaus erhalten die Studierenden praktische Erfahrungen in den Forschungsinfrastrukturen der TU Braunschweig. Im zweiten Block steht das forschende Lernen im Mittelpunkt. Forschungsfragen mit unterschiedlichen Herausforderungen werden vorgestellt, die anschließend in Gruppen bearbeitet werden. Die Studierenden müssen Verantwortlichkeiten verteilen und die Forschungsfragen theoretisch und gegebenenfalls auch praktisch bearbeiten. Die Vorstellung der Zwischen- und Endergebnisse erfolgt durch eine schriftliche Ausarbeitung (z.B. ein Strategiepapier) sowie durch eine Präsentation.			
Qualifikationsziel			
Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage • Grundlagenwissen Lebenszyklus unterschiedlicher Batteriegenerationen (u.a. LIB, NIB, ASSB) • Komplexe Fragestellungen im Hinblick auf unterschiedliche Batteriegenerationen zu analysieren • Aktuelle Forschungsfragen zum Lebenszyklus Batterie kritisch zu analysieren und zu bearbeiten • Effektiv im Team zu arbeiten und die Vorstellung von Zwischen- und Endergebnissen anzuleiten und umzusetzen • Komplexe Probleme zu identifizieren und strukturiert Lösungsansätze zu entwickeln • Selbständig neues komplexes Wissen anzueignen und anzuwenden • Ergebnisse auf unterschiedliche Art zielorientiert aufzuarbeiten, darzustellen und zu präsentieren			
Literatur			

- Itani, Khaled, and Alexandre De Bernardinis. "Review on new-generation batteries technologies: trends and future directions." *Energies* 16.22 (2023): 7530.
- Fan, Ersha, et al. "Sustainable recycling technology for Li-ion batteries and beyond: challenges and future prospects." *Chemical reviews* 120.14 (2020): 7020-7063.
- Yang, Chuanbo, et al. "Addressing the safety of next-generation batteries." *Nature* 645.8081 (2025): 603-613.



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung

SWS

Art LVA

Sprache

Future Battery Production Systems

3,0

Vorlesung/Übung

englisch

Modulname	Hydrogen as Future Energy Carrier		
Nummer	2536000010	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Brennstoffzellen
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Michael Heere
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Das Thema der Vorlesung " Hydrogen as Future Energy Carrier " behandelt das Element Nummer 1 aus der Sicht seiner physikalisch-chemischen Eigenschaften. Wasserstoff selbst ist kein primärer Energieträger – wo immer er verbraucht wird, muss er zunächst produziert werden. Je nach Art der Herstellung wird dem Wasserstoff eine Farbe zugeordnet. Entsprechend folgt einer detaillierten Darstellung der Wasserstoffproduktion und der H2-Nutzung, insbesondere im Verkehrssektor, die Einordnung in ein Farbschema. Geogener Wasserstoff wird in seinen Potentialen betrachtet und eingeordnet. Auf die Speicherung in gasförmiger, flüssiger und fester Form wird energietechnisch näher eingegangen, gefolgt von der Speicherung in gemischter Form. Die chemisch-physikalische Speicherung in Metallhydriden, komplexen Metallhydriden und MOFs wird gelehrt. Als mögliche Speicherform für die wechselhaft erzeugten erneuerbaren Energien wird das "Strom-zu-Gas"-Konzept präsentiert, welches gleichsam beispielhaft ist für die gesamte Wasserstoffkreislaufwirtschaft. Wasserstoffsicherheitskonzepte sowie relevante Normen und Leitfäden lehren einen sicheren Umgang mit Wasserstoff in kleinen Anwendungen und größeren Systemen. Beispiele aus dem Verkehrssektor runden diese Vorlesung ab und spannen den Bogen zur mobilen Anwendung.			
Qualifikationsziel			
Die Vorlesung befasst sich mit dem Mobilitätsthema Wasserstoff und Wasserstoff als Energieträger der Zukunft. Durch die Teilnahme werden die Studierenden befähigt, die Grundzüge der Wasserstoffkreislaufwirtschaft erklären und objektive Maßstäbe zu dessen ökologischer Realisierung im Transportsektor ansetzen zu können. Sie sind in der Lage, die grundlegenden physikalischen als auch chemischen Eigenschaften von Wasserstoff zu benennen. Die Studierenden sind zudem in der Lage die thermodynamischen Eigenschaften und damit verbundene kinetische Berechnungen sowie Wirkungsgradberechnungen selbständig anzuwenden. Sie können sowohl bereits etablierte als auch zukünftige Speicherformen für Wasserstoff analysieren und erläutern. Sie sind in der Lage, die Vor- und Nachteile der Wasserstoffnutzung im Hinblick auf den batterieelektrischen Antrieb von Automobilen zu bewerten und einen Vergleich zur alternativen Verbrennung von Wasserstoff zu ziehen. Auf Basis dieses Wissens können sie entscheiden, welche Form energetisch günstiger ist. Durch ausführliche Diskussionen sind die Studierenden für die im Zusammenhang mit Wasserstoff als Energieträger notwendigen sicherheitsrelevanten Themen sensibilisiert und können Sicherheitskonzepte erstellen und bewerten.			
Literatur			
1. Töpler, J. and J. Lehmann, Wasserstoff und Brennstoffzelle. 2014: Springer			

2. Hirose, K., Handbook of hydrogen storage: new materials for future energy storage. 2010: John Wiley & Sons

Hinweise

zum WS2026/27 umbenannt von "Hydrogen as Energy Carrier" in "Hydrogen as Future Energy Carrier";
zeitgleich erfolgt ein Turnuswechsel von Sommersemester zu Wintersemester



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Hydrogen as Future Energy Carrier	2,0	Vorlesung	englisch
Hydrogen as Future Energy Carrier	1,0	Übung	englisch

Modulname	Modern Modelling and Artificial Intelligence		
Nummer	2521000090	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Partikeltechnik
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Carsten Schilde
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse von der Veranstaltung " Digitalisierung in der Verfahrenstechnik"		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung: Erstellung und Dokumentation von KI-Modellen		
Inhalte			
In der Vorlesung werden die grundlegenden Konzepte, Methoden und Werkzeuge des modernen maschinellen Lernens (ML) und der künstlichen Intelligenz (KI) behandelt. Dazu zählen Lernparadigmen, Modellklassen, Trainings- und Evaluationsverfahren sowie die historische Entwicklung und heutige Einordnung der KI. Ergänzend werden Themen wie Optimierungsverfahren, Modellrobustheit, Unsicherheitsquantifizierung und ethische Aspekte systematisch behandelt. Die Studierenden lernen zentrale Verfahren des überwachten und unüberwachten Lernens, probabilistische Modelle, neuronale Netze und Methoden der Modellinterpretierbarkeit kennen. Einen besonderen Schwerpunkt bilden hybride Modellierungsansätze, die physikalisches Wissen mit ML verbinden, beispielsweise zur Prozessvorhersage, adaptiven Modellierung oder Regelung verfahrenstechnischer Systeme. Zusätzlich werden aktuelle Architekturen wie Graph Attention Networks, Transformermodelle, Diffusionsmodelle und Mixture-of-Experts eingeführt. Die industrielle Perspektive mit dem Umgang mit realen Datensätzen, Unsicherheiten, Fault Detection, Soft Sensoring und Prozessoptimierung ergänzt die methodischen Grundlagen. Die theoretischen Inhalte werden in Übungen praktisch umgesetzt. Die Studierenden implementieren Methoden in Python, trainieren und evaluieren Modelle und analysieren deren Verhalten. Ein begleitendes Praktikum vertieft das Wissen anhand realitätsnaher Aufgabenstellungen, beispielsweise der Entwicklung eines datengetriebenen oder hybriden Modells für ein verfahrenstechnisches System.			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden verfügen nach Abschluss des Moduls über ein fundiertes Verständnis zentraler Methoden des modernen maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz. Sie können grundlegende Lernparadigmen, Modellklassen sowie aktuelle KI-Architekturen wie hybride Modellierungsansätze, Graph Attention Networks, Transformermodelle, Diffusionsmodelle und Mixture of Experts einordnen, beschreiben und hinsichtlich ihrer Eignung für verfahrenstechnische Anwendungen bewerten. Auf Basis der erworbenen theoretischen und praktischen Kenntnisse sind sie in der Lage, geeignete datengetriebene und hybride Methoden auszuwählen, deren Robustheit und Unsicherheiten einzuschätzen und diese mit Python umzusetzen. Die Studierenden können reale Datensätze analysieren, Modelle entwickeln und validieren sowie verschiedene Ansätze sinnvoll kombinieren und weiterentwickeln, um komplexe Aufgabenstellungen der Prozess- und Systemmodellierung eigenständig zu lösen.			

Literatur

Beispielhafte Literatur:

- Neural Networks and Deep Learning (Charu C. Aggarwal);
- Hybrid Modeling in Process Industries (Jarka Glassey);
- Physics-Informed Machine Learning (Karniadakis et al.);
- Pattern Recognition and Machine Learning (Christopher Bishop);
- Attention Is All You Need (Ashish Vaswani et al.)

**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN****Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen****Anwesenheitspflicht**

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Modern Modelling and Artificial Intelligence	4,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

Wahlpflichtbereich

Modulname	Additive Layer Manufacturing		
Nummer	2510300	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Mechanik und Adaptronik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Markus Böhl
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Materialien für ALM: - Polymere, Metalle, Keramiken, Papier, Pulver, Thermoplaste, ALM-Fertigungsverfahren im direkten Schichtaufbau - Polymerisation, Polymerjetting - Sintern und Schmelzen - Extrudieren - Pulver-Binderverfahren - Layer Manufacturing Modellbildung # Grundlagen - FEM - Grundlagen Optimierungsalgorithmen - Grundlagen Strukturoptimierung - insbesondere Topologieoptimierung Modellbildung - Anwendung unterschiedlicher Optimierungsalgorithmen in der Topologieoptimierung - Ansätze für die Berücksichtigung von richtungsabhängigen Materialkennwerten innerhalb der Formfindung Konstruktion mit ALM-Verfahren herzustellender Bauteile mit 3D-CAD-Datengenerierung Auslegung einfacher Bauteile - Zugproben für Kennwertermittlung - Fertigung und Prüfung eines einfachen Bauteils im Wettbewerb mit anderen Studierenden			
Qualifikationsziel			
Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage eine geeignete 3D-Drucktechnologie und die entsprechenden Materialien für ein Bauteil auswählen, um dieses mit Hilfe des 3D-Drucks herzustellen. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, die gesamte Prozesskette vom CAD-Modell bis zum realen, einsatzbereiten Teil zu planen und durchzuführen. Geeignete Nachbearbeitungsschritte, Oberflächenvorbereitung und Oberflächenveredelung können von den Studierenden verglichen und ausgewählt werden. Die Studierenden sind in der Lage, den Prozess der Bauteilkonstruktion zu konzipieren, sodass der Erfolg der Druckbarkeit erhöht, der Materialabfall reduziert und die Nachbearbeitungszeit verringert wird. Mit dem Wissen über Additive Manufacturing und die Topologieoptimierung sind die Studierenden in der Lage, anspruchsvolle, topologieoptimierte Modelle zu erstellen oder bestehende Modelle neu zu gestalten.			
Literatur			
1. Redwood, Ben; Schöffner, Filemon; Garret, Brian: The 3D Printing Handbook: Technologies, Design and Applications, 3D Hubs B.V., Amsterdam, Netherlands, 2017, ISBN 978-90-827485-0-5 2. Gibson, Ian; Rosen, David; Stucker, Brent: Additive Manufacturing Technologies, 2. Aufl.; Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2015, ISBN 978-1-4939-2112-6. 3. Fastermann, Petra: 3D-Drucken, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2014, ISBN 978-3-642-40963-9 4. Gu, Dongdong: Laser Additive Manufacturing of High-Performance Materials, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2015, ISBN 978-3-46088-7			

Hinweise

Die Theorie der Vorlesung konzentriert sich auf den gesamten 3D-Druckbereich. Übungen und Laborarbeiten konzentrieren sich auf CAD, Topologieoptimierung, Dateivorbereitung, Drucken mit FDM und DLP, Druckerkalibrierungen, Teilennachbearbeitung. Übungen sind ein Muss und vermitteln nur die Grundlagen von FDM. Die Teilnahme an den Laborarbeiten wird dringend empfohlen. Während des Semesters müssen die Studenten eine topologieoptimierte Brücke entwerfen, 3D-drucken und zusammenbauen, um mit anderen Teams zu konkurrieren, welche Brücke die höchste Last halten würde. Perfekte Möglichkeit, das im Semester erworbene Wissen anzuwenden.

**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN****Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

Aufgrund begrenzter Hörsaalkapazität wird die Zahl der Teilnehmer auf 20 beschränkt.

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Additive Layer Manufacturing	2,0	Vorlesung	englisch
Additive Layer Manufacturing	1,0	Übung	englisch

Modulname	Advanced Fluid Separation Processes		
Nummer	2541430	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stephan Scholl
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in Fluidverfahrenstechnik bzw. Thermischer Verfahrenstechnik, Thermodynamik sowie Stoff- und Wärmeübertragung.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Die Vorlesung behandelt die verfahrenstechnischen Grundoperationen Absorption, Chromatographie, Trocknung und Membranverfahren. Für ein vertieftes Verständnis der ablaufenden Prozesse werden die Stofftransportmodelle gemäß 1. und 2. Fickschen Gesetz sowie nach Stefan-Maxwell vorgestellt und diskutiert. Abschließend wird die Kombination von Reaktion und Stofftrennung als hybride bzw. reaktive Trennverfahren behandelt. Insbesondere werden die reaktive Absorption, reaktive Adsorption sowie die reaktive Extraktion vorgestellt. In allen Fällen werden die Vorgehensweise und anzuwendenden Methoden beim Design und Betrieb neuer Verfahren und der Umsetzung in ein entsprechendes Apparate- und Anlagendesign wie auch die Bewertung bestehender Verfahren und Apparate behandelt. Übung: In der Übung werden typische Problemstellungen quantitativ berechnet. Dabei soll den Studierenden durch exemplarische Anwendungen das theoretisch erworbene Wissen anhand von praxisnahen Beispielen vermittelt werden.			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden kennen die Charakteristika einer Integration von Reaktion und Stofftrennung. Die Prozesse der Chemisorption, Reaktivdestillation, Reaktivextraktion (Absorption und Adsorption), Chromatographie, Trocknung sowie Membranverfahren sind bekannt. Vorteilhafte Einsatzmöglichkeiten können identifiziert werden. Die unter betrieblichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimale Verfahrensgestaltung sowie das Design geeigneter apparativer Umsetzungen können quantitativ entworfen werden. Die Studierenden können diese Themen mündlich und schriftlich in englischer Sprache bearbeiten und kommunizieren.			
Literatur			
- Goedecke, Ralf: Fluidverfahrenstechnik Band 1, Weinheim, Wiley-VCH 2006 - Goedecke, Ralf: Fluidverfahrenstechnik Band 2, Weinheim, Wiley-VCH 2006 - Mersmann, A., Stichlmair, J., Kind, M.: Thermische Verfahrenstechnik, Verlag Springer, 2005			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Advanced Fluid Separation Processes	2,0	Vorlesung	englisch
Advanced Fluid Separation Processes	1,0	Übung	englisch

Modulname	Analytik und Prüfung in der Oberflächentechnik		
Nummer	2525030	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Oberflächen- technik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Claus-Peter Klages
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen	Kenntnisse der Differential- und Integralrechnung, elementares Verständnis physikalischer Zusammenhänge		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündlich Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
• Schichtdickenmessung (optisch, elektrisch, magnetisch) • Oberflächentopografie (Kenngrößen, Bestimmung) • Elementzusammensetzung (GDOES, EDX, WDX, XPS, SIMS) • Innere Struktur (XRD) • Mechanische Eigenschaften (Nanoindentation)			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden sind in der Lage, auf dem Gebiet der Analytik und Charakterisierung von Oberflächen und Schichten geeignete Verfahren zu beschreiben und anwendungsorientiert anzuwenden. Gleichzeitig können die Teilnehmer*innen der Vorlesung exemplarisch die physikalische Grundkenntnisse (Strahlungsgesetze, Energieerhaltung, Atommodell usw.), die sie im Bachelorstudium erworben haben, anhand der oberflächentechnischen Fragestellung anwenden.			
Literatur			
• Nitzsche, K.: Schichtmesstechnik. Vogel-Verlag, 1996 • Sorg, H.: Praxis der Rauheitsmessung und Oberflächenbeurteilung, Hanser-Verlag, 1995 • Nowicki, B.: Multiparameter representation of surface roughness, Wear 102 (1985) 161 • Bubert, H. und Jenett, H.: Surface and thin film analysis: A Compendium of principles, instrumentation, and applications. Wiley-VCH, 2002 • Klug, H.P., Alexander, L.E.: X-ray diffraction procedures. Wiley-Interscience, 1974			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache

Analytik und Prüfung in der Oberflächentechnik	2,0	Vorlesung	deutsch
Analytik und Prüfung in der Oberflächentechnik	1,0	Übung	deutsch

Modulname	Anwendung kommerzieller FE-Software		
Nummer	2529010	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Mechanik und Adaptronik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Markus Böhl
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (60 min) in Gruppen		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
• Allgemeiner Aufbau von FE-Software • Vernetzungsstrategien • Materialmodelle • FE-Technologie • Modellierungstechniken • Lösungsverfahren/Lösungsalgorithmen • Kontaktprobleme • Interpretation und Aufbereitung von numerischen Ergebnissen			
Qualifikationsziel			
Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden Berechnungen, die im Hintergrund kommerzieller FE-Software ablaufen, beschreiben und Ergebnisse graphisch darstellen. Die Studierenden sind befähigt, gegebene Problemstellungen eigenständig anhand von Rechnerübungen zu lösen. Ferner sind sie in der Lage, Einstellungen kommerzieller FE-Tools begründet auszuwählen und Strukturen hinsichtlich ihrer Festigkeit bewerten zu können.			
Literatur			
• O.C. Zienkiewicz & R.L. Taylor, The Finite Element Method (2 volumes), Butterworth / Heinemann, Oxford u.a., 2000 • J. Fish & T. Belytschko, A First Course in Finite Elements, John Wiley & Sons Ltd, 2007 • T.J.R. Hughes, The Finite Element Method, Dover Publications, 2000			
Hinweise			
Vorlesung und Übung werden wöchentlich, zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten, in deutscher und englischer Sprache angeboten.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Anwendung kommerzieller FE-Software	2,0	Vorlesung	deutsch
Anwendung kommerzieller FE-Software	1,0	Übung	deutsch

Modulname	Charakterisierung von Oberflächen und Schichten		
Nummer	2525210	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Oberflächen-technik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Claus-Peter Klages
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse der Differential- und Integralrechnung, elementares Verständnis physikalischer und chemischer Zusammenhänge		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
• Schichtdicke • Mechanisch-tribologische Eigenschaften • Elektrische Eigenschaften • Optische Schichteigenschaften • Benetzung und Oberflächenspannung • Schichtzusammensetzung • Schichtaufbau: Röntgendiffraktometrie (XRD)			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden können nach Abschluss dieses Moduls gängige Verfahren zur Charakterisierung mechanischer, elektrischer und optischer Eigenschaften von dünnen und ultradünnen Schichten sowie der Benetzungseigenschaften von Oberflächen beschreiben. Sie sind in der Lage, Verfahren zur Bestimmung der Dicke, Topographie, Zusammensetzung und inneren Struktur von Oberflächen bzw. Schichten auszuwählen.			
Literatur			
• Nitzsche, K.: Schichtmesstechnik. Vogel-Verlag, 1996 • Bubert, H. und Jenett, H.: Surface and thin film analysis: A Compendium of principles, instrumentation, and applications. Wiley-VCH, 2002 • M. Ohring, The Materials Science of Thin Films, Academic Press, Inc., 1992			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Charakterisierung von Oberflächen und Schichten	2,0	Vorlesung	deutsch
Charakterisierung von Oberflächen und Schichten	1,0	Übung	deutsch

Modulname	Computer Aided Process Engineering 1 (Introduction)		
Nummer	2541500	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stephan Scholl
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	- Grundlegende Kenntnisse über Fluidverfahrenstechnik und thermische Trennverfahren wie im Folgenden auf Englisch beschrieben: - Physical properties and multi component multiphase systems; Single component properties; Multi component properties, composition of multicomponent and multiphase systems; component separation, partitioning, VLE, LLE, SLE - Heat transfer; Single and two-phase heating, cooling, evaporation and condensation; Energy balancing; Quantification of heat transfer; Temperature/enthalpy or temperature/heat flow-curves - Single stage separations; Evaporation and condensation; Equilibrium stage model - Multistage vapor / liquid separations; Knowledge about distillation, rectification, absorption and desorption; Thermodynamic modeling of these processes, e.g. McCabe-Thiele model and plot; Design of multistate countercurrent separations, e.g. calculating of theoretical and practical stages - Practical equipment design; Knowledge about different design options and flow arrangements for I. Heat exchangers II. Pumps III. Mixers IV. Phase separators V. Columns - Kenntnisse der englischen Sprache sowie Grundkenntnisse der englischen Fachsprache der Verfahrenstechnik		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	2 Prüfungsleistungen: - online Hausarbeit zu Simulationsanwendungen (Gewichtung bei der Berechnung der Modulnote 2/5) - Klausur (60 min) oder mündliche Prüfung (30 min) (Gewichtung bei der Berechnung der Modulnote 3/5)		
Zu erbringende Studienleistung			
Zusammensetzung der Modulnote	2 Prüfungsleistungen: - online Hausarbeit zu Simulationsanwendungen (Gewichtung bei der Berechnung der Modulnote 2/5) - Klausur (60 min) oder mündliche Prüfung (30 min) (Gewichtung bei der Berechnung der Modulnote 3/5)		
Inhalte	Basierend auf der in "Grundoperationen der Fluidverfahrenstechnik" oder äquivalenten Lehrangeboten vorgestellten Theorie für thermische Trennverfahren wird der typische Arbeitsablauf für die Prozessauslegung und -optimierung gezeigt. Für die Modellierung und Simulation der folgenden Aufgaben werden kommerzielle Softwareprodukte eingesetzt: Physikalische Eigenschaften und Phasengleichgewichte: Datenbeschaffung, Regression experimenteller Daten, Parameterschätzung - Zwei-Phasen-Flash: Einstufige Trennung-		

gen, integraler vs. differentieller Betriebsmodus - Rigorose Modellierung einer Rektifikationskolonne: Binäre Mischung, Mehrkomponentenmischung, Entwurfsspezifikationen, Fließbildsimulation für mehrstufige Trennungen: Feed forward, Recycling - Konstruktion der Ausrüstung: Auswahl und Dimensionierung von Destillationskolonnen, Wärmeübertragern, Verdampfern, Kondensatoren - Kostenkalkulation, Prozessoptimierung. Die Vorlesung wie auch die Prüfung werden in englischer Sprache gehalten.

Qualifikationsziel

Die Studierenden können Informationen über physikalische Eigenschaften und Phasengleichgewichte auswählen, die für die Modellierung und Simulation von Flüssigkeitstrennungsprozessen, insbesondere von Dampf-Flüssigkeits-Trennungen, benötigt werden. Sie sind in der Lage, zwischen den Parametern zu unterscheiden und abzuwägen, sowie Datensammlung von relevanten Daten, wie physikalischen Stoffeigenschaften, konzipieren. Für ein gegebenes Prozessfließbild oder Trennproblem können sie auf der Grundlage des Gleichgewichtsstufenmodells eine geeignete Reflexion in einer Fließbildsimulation entwickeln. Für ausgewählte Anlagentypen, wie z.B. Wärmetauscher und Destillationskolonnen, sind sie in der Lage, eine kostenoptimale Auswahl und Dimensionierung durchzuführen. Insgesamt kennen sie den typischen Arbeitsablauf bei der Auslegung von Fluidprozessen im Rahmen der computergestützten Verfahrenstechnik. Die Studierenden sind in der Lage, dies in englischer Sprache mündlich und schriftlich zu kommunizieren und abzuleisten.

Literatur

- [1] H. Schuler (Ed.): Prozesssimulation. Wiley VCH, Weinheim, 1995.
- [2] C. D. Holland, A. I. Liapis: Computer Methods for Solving Dynamic Separation Problems. McGraw-Hill, New York, 1983.
- [3] D. M. Bates, D. G. Watts: Nonlinear Regression Analysis and its Applications. John Wiley & Sons, New York 1988



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Computer Aided Process Engineering I (Introduction)	1,0	Übung	englisch
Computer Aided Process Engineering I (Introduction)	2,0	Vorlesung	englisch

Modulname	Computer Aided Process Engineering 2 (Design verfahrenstechnischer Anlagen)		
Nummer	2541270	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stephan Scholl
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Vorlesung "Introduction to Computer Aided Process Engineering"		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	2 Prüfungsleistungen: 1. Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min) (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote: 3/5) 2. Präsentation eines vorlesungsbegleitenden Projektes (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote: 2/5)		
Zu erbringende Studienleistung			
Zusammensetzung der Modulnote	2 Prüfungsleistungen: 1. Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min) (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote: 3/5) 2. Präsentation eines vorlesungsbegleitenden Projektes (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote: 2/5)		
Inhalte	Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Anlagenplanung und wird durch eine Projektarbeit zum Design eines vollständigen verfahrenstechnischen Prozesses begleitet. Dabei wird eine kommerzielle Software für die Fließbildsimulation verwendet. Hauptthemen der Vorlesung sind: Prozessdatenbeschaffung (z.B. physikalische Eigenschaften, Sicherheitsdaten, Kapazitätsdaten) Prozessentwicklung anhand von Reaktionsgleichungen Wärme- und Massenbilanzen Fließbildsimulation Dimensionslose Kennzahlen zur Dimensionierung von Apparaten Auswahl und Detaildimensionierung geeigneter Apparate (z.B. Kolonnen, Wärmeübertrager) Computer Aided Process Engineering Kostenschätzung Rechtliche Aspekte (z.B. Umweltauflagen, Genehmigungsverfahren)		
Qualifikationsziel	Die Studierenden können die wesentlichen Prozessschritte zur Entwicklung und Gestaltung eines verfahrenstechnischen Prozesses erläutern. Sie erkennen die erforderlichen Informationen für das Design einer verfahrenstechnischen Anlage (stofflich, sicherheitstechnisch, reaktionstechnisch etc.) und können diese aus geeigneten Quellen (Literatur, Stoffdatenbanken, etc.) ableiten. Unter Nutzung einer Fließbildsimulation können sie einen quantitativen Verfahrensentwurf konzipieren. Für die wesentlichen Apparate (Wärmeübertrager, Kolonnen) können sie geeignete Bauformen auswählen und diese anforderungsgerecht dimensionieren. Unter Beachtung logistischer und sicherheitstechnischer Aspekte können sie einen Anlagenentwurf erstellen und diesen in geeigneter Form präsentieren.		
Literatur	Bernecker, Gerhard: Planung und Bau verfahrenstechnischer Anlagen: Projektmanagement und Fachplanungsfunktion. 4. Aufl. 2001, Springer Verlag, Berlin		

Hirschberg, Hans Günther: Handbuch Verfahrenstechnik und Anlagenbau: Chemie, Technik, Wirtschaftlichkeit. 1999, Springer Verlag, Berlin
 VDI-Wärmeatlas: 11. Aufl. 2013, Springer Verlag, Berlin
 Vogel, Herbert: Verfahrensentwicklung: Von der ersten Idee zur chemischen Produktionsanlage. 2002, Wiley-VCH Verlag, Weinheim

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Computer Aided Process Engineering II (Design Verfahrenstechnischer Anlagen)	2,0	Vorlesung	deutsch
Computer Aided Process Engineering II (Design Verfahrenstechnischer Anlagen)	1,0	Übung	deutsch

Modulname	Data Science in Fluid Mechanics		
Nummer	2512000080	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Strömungsmechanik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. David Rival
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	48	Selbststudium (h)	102
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Hausarbeit mit Präsentation		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
• Fourier-Transformation • Korrelationsfunktion und Spektren • Statistische Grundlagen • statistische Fehler • Geometrische Fehler • Mittelwert • Varianz und Variabilität • Propagation des Fehlers • Wirbel-Erkennung • Proper Orthogonal Decomposition • Dynamic Mode Decomposition			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden sind durch mehrere angewandte Übungseinheiten mit MATLAB in der Lage, die verschiedenen Arten von Unsicherheiten und deren Ausbreitung zu klassifizieren und zu quantifizieren. Die Studierenden sind in der Lage, die Hauptquellen dieser Unsicherheiten zu identifizieren und zu quantifizieren und diese zu reduzieren. Mit Hilfe der Tecplot-Software können die Studierenden Strömungen mit verschiedenen Ansätzen visualisieren und den besten Ansatz identifizieren, um die wesentlichen visuellen Informationen aus den Strömungsmomentaufnahmen zu extrahieren. Durch das Erlernen und Anwenden verschiedener Spektralzerlegungstechniken sind die Studierenden in der Lage, die relevantesten und dominantesten Moden zu identifizieren und physikalisch zu interpretieren. Durch die Verwendung realer numerischer und experimenteller Daten und die Anwendung verschiedener Unsicherheits- und Spektralanalysemethoden werden die Studierenden realistischen wissenschaftlichen Datenanalyseszenarien ausgesetzt, die es ihnen ermöglichen, die relevantesten physikalischen Informationen aus allen möglichen Strömungsdaten zu untersuchen und zu extrahieren.			
Literatur			
• Tropea, Cameron, Alexander L. Yarin, and John F. Foss, eds. Springer handbook of experimental fluid mechanics. Vol. 1. Springer, 2007. • Coleman, Hugh W., and W. Glenn Steele. Experimentation, validation, and uncertainty analysis for engineers. • John Wiley & Sons, 2009. Bendat, Julius S., and Allan G. Piersol. Random data: analysis and measurement procedures. Vol. 729. John Wiley & Sons, 2011.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Data Science in Fluid Mechanics	3,0	Vorlesung/Übung	englisch

Modulname	Digitale Schaltungstechnik		
Nummer	2538090	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Mikrotechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Dietzel
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse von elektronischen Bauteilen und Schaltungen sowie von den entsprechenden physikalischen Grundlagen vorausgesetzt. Das Modul Angewandte Elektronik im Bachelor-Studium (MB-MT-18, MB-MT-19) vermittelt diese Vorkenntnisse.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Ausgehend von der Beschreibung digitaler Signale werden Realisierungsmöglichkeiten für digitale Verarbeitungssysteme vorgestellt. Die bekanntesten Zahlensysteme werden dargestellt und deren Umwandlung geübt. Die Arithmetik des Addierens, Subtrahierens, Multiplizierens und Dividierens wird auf das Dualsystem angewendet (Dualarithmetik). Ein weiterer Schwerpunkt ist die Boolesche Algebra und deren Realisierung mit Logikgattern. Dazu gehören das Karnaugh-Veitch-Diagramm und das Quine-McClusky-Verfahren zur Vereinfachung von Schaltnetzen. Darüber hinaus werden Codierungsverfahren für Daten und Codeumsetzer behandelt. Der Aufbau von Kippschaltungen, Zählerschaltungen, Multiplexern und optoelektronischen Bauelementen wird anwendungsbezogen untersucht. Dabei werden ebenfalls der Aufbau und die Ansteuerung von Halbleiterspeicherelementen präsentiert. Im Bereich der Signalumsetzung werden Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzer sowie Datenbussysteme vorgestellt.			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden sind fähig, Zahlensysteme und Boolesche Algebra anzuwenden und die Ergebnisse zu analysieren. Sie können Methoden zur Vereinfachung von elektronischen Schaltungen und zur Datenverarbeitung auf bisher unbekannte Anwendungsbeispiele übertragen. Weiterhin sind sie in der Lage, verschiedene Verfahren zur theoretischen und praktischen Realisierung von Logik-, Kipp-, Zähler- und Rechenschaltungen bedarfsgerecht auszuwählen und zu benutzen. Sie können die Herstellung von Leiterplatten beschreiben, sie anwenden und untersuchen.			
Literatur			
• U. Tietze, Ch. Schenk: Halbleiterschaltungstechnik, Springer, 12. Aufl. 2002, ISBN 3-540-42849-6 • R. C. Jaeger, T. N. Blalock: Microelectronic Circuit Design, McGraw-Hill, 3rd ed. 2007, ISBN 0-073-30948-6 • W. Groß: Digitale Schaltungstechnik, Vieweg, 1994, ISBN 3-528-03373-8 • R. Weißel, F. Schubert: Digitale Schaltungstechnik, Springer, 1995, ISBN 3-540-57012-8 • www.elektronik-kompodium.de			
Hinweise			
Das Modul Mikroprozessortechnik (MB-MT-10) ist eine gute Ergänzung der hier behandelten Inhalte.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Digitale Schaltungstechnik	2,0	Vorlesung	deutsch
Digitale Schaltungstechnik	1,0	Übung	deutsch

Modulname	Digitale Technologien in der Verfahrenstechnik		
Nummer	2541450	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stephan Scholl
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min) # Präsenz oder digital		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Vorlesung: - Begrifflichkeiten, Definitionen und thematische Zuordnungen zur Digitalisierung im Allgemeinen und im Kontext Industrie 4.0 mit Fokus auf verfahrenstechnische Anwendungen - Vorstellung der Grundlagen von Hardwarekomponenten, wie Mess- und Sensortechniken, sowie Anforderungen an die Sensorik und Anlagen von morgen - Datengetriebene, hybride Modellierung - Methoden und Techniken des Maschinellen Lernens (überwachtes, unüberwachtes Lernen) - Data Mining und Datenanalyse (CRISP-DM, Merkmalsextraktion, -selektion, Clustering, Visualisierung) - Grundlagen Neuronale Netze und Deep Learning - Treiber, Potentiale, Initiativen in der chemischen Prozessindustrie im Kontext Digitale Transformation - Vorstellung von Praxisbeispielen aus Industrie und Forschung Übung: - Programmieren in Python - Rechnerübungen zur Merkmalsextraktion, Selektion und Bewertung			
Qualifikationsziel			
Vorlesung: Die Studierenden können die wesentlichen Begriffe im Kontext Digitalisierung und Industrie 4.0 erläutern und abgrenzen. Sie können Methoden des Maschinellen Lernens benennen, erläutern und bekannte Verfahren anwenden. Die Studierenden können argumentieren, welche Verfahren für eine Problemstellung geeignet sind. Sie kennen die allgemeine Vorgehensweise bei der Datenanalyse und können bekannte Algorithmen beschreiben und anwenden. Die verwendeten Algorithmen können hinsichtlich ihrer Vorhersagegenauigkeit analysiert und beurteilt werden. Typische Modellfehler können die Studierenden erkennen und bewerten. Übung: Die Studierenden sind in der Lage die erlernten Kenntnisse auf Praxisbeispiele zu abstrahieren. Die zur Datenaufbereitung und Visualisierung notwendige Programmierumgebung sowie bekannte Tools können sie auswählen und anwenden. Die Studierenden können einfache Algorithmen der statistischen Datenanalyse und des maschinellen Lernens programmieren und ausführen. Weiterhin sind die Studierenden befähigt erfolgreich in einer Gruppe zu arbeiten, effizient zu kommunizieren und Lösungen eigenständig zu erarbeiten.			

beiten. Durch die Arbeit mit anderen Personen (Gruppenmitglieder, Betreuer) befördert dies die Studierenden in ihrer Kommunikationsfähigkeit und Sozialkompetenz.

Literatur

- S. Richter. #Statistisches und maschinelles Lernen#, 2019.
- C. M. Bishop. #Pattern Recognition and Machine Learning#, 2006.
- J. VanderPlas. #Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data#, 2016.



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Digitale Technologien in der Verfahrenstechnik	2,0	Vorlesung	deutsch
Digitale Technologien in der Verfahrenstechnik	1,0	Übung	deutsch

Modulname	Energy Efficiency in Production Engineering		
Nummer	2522930	Modulversion	v2
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Christoph Herrmann
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Klausur+ (120 min) oder mündliche Prüfung+ (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung	Präsentation und/oder schriftliche Ausarbeitung im Rahmen eines Teamprojektes (auf Antrag fließt das Ergebnis der Studienleistung im Rahmen von Klausur+ bzw. Mündliche Prüfung+ zu maximal 20% in die Bewertung ein)		
Inhalte			
• Hintergründe und Methoden zur ganzheitlichen Planung, Gestaltung und Entwicklung nachhaltiger Produktionssysteme • Begriffsdefinition und Herkunft der Nachhaltigkeit in der Produktion • Technologien und Vorgehensweisen zur industriellen Datenerfassung • Energetische Bewertung von Produktionsprozessen anhand verschiedenster Kennzahlen • Datenanalyse von Produktionsprozessen anhand von Sankey Diagrammen in Theorie und Praxis • Analyse von Produktionsprozessen anhand einer (Energie-)Wertstromanalyse • Analyse der verschiedenen Betrachtungsebenen von Fabriken (Produktionsprozesse, technische Gebäudeausrüstung, Gebäudehülle) und relevanter Material-, Energie- und Informationsflüsse • Gastvorträge aus der Industrie zu relevanten Themen nachhaltiger Produktionssysteme • Erlangen von Kenntnissen zu Energieflexibilität in der Produktion • Praxisorientierte Anwendung verschiedener Methoden zur Steigerung der Energieeffizienz in der Lernfabrik des IWF			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden • erläutern die Planung, Gestaltung und Entwicklung nachhaltigkeitsorientierter Produktionssysteme in verschiedenen Kontexten • beurteilen verschiedene Strategien (z.B. Effizienzstrategie) und Prinzipien (z.B. Vermeidungsprinzip) einer nachhaltigen Entwicklung in definierten Anwendungsfällen im Labormaßstab • bewerten bestehende Produktionssysteme in ökonomischer, ökologischer und sozialer Dimension • sind in der Lage, die Ergebnisse verschiedener Effizienzstrategien an Fachfremde zu illustrieren und relevante Annahmen, Einschränkungen und Rahmenbedingungen korrekt anzuwenden • konzipieren im Rahmen des Teamprojekts eigene Forschungsfragen, werten Versuche aus und leiten eine Ergebnispräsentation der Forschungsergebnisse ab • organisieren sich im Teamprojekt und sammeln Erfahrungen in relevanten Softskills u.a. Teamarbeit, Kommunikations- und Präsentationsfähigkeit • analysieren nachhaltigkeitsorientierte Produktionssystem innerhalb eines vorgegebenen Themas • sind in der Lage, relevante Handlungsfelder und Maßnahmen für eine nachhaltige Produktion auszuwählen			
Literatur			

Vorlesungsskript "Energy Efficiency in Production Engineering" mit ausführlichen Quellenangaben für das Selbststudium

Herrmann, Christoph: Ganzheitliches Life Cycle Management, Berlin 2009

Dyckhoff, H. (2000): Umweltmanagement # Zehn Lektionen in umweltorientierter Unternehmensführung, Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000.

Günther, H.-O.; Tempelmeier, H. (2005): Produktion und Logistik. 6., verb. Aufl., [Hauptbd.], Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005.

Eversheim, W.; Schuh, G. (1999): Gestaltung von Produktionssystemen, VDI-Buch Nr. 3, Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1999.

Hinweise

Die Veranstaltung #Energy Efficiency in Production Engineering# richtet sich insbesondere an Studierende der Fachrichtungen Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau, nachhaltige Energietechnik, Technologie-orientiertes Management, Umweltingenieurwesen als auch verwandte Studiengänge. Diese Vorlesung wird in Englisch gehalten.



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Beide Veranstaltungen müssen belegt werden.

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Energy Efficiency in Production Engineering	2,0	Vorlesung	englisch
Energy Efficiency in Production Engineering	1,0	Teamprojekt	englisch

Modulname	Energy Turnaround – Industrial Hydrogen Applications		
Nummer	2521000010	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Partikeltechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Sabrina Zellmer
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
H2-Allgemein - Chemische Eigenschaften, Energiedichte, Speichermöglichkeiten durch Kompression und Verflüssigung - Welchen Einfluss haben diese Eigenschaften auf Wasserstoff als Energieträger und den Transport von Wasserstoff? H2-Erzeugung - Bedeutung von z.B. grünem und blauem Wasserstoff - Technologieüberblick Elektrolyse - Entscheidungsgrundlagen für passende Technologie bei unterschiedlichen industriellen Anwendungen H2-Wirtschaft - Status Quo (Heutige H2 Erzeugung und Anwendung); H2 als Energieträger - Grüner H2-Bedarf (Europa, DE); Ziele der europäischen/nationalen H2-Strategie - Anforderungen an grünen H2: Elektrolyse in DE + Regulatorik & Gesetzgebung (EEG) Stromerzeugung - Ausbauziele - Stromgestehungskosten - Technologieüberblick: Photovoltaik, Windkraft - Fokus Volllaststunden H2-Umwandlung - H2-Speichermedien: Ammoniak, Methanol, CH4, LOHC - H2-Speichermedien: Energiebedarf (Strom, Wärme) H2-Speicherung - Übersicht Speicheroptionen, Stand der Technik (z.B. LH2-Tank) H2-Transport - LKW, (Zug), Pipeline, Schiff: Überblick, Vor-/Nachteile, Transportfähigkeit - Bestehende Transportmöglichkeiten: LKW und Pipeline H2-Nutzung - Überblick H2-Nutzung in Industrie, Mobilität und ggf. Quartiere			

- Anwendungsbeispiele: Stahlindustrie, Transformation von Fabriken, Brennstoffzellen in unterschiedlichen Anwendungen
- Brennstoffzellen-Typen

Qualifikationsziel

Die Studierenden bekommen Kenntnisse im Bereich der H₂-Erzeugung, Wirtschaft, Speicherung, Transport und Nutzung vermittelt. Nach Abschluss der Vorlesung und Übung können die Studierenden Anwendungsmöglichkeiten von H₂ benennen und die allgemeinen Wirkzusammenhänge entlang der gesamten Wertschöpfungskette beschreiben, die Relevanz von H₂ auf dem Weg zur Klimaneutralität erkennen, relevante Technologien im Kontext Wasserstoff benennen und erläutern sowie wesentliche Merkmale bzgl. der Transformation des Energiesektors diskutieren und reflektieren.

Literatur

- 1) Stolten, Detlef, ed. Hydrogen and fuel cells: fundamentals, technologies and applications. John Wiley & Sons, 2010.
- 2) Hosseini, Seyed Ehsan. Fundamentals of hydrogen production and utilization in fuel cell systems. Elsevier, 2023.
- 3) Stetson, Ned T., Robert C. Bowman Jr, and Gregory L. Olson. "Overview of hydrogen storage, transportation, handling and distribution." Handbook of hydrogen energy 26 (2014).

**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN****Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

Blockveranstaltung

Anwesenheitspflicht**Titel der Veranstaltung****SWS****Art LVA****Sprache**

Energy turnaround – Industrial hydrogen applications

2,0

Vorlesung

englisch

Energy turnaround – Industrial hydrogen applications

1,0

Übung

englisch

Modulname	Formulation Technology for Components of Battery and Hydrogen Systems		
Nummer	2521000110	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Partikeltechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Arno Kwade
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlagen der mechanischen Verfahrenstechnik, Basiswissen zum Aufbau und Funktion von Batterie- und Brennstoffzellen		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Die Herstellung von Komponenten für nachhaltige Batterie- und Wasserstoffsysteme erfolgt über komplexe Prozessketten, die aus einer Vielzahl an unterschiedlichen Unit Operations bestehen. Im Rahmen dieser Vorlesung werden nach einer Einführung in diese Komponenten die formulierungs- und verfahrenstechnischen Grundlagen (u.a. Partikel-Partikel-Wechselwirkungen, Rheologie, Pulverfließverhalten), prozesstechnische Kenntnisse und Modelle zur Formulierung der Komponenten und deren Zwischen- und Vorprodukte, d.h. zur Auslegung der Materialrezepturen und der Prozessparameter, vorgestellt. Anhand praxisnaher Beispiele wird gezeigt, wie sich die Produkte der Batterie- und Wasserstoffsysteme gezielt über die Wahl von Parametern und Prozessabfolgen herstellen lassen. Hier sind anspruchsvolle Formulierungen, stabile disperse Systeme und reproduzierbare Prozessbedingungen essenziell für Leistungsfähigkeit und Sicherheit der finalen Produkte. Die Vorlesung führt zunächst in die Grundlagen disperser Systeme ein, um das Fließverhalten und die Verarbeitung von Emulsionen, Suspensionen und Pulver in Batterie und Wasserstoffanwendungen zu verstehen. Anschließend werden die Erzeugung und Eigenschaften flüssiger und fester Formulierungen sowie deren Bedeutung für Funktionsschichten, Elektroden, Membranen und Bipolarplatten vertieft. Darauf aufbauend lernen die Studierenden die dafür eingesetzten Verfahren (z.B. Extrudieren, Beschichten), mit denen sich maßgeschneiderte Produkteigenschaften unterschiedlicher Batterie- und Wasserstoffkomponenten erzielen lassen. Die Vorlesung vermittelt damit sowohl die breit gefächerten Grundlagen der Formulierungstechnik als auch deren Umsetzung in industriellen Schlüsselanwendungen mit besonderem Bezug auf aktuelle Herausforderungen zur verfahrenstechnischen Produktion von Komponenten für Batterie# und Wasserstoffsysteme.			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden erwerben in diesem Modul vertiefte ingenieur- und naturwissenschaftliche Kompetenzen, um Rezepte, Prozesse und Verfahren zur verfahrenstechnischen Herstellung von Komponenten für Batterie# und Wasserstoffsysteme sicher gestalten, anwenden und bewerten zu können. Dabei lernen sie neben vertieften Grundlagen aktuelle Trends und Forschungsergebnisse einzuordnen, geeignete Unit Operations, Prozesse und Produktionsverfahren zu gestalten und komplexe Herausforderungen systematisch zu lösen. Ebenso entwickeln sie die Fähigkeit ihr Wissen flexibel auf industrielle Anwendungen im Batterie- und Wasserstoffbereich zu übertragen.			
Literatur			

- Mollet, H., Grubenmann, A. (2008). Formulation Technology: Emulsions, Suspensions, Solid Forms. Deutschland: Wiley-VCH.
- Kwade, A., Haselrieder, W., et.al. (2018). Current status and challenges for automotive battery production technologies, Nature Energy, 2018, 3, 290-300



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Formulation Technology for Components of Battery and Hydrogen Systems	2,0	Vorlesung	englisch
Formulation Technology for Components of Battery and Hydrogen Systems	1,0	Übung	englisch

Modulname	Fuel Cell Systems		
Nummer	2536230	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Brennstoffzellen
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Eilts
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Das Thema der Vorlesung "Brennstoffzellensysteme" befasst sich zunächst mit den verschiedenen Typen von Brennstoffzellen, PEM, AEM, SOFC, etc. unter dem Gesichtspunkt ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften, sowie der Herstellungsverfahren auch bezogen auf das Gesamtsystem. Anschließend werden die verschiedenen Schichten und Komponenten der Brennstoffzellensysteme ausführlich behandelt, insbesondere im Hinblick auf die Degradation von Katalysatoren, GDLs und MEAs. Wasserstoff an sich ist kein Primärenergieträger - wo immer er verbraucht wird, muss er erst hergestellt werden, weshalb hier der CO2-neutralen Herstellung große Aufmerksamkeit gewidmet wird vor allem durch sogenannte Hochtemperaturzellen. Die Kreislaufwirtschaft der verschiedenen Komponenten wird näher erläutert und auf die Besonderheiten der jeweiligen Schichten und Komponenten eingegangen.			
Qualifikationsziel			
Die Vorlesung behandelt das zukunftsrelevante Thema der Brennstoffzellensysteme. Durch die Teilnahme werden die Studierenden in die Lage versetzt, einen Produktionskreislauf der Einzelkomponenten zu skizzieren und objektive Maßstäbe für dessen ökologische Realisierung im Mobilitätssektor anzusetzen. Sie sind in der Lage, die grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften der Komponenten zu benennen. Die Studierenden sind in der Lage, thermodynamische Eigenschaften und damit verbundene kinetische Berechnungen sowie Wirkungsgradberechnungen selbstständig anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage, neben den etablierten Formaten auch die Formen spezieller Brennstoffzellen(-systeme) zu erklären und zu analysieren. Die Studierenden sind in der Lage, die Vor- und Nachteile, insbesondere in Bezug auf den batterieelektrischen Antrieb im Mobilitätssektor, zu beurteilen, und auch der Vergleich mit der Verbrennung von Wasserstoff kann analysiert und unterschieden werden, welche Form energetisch günstiger ist. Ausführliche Erörterungen relevanter Systemaspekte werden von den Studenten und Studentinnen beschrieben und runden somit die Qualifikationsziele ab.			
Literatur			
Dicks, Andrew L., and David AJ Rand. Fuel cell systems explained. John Wiley & Sons, 2018			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Fuel Cell Systems	2,0	Vorlesung	englisch
Fuel Cell Systems	1,0	Übung	englisch

Modulname	Keramische Werkstoffe/Polymerwerkstoffe		
Nummer	2524120	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	2	Einrichtung	Institut für Werkstoffe
SWS / ECTS	2 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Dr. Martin Bäker
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	28	Selbststudium (h)	122
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Die Grundkenntnisse, die in der Lehrveranstaltung #Werkstoffkunde# vermittelt werden, werden vorausgesetzt und sollten bei einer Teilnahme sicher beherrscht werden.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	2 Prüfungsleistungen: a) Klausur (60 min) oder mündliche Prüfung (20 min) zu Keramische Werkstoffe (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote: 1/2) b) Klausur (60 min) oder mündliche Prüfung (20 min) zu Polymerwerkstoffe (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote: 1/2)		
Zu erbringende Studienleistung			
Zusammensetzung der Modulnote	2 Prüfungsleistungen: a) Klausur (60 min) oder mündliche Prüfung (20 min) zu Keramische Werkstoffe (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote: 1/2) b) Klausur (60 min) oder mündliche Prüfung (20 min) zu Polymerwerkstoffe (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote: 1/2)		
Inhalte			
Keramische Werkstoffe: • Nichtmetallische anorganische Werkstoffe und Verfahren zur Herstellung • Pulver: Charakterisierung, Aufbereitung • Formgebungs- und Sinterprozesse • Eigenschaften, Prüfverfahren • Silikatkeramik: • Werkstoffe: Cordierit, Steatit, technische Porzellane • Anwendungen: Elektrotechnik, Wärmetechnik, Träger für Katalysatoren • Oxidkeramik: • Werkstoffe: Al2O3, ZrO2; Al2TiO • Anwendungen: Elektrotechnik, Maschinenbau, Motorenbau, Brennstoffzellen • Nichtoxidkeramik, Herstellung und Eigenschaften: • Werkstoffe: SiC, Si3N4, AlN • Anwendungen: Maschinenbau, Wärmetechnik, Elektrotechnik • Konstruieren mit Keramik • Aktive Keramik, Herstellung und Eigenschaften: a) Piezokeramik, Ferrite, b) Anwendungen: Elektronik Polymerwerkstoffe: • Aufbau, Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen einschließlich energiebilanzieller Betrachtung • Festigkeits- und Verformungsverhalten • physikalische Eigenschaften • chemische Beständigkeit • Alterungs- und Witterungsverhalten • Besonderheiten in der Anwendung und Applikation von Kunststoffen bei Neubau und Instandsetzung			

- Kunststoffschäden und ihre Vermeidung

Qualifikationsziel

Die Studierenden können die verschiedenen technischen Porzellane, Keramiken und Polymere (hier: Thermoplaste, Elastomere und Duroplaste) auflisten sowie deren chemische, physikalische und mechanische Eigenschaften beschreiben. Die Studierenden können einen nicht-metallischen Werkstoff einer der vorgenannten Werkstoffgruppen zuordnen. Die Studierenden können die Herstellverfahren für technische Keramiken und Polymere benennen und erklären, welches Herstellverfahren für konkrete Bauteile sinnvollerweise eingesetzt werden sollte. Die Studierenden können an Hand von Bauteilbeispielen die Konstruktionsprinzipien für nicht-metallische Werkstoffe aufzählen, verstehen und analysieren. Die Studierenden sind in der Lage, ein geeignetes Polymer oder eine passende Keramik für ein gegebenes Bauteil auszuwählen. Die Studierenden können herausfinden, welche nichtmetallischen Werkstoffe sich für welche Anwendung eignen und sind dadurch in der Lage, diese Werkstoffe zielgerichtet in der beruflichen Praxis einzusetzen.

Literatur

Keramische Werkstoffe:

- D. Munz, T. Fett, "Mechanisches Verhalten keramischer Werkstoffe", Springer, 1989
- CeramTec, #Technische Keramik#, Süddeutscher Verlag onpact, 2010
- Es steht ein ausführliches Skript und ein Handbuch für keramische Werkstoffe zur Verfügung.

Polymere:

- Menges / Schmachtenberg / Michaeli / Haberstroh: Werkstoffkunde Kunststoffe, ISBN 3-446-21257-4, Carl Hanser Verlag 2002
- Oberbach: Saechtling Kunststoff Taschenbuch, ISBN: 3-446-22670-2, Carl Hanser Verlag 2004
- Frank: Kunststoff-Kompendium, ISBN: 3-8023-1589-8, Vogel Fachbbuchverlag 2000
- Braun: Kunststofftechnik für Einsteiger, ISBN 3-446-22273-1, Carl Hanser Verlag 2003
- Braun: Erkennen von Kunststoffen, Qualitative Kunststoffanalyse mit einfachen Mitteln, Carl Hanser Verlag 2003
- Gächter / Müller: Kunststoff-Additive, ISBN: 3-446-15627-5, Carl Hanser Verlag 1989
- Bargel / Schulze: Werkstoffkunde, Springer Verlag 2004
- Potente: Fügen von Kunststoffen, Grundlagen, Verfahren, Anwendung, ISBN: 3-446-22755-5, Carl Hanser Verlag 2004



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Beide Veranstaltungen müssen belegt werden.

Vorlesung Polymerwerkstoffe: Wintersemester

Vorlesung Keramische Werkstoffe: Sommersemester

Die Reihenfolge der Belegung ist freigestellt.

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung

SWS

Art LVA

Sprache

Keramische Werkstoffe

1,0

Blockveranstal-
tung

deutsch

Polymerwerkstoffe (Maschinenbau)

1,0

Vorlesung

deutsch

Modulname	Life Cycle Assessment for Sustainable Engineering		
Nummer	2545020	Modulversion	v2
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Christoph Herrmann
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	- Studierende verfügen idealerweise bereits über Kenntnisse zu Matrizenrechnung (z.B. Matrix-Multiplikation) - Studierende kennen die chemischen Summenformeln von geläufigen Substanzen (z.B. CO2, H2O)		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Klausur+ (120 min) oder mündliche Prüfung+ (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung	Präsentation und/oder schriftliche Ausarbeitung im Rahmen eines Teamprojektes (auf Antrag fließt das Ergebnis der Studienleistung im Rahmen von Klausur+ bzw. Mündliche Prüfung+ zu maximal 20% in die Bewertung ein)		
Inhalte			
- Notwendigkeit für eine Quantifizierung von Umweltwirkungen - Konzept des lebenszyklusorientierten Denkens - Sensibilisierung für Problemverschiebungen - Grundlagen und Anwendung der Methodik der Ökobilanz (Life Cycle Assessment, LCA) - Struktur einer Ökobilanz gemäß ISO 14040/14044 - Vor- und Nachteile der LCA Methodik, Anwendungsgebiete, Ausprägungsformen			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden... - sind in der Lage, eine Ökobilanz gemäß ISO 14040/14044 durchzuführen - können eine bestehende Ökobilanz hinsichtlich der Aussagekraft der Ergebnisse sowie möglicher Schwachstellen analysieren - sind in der Lage, die Ergebnisse einer Ökobilanz an Laien zu kommunizieren, und dabei auf relevante Annahmen, Einschränkungen und Rahmenbedingungen einzugehen - können die verschiedenen Wahlmöglichkeiten, welche ihnen bei der Modellierung im Rahmen einer Ökobilanz zur Verfügung stehen, wiedergeben, und eine begründete Entscheidung treffen, welche dieser Modellierungsansätze sie in einem gegebenen Kontext anwenden würden - können relevante Inhalte innerhalb eines vorgegebenen Themas aus dem Bereich Ökobilanzierung identifizieren, verstehen, aufbereiten, und für andere verständlich präsentieren - können, unter Nutzung von bereitgestellten Daten, eine Ökobilanzsoftware anwenden, um damit aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen - können sich im Rahmen einer Gruppenarbeit effektiv selbst organisieren, die Arbeit aufteilen, eine termingerechte Zielerreichung sicherstellen und eine lösungsorientierte Kommunikation praktizieren			
Literatur			
HAUSCHILD, Michael Z.; ROSENBAUM, Ralph K.; OLSEN, Stig Irvin. Life cycle assessment. Springer, 2018			

- ISO 14040:2006 Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Life Cycle Assessment for sustainable engineering (V)	2,0	Vorlesung	englisch
Life Cycle Assessment for sustainable engineering (Ü)	1,0	Übung	

Modulname	Material Cycles of Energy Storage Systems and Converters		
Nummer	2521000060	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Partikeltechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Sabrina Zellmer
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Rohstoffe - Allgemein • Bedeutung der Ressourcenverfügbarkeit • Kenntnisse über Ressourcenverfügbarkeiten und Abbaugebiete • Einordnung in die Energiespeicher und -wandler • Bewertung ökologischer und ökonomischer Aspekte des Rohstoffabbaus Rohstoff - Wirtschaft • Status Quo • Rohstoffbedarf (Europa, DE, weltweit); Ziele der europäischen/nationalen Strategien • Anforderungen Rohstoffe/Ressourcen: Regulatorik & Gesetzgebung (Europa, DE, weltweit) Abbau und Verarbeitung • Mining (Maschinen, Energieversorgung, ...) • Rohstoffaufbereitung • Materialsynthese • Produktherstellung Materialien - Nutzung / Einsatzbereiche • Übersicht Energiespeicher und -wandler • Design von Energiespeichern und -wandlern in Abhängigkeit der eingesetzten Materialien • Aufbau und Materialien heutiger Batteriezellen und -systeme • Kurzübersicht: Prozesskette Energiespeicher und -wandler Recycling (End-of-Life) • Demontage • Mechanische und Thermische Aufbereitungsverfahren • Hydro- und Pyrometallurgische Aufbereitungsverfahren • Direkt vs. Indirekt Recycling Recycling (Ausschuss) • Definition und Herkunft von Produktionsausschuss • Aufbereitungsverfahren für Produktionsausschuss Rückführung/Resynthese			

- Resynthese / Rekonditionierung
- Produktherstellung aus Sekundärmaterialien

Charakterisierung / Nachverfolgbarkeit

- Tracking und Tracing
- Analysemethoden zur Bewertung u.a. des Herkunftslandes (z.B. Isotopenanalyse)
- Batteriepass

Qualifikationsziel

Die Studierenden bekommen Kenntnisse im Bereich des Rohstoffabbaus und der Verarbeitung von Materialien zu Komponenten für die Fertigung von Energiespeichern und -wandlern. Hierbei liegt der Fokus einerseits auf den unterschiedlichen Ländern, in denen Rohstoffe abgebaut werden, den Rohstoffabbau-prozessen (u.a. über Bergbau), der Nachverfolgbarkeit der Materialien (Traceability, Transportketten) und auf den Verarbeitungsprozessen zur Herstellung geeigneter Materialien für Energiespeicher und -wandlern. Andererseits steht die Rückführung der Materialien aus der Nutzung, d.h. am Ende des Lebensweges, im Vordergrund. Thematisch werden hier u.a. unterschiedliche Recyclingprozesse (Demontage, Mechanische, Thermische, Hydro- und Pyrometallurgische Aufbereitungsverfahren) sowie die anschließende Rückführung der recycelten Materialien in minder-, gleich- oder höherwertige Produktionsprozesse behandelt. Nach Abschluss der Vorlesung und Übung können die Studierenden Abbau- und Produktionsprozesse sowie Recyclingprozesse benennen und die allgemeinen Wirkzusammenhänge entlang der gesamten Wertschöpfungskette beschreiben, die Relevanz des Rohstoffrecyclings und der Nachverfolgbarkeit der Rohstoffe entlang der Supply Chain erkennen, relevante Technologien benennen und erläutern sowie wesentliche Merkmale bzgl. Einflussfaktoren auf die Transformation des Energiesektors diskutieren und reflektieren.

Literatur

- Müller, Melanie, et al. "From competition to a sustainable raw materials diplomacy: Pointers for European policymakers." (2023): 48.
- Barman, P.; Dutta, L.; Azzopardi, B. Electric Vehicle Battery Supply Chain and Critical Materials: A Brief Survey of State of the Art. *Energies* 2023, 16, 3369. <https://doi.org/10.3390/en16083369>
- Wang, Yun, et al. "Materials, technological status, and fundamentals of PEM fuel cells—a review." *Materials today* 32 (2020): 178-203.

Hinweise

Die Vorlesungssprache wird zu Beginn der Vorlesungseinheit festgelegt.
Die Unterlagen stehen in englischer Sprache zur Verfügung.



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung

SWS

Art LVA

Sprache

Material Cycles of Energy Storage Systems and Converters

2,0

Vorlesung

englisch
deutsch

Material Cycles of Energy Storage Systems and Converters

1,0

Übung

englisch
deutsch

Modulname	Methoden der Prozessmodellierung und -optimierung		
Nummer	2520460	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Energie- und Systemverfahrenstechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Daniel Schröder
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung: Projektmappe zum Teamprojekt		
Inhalte			
Vorlesung: • Einführung in die Prozessmodellierung • Physikalisch-deterministische Prozessmodellierung • Empirische Prozessmodellierung und Prozessidentifikation • Stochastische Modellierung • Prozessoptimierung Übung: In den Übungen werden Beispielrechnungen zu den Modellierungs- und Optimierungsmethoden durchgeführt und auf (bio-)verfahrenstechnische Prozesse angewendet. Zusätzlich werden Möglichkeiten der Implementierung und Simulation der Prozesse mit Matlab aufgezeigt.			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden können die Unterschiede zwischen der deterministischen physikalischen, der empirischen und der stochastischen Modellierung erläutern. Sie sind in der Lage, verfahrenstechnische, chemische- und biotechnologischer Prozesse zu analysieren und für die Beantwortung von spezifischen Fragestellungen geeignete Modellansätze auswählen. Die Studierenden kennen unterschiedliche Typen von empirischen Prozessmodellen und können diese anwenden, um anhand von gegebenen Daten Modellparameter zu berechnen. Sie können zudem stochastische Modelle für einfache Beispielsysteme konzipieren und analysieren. Die Studierenden können aus einer Prozessbeschreibung eigenständig physikalische Modelle entwickeln und diese benutzen, um Prozesse zu bewerten und zu optimieren. Weiterhin können sie die Modelle in der Software Matlab implementieren und die Simulationsergebnisse analysieren und interpretieren.			
Literatur			
• B. Roffel, B. Betlem, Process Dynamics and Control: Modeling for Control and Prediction, 2007, Wiley • B. Ogunnaike, W.H. Ray, Process Dynamics, Modelling, and Control, 1994, Oxford University Press • S. Skogestad, Chemical and Energy Process Engineering, 2008, CRC Press • D. M. Imboden, S. Koch, Systemanalyse: Einführung in die mathematische Modellierung natürlicher Systeme, 2008, Springer • R. Isermann, Identifikation dynamischer Systeme Bd. 1, 1992, Springer • H. Bungartz et al. Modellbildung und Simulation, 2009, Springer • M. Papageorgiou et al., Optimierung: statische, dynamische, stochastische Verfahren für die Anwendung, 2012, Springer			

- Umdruck zur Vorlesung



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Das Tutorium ist ein freiwilliges Angebot, damit Studierende Unterstützung beim Erlernen einer Programmiersprache bekommen; dieses Angebot wird nur bei Bedarf angeboten und ist nicht essenziell für das Erreichen der Lernziele.			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Methoden der Prozessmodellierung und -optimierung	2,0	Vorlesung	deutsch
Methoden der Prozessmodellierung und -optimierung	1,0	Übung	deutsch
Methoden der Prozessmodellierung und -optimierung	0,5	Tutorium	deutsch

Modulname	Mikroskopie und Partikelmessung im Mikro- und Nanometerbereich		
Nummer	2521080	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Partikeltechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Arno Kwade
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen	keine		
Empfohlene Voraussetzungen	keine		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Die Vorlesung behandelt die Prinzipien verschiedener Mikroskopieverfahren und stellt Techniken zur Partikelgrößenanalyse vor. Folgende Mikroskopieverfahren werden bearbeitet: • Lichtmikroskopie (inkl. Fluoreszenz- und Konfokalmikroskopie) • Elektronenmikroskopie (inkl. Probenpräparation) • Rastersondenmikroskopie (STM und AFM). Im Bereich der Partikelgrößenanalyse werden folgende Inhalte behandelt: • Berechnung, Darstellung und Umrechnung von Partikelgrößenverteilungen • Sedimentationsverfahren (z.B. Scheibenzentrifuge) • Trennverfahren (z.B. Siebanalyse, Feld-Fluss-Fraktionierung) • Zählverfahren (z.B. Bildanalyse, Streulichtzähler) • Oberflächenverfahren (z.B. Durchströmverfahren wie Blaine) • Verfahren, die die Beeinflussung von Wellen nutzen (z.B. Laserbeugungsspektrometrie, Photonenkorrelationsspektrometrie, Ultraschallspektrometrie, etc.) • Entwicklung einer Partikelgrößenanalysemethode Im Rahmen der Übung werden die erlernten Inhalte durch Wiederholungen, praktischen Übungen und Beispielrechnungen gefestigt.			
Qualifikationsziel			
Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden den Aufbau und die Funktionsweise von optischen Mikroskopen beschreiben und den Zusammenhang zwischen Strahlengang und Bilderzeugung bzw. #kontrastierung erklären. Darauf aufbauend können sie für biologische und technische Anwendungen geeignete mikroskopische Techniken und Parameter auswählen. Die Studierenden sind in der Lage den Aufbau von Elektronenmikroskopen zu skizzieren und die Funktionsweise der einzelnen Baugruppen zu erklären. Sie können die einzelnen Effekte, die beim Auftreffen von Elektronen auf Materie entstehen, wiedergeben und mit den verschiedenen Detektoren des Geräts verknüpfen. Die Studierenden kennen die Anforderungen an elektronenmikroskopische Proben und können geeignete Präparationstechniken auswählen. Die Studierende können die Funktion aller üblichen Methoden zur Partikelgrößenanalyse erklären und sind in der Lage, Kriterien für die Wahl einer Messmethode anhand des zu untersuchenden Stoffsystems abzuleiten.			

Sie können erhaltene Partikelgrößenverteilungen umrechnen und charakteristische Werte berechnen. Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktionsweise von ausgewählten Rastersondenmikroskopen (STM und AFM) und können verschiedene Messmodi erklären. Sie sind in der Lage Messergebnisse kritisch auszuwerten und die Ergebnisse zu interpretieren. Die Studierenden sind in der Lage, Arbeitsergebnisse in Gruppen zu erstellen und zu präsentieren.

Literatur

- Bonnell, D. (2001) Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy - Theory, Techniques, and Applications, Wiley-VCH, New York
- Flegler, S. L.; Heckman, J. W. und Klomparens, K. L. (1995) Elektronenmikroskopie, Grundlagen Methoden Anwendungen, Spektrum Akademischer Verlag
- Heidelberg. Stieß, M. (1992), Mechanische Verfahrenstechnik 1, Springer Verlag, Berlin. Vorlesungsskript



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Mikroskopie und Partikelmessung im Mikro- und Nanometerbereich	2,0	Vorlesung	deutsch
Mikroskopie und Partikelmessung im Mikro- und Nanometerbereich	1,0	Übung	deutsch

Modulname	Modeling and Simulation of hydrogen-based Energy Systems		
Nummer	2519000020	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Thermodynamik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Koller
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: mündliche Prüfung (30 min) oder Klausur (120 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Vorlesung: • Überblick über wasserstoffbasierte Energiesysteme (z.B. Brennstoffzellen- und Elektrolysesysteme, Wasserstoffspeicher und -tankstellen, Wasserstoff-Verflüssigungsanlagen), deren Komponenten und dynamischen Betriebsweisen • Überblick über relevante Fluide (u.a. Wasserstoff und mögliche Derivate wie z.B. Ammoniak, relevante Edukte und Produkte, Wärmeübertragungsfluide), deren Stoffeigenschaften sowie entsprechende Berechnungsmethoden bzw. Modellbibliotheken • Überblick über relevante Bilanzgleichungen sowie Transportprozesse für Wärme-, Stoff- und Impulstransport inklusive relevanter Berechnungsvorschriften • Ableitung und Parametrierung komplexer Systemmodelle mithilfe bestehender Bausteine (z.B. Komponenten- und Teilsystemmodelle) basierend auf Systemfließbildern und Komponentendaten • Implementierung von Regelkreisen für den stationären sowie den dynamischen Betrieb • Beispielhafte Simulation verschiedener wasserstoffbasierter Energiesysteme zur Beantwortung von Fragestellungen hinsichtlich Leistungsfähigkeit, Effizienz und Betriebsweise • Möglichkeiten der Visualisierung von Simulationsergebnissen in dedizierten Darstellungsformen			
Übung: Anhand ausgewählter Beispiele wenden die Studierenden die in der Vorlesung erlernten theoretischen Grundlagen an und lösen die in den Aufgaben angeführten Problemstellungen am Computer.			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden... • erlangen ein umfassendes Verständnis über wasserstoffbasierte Energiesysteme und deren dynamischen Betrieb. • erhalten einen Überblick über relevante Fluide in wasserstoffbasierten Energiesysteme (u.a. Wasserstoff und mögliche Derivate, relevante Edukte und Produkte, Wärmeübertragungsfluide), deren Stoffeigenschaften und Möglichkeiten, diese Eigenschaften in Systemsimulationsmodellen zu berücksichtigen. • erhalten einen Überblick über relevante Bilanzgleichungen und Transportprozesse (insb. Wärme- und Stofftransport) und deren Abbildung in Systemsimulationsmodellen. • erhalten einen Überblick über relevante Komponenten wasserstoffbasierter Energiesysteme und deren Wirkprinzipien.			

- sind in der Lage, basierend auf Systemfließbildern komplexe Systemmodelle mithilfe bestehender Bausteine (z.B. Komponenten- und Teilsystemmodelle) zu erstellen, zu parametrieren und zugehörige Regelkreise zu implementieren.
- sind in der Lage, vorgegebene Fragestellung mithilfe der Systemmodelle zu beantworten und eigenständig weiterführende Fragestellungen abzuleiten.
- sind in der Lage, die erzeugten Simulationsergebnisse kritisch zu bewerten und Optimierungsmaßnahmen für das System und den dynamischen Betrieb abzuleiten (z.B. hinsichtlich Leistungsfähigkeit, Effizienz und Betriebsstrategie).
- sind in der Lage, die Simulationsergebnisse in geeigneter Weise grafisch und textlich aufzubereiten und zu dokumentieren.

Literatur

Über weiterführende Literatur wird in der Vorlesung informiert.

**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN****Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen****Anwesenheitspflicht**

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Modeling and Simulation of hydrogen-based Energy Systems	2,0	Vorlesung	englisch
Modeling and Simulation of hydrogen-based Energy Systems	1,0	Übung	englisch

Modulname	Modern Batteries for BHT		
Nummer	2520000020	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Energie- und Systemverfahrenstechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Daniel Schröder
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Zunächst werden unter anderem wichtige Größen & Einheiten, Terminologie, Redoxreaktionen und Faradaysche Gesetze vorgestellt. Darauf aufbauend werden elektrochemische Grundlagen wie beispielsweise Elektrolyte, galvanische und elektrolytische Zellen, thermodynamische Zustandsfunktionen, theoretische Zellenspannung und Halbzellen-/Elektrodenpotential erläutert. Anschließend wird die elektrochemische Kinetik erklärt und auf poröse Elektroden angewandt. Ferner wird die Bedeutsamkeit der Materialauswahl und -entwicklung für die Herstellung von Batteriesystemen anhand von ausgewählten Beispielen dargestellt. Darüber hinaus werden ausgewählte Charakterisierungsmethoden vorgestellt, die bei der Material- und Elektrodenentwicklung wie auch der Prozessentwicklung/-optimierung verwendet werden und somit die Entwicklung neuer moderner Batterien ermöglichen. Der Hauptfokus liegt üblicherweise auf Lithium-Ionen-Batterien.			
Qualifikationsziel			
Im Hinblick auf die Energiespeicherung in Batterien lernen die Studierenden die thermodynamischen und kinetischen Grundlagen zum Verständnis und zur Beschreibung elektrochemischer Reaktionen kennen. Sie werden mit den wichtigsten Konzepten und Ansätzen der Elektrochemie sowie bedeutsamen Aspekten der Materialwissenschaft und -technik vertraut gemacht und erfahren, wie sie in ausgewählten Anwendungen eingesetzt werden. Darüber hinaus erlangen die Studierenden das Wissen, wie Sie über geeignete Methoden Materialien und Elektroden charakterisieren und somit neue Materialien und Prozesse für ausgewählte Batterien identifizieren und optimieren können.			
Literatur			
• C.H. Hamann, W. Vielstich, Electrochemistry, 4th edition, 2005, Wiley-VC • C. Daniel, J.O. Besenhard, Handbook of Battery Materials, 2nd edition, 2011, Wiley-VCH • T. Reddy, Linden's Handbook of Batteries, 5th edition, 2019, McGraw-Hill • G. Wittstock, Lehrbuch der Elektrochemie, 1st edition, 2023, Wiley-VCH			
Hinweise			
Dieser Kurs wird üblicherweise als Blockseminar über den Zeitraum einer Woche mit ganztägigem Unterricht während des Semesters angeboten.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Modern Batteries for BHT	3,0	Vorlesung	englisch

Modulname	Molekulare Simulation		
Nummer	2519060	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Thermodynamik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Gabriele Raabe
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen	keine		
Empfohlene Voraussetzungen	keine		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
1. Grundlagen aus der statistischen Thermodynamik: Begriff des Ensembles, Zustandssummen, Zustandssumme des idealen Gases, Maxwell-Boltzmann-Geschwindigkeitsverteilung; 2. Monte Carlo Simulation: Importance Sampling, Simulationen in verschiedenen Ensembles spezielle Algorithmen zur Simulation von Phasengleichgewichten, biased Sampling; 3. Molekulardynamik: Finite Differenzen Methoden, Bestimmung von Transportgrößen, Simulation in verschiedenen Ensembles, Thermostate und Barostate, Simulation von Molekülen; 4. Modelle zur Beschreibung der Wechselwirkungsenergie: Arten der intra- und intermolekularen Wechselwirkungen und ihre Modellierungsansätze, verschiedene Arten von Kraftfeldmodelle (Force Fields); 5. Simulationstechniken: Initialisierung einer Simulation, periodische Randbedingungen, Nachbarlisten, Ewaldsumme, Durchführung und Auswertung von Simulationen			
Qualifikationsziel			
Nach Abschluss dieses Moduls können die Studierenden die grundlegenden physikalischen Konzepte der molekularen Simulation und die daraus entwickelten Simulationstechniken erläutern. Sie können verschiedene Simulationsmethoden und molekulare Modellierungsansätze hinsichtlich Ihrer Anwendbarkeit für unterschiedliche Fragen- und Aufgabenstellungen beurteilen. Mit dem erworbenen Wissen sind sie in der Lage, Monte Carlo und Molekulardynamik Simulation durchzuführen und zu analysieren, um thermophysikalische und strukturelle Eigenschaften zu bestimmen. Sie haben die Fähigkeit erworben, dieses Wissen vertiefend in studentischen Arbeiten anzuwenden.			
Literatur			
• Vorlesungsfolien als Umdruck • Raabe, G. Molecular Simulation Studies on Thermophysical Properties, Springer 2017 • Allen, M. P., Tildesley, D. J.: Computer Simulation of Liquids. Oxford Science Publication, 2005 • Frenkel, D., Smit, B.: Understanding Molecular Simulation. From Algorithms to Applications. Academic Press, 2002 • Haile, J. M.: Molecular Dynamics Simulation. Elementary Methods. Wiley-Interscience, 1997			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Molekulare Simulation	2,0	Vorlesung	deutsch
Molekulare Simulation	1,0	Übung	deutsch

Modulname	Numerical simulation of reactive flows		
Nummer	2518000000	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Flugantriebe und Strömungsmaschinen
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jens Friedrichs
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	2 Prüfungsleistungen: 1. Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min) (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote 3/5) 2. Hausarbeit über Simulationsanwendungen (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote 2/5)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
1. Einführung in die grundlegenden Linux-Befehle 2. Einführung in das Open-Source-Tool Cantera 3. Hands-on-Training zur Berechnung thermodynamischer Eigenschaften und chemischer Kinetik mit Cantera und Python-Schnittstelle 4. Grundlagen der Finite-Volumen-Methode 5. Einführung in die OpenFoam®-Code-Struktur, Bibliotheksorganisation und Kompilierungsumgebung 6. Einführung über Simulationssetup, Randbedingungen, Löser and und Postprocessing-Utilities 7. Praktische Übungen zu 1D- und 2D-Simulationen von inerten und reaktiven Strömungen 8. Praktische Übungen zur Implementierung von zusätzlichen Transportgleichungen 9. Post-Processing mit Paraview und Validierung der Ergebnisse			
Qualifikationsziel			
Durch den Besuch der Vorlesung sind die Studierenden in der Lage: • die thermophysikalischen Eigenschaften und die chemische Kinetik von Gasgemischen zu berechnen; • die Grundlagen der Finite-Volumen-Methode zu verstehen; • Rechengitter einfacher Geometrien zu erzeugen; • 1D- und 2D-Simulationen von reaktiven Strömungen durchzuführen; • serielle und parallele Simulationen durchzuführen; • die Ergebnisse durch Visualisierung und Postprocessing von Strömungseigenschaften kritisch zu bewerten.			
Literatur			
1. "The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics - An Advanced Introduction with Open-FOAM® and Matlab", F. Moukalled, L. Mangani, M. Darwish, Springer 2016. 2. "Computational Methods for Fluid Dynamics". J. H. Ferziger and M. Peric, Springer, 2002.			

2. Deutsche Edition: Numerische Strömungsmechanik, J. H. Ferziger and M. Peric, DOI 10.1007/978-3-540-68228-8
3. T. Mari#, K. G. Mooney, J. Höpken, The OpenFOAM Technology Primer (version v2012), <https://doi.org/10.5281/zenodo.4630596>
4. Theoretical and Numerical Combustion, T. Poinso and D. Veynante. 2022



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Numerical simulation of reactive flows	3,0	Vorlesung/Übung	englisch

Modulname	Numerik von Differentialgleichungen		
Nummer	2543020	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Akustik und Dynamik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Sabine Langer
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Lineare Gleichungssysteme, Direkte Gleichungslöser, Iterative Gleichungslöser, Interpolation, Interpolationsfehler, Quadraturformeln, Numerische Differentiation, Einschrittverfahren und Mehrschrittverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen, Konvergenz, Konsistenz, partielle Differentialgleichungen			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden sind in der Lage, 1. verschiedene Lösungsstrategien zum Lösen von Differentialgleichungen zu benennen. 2. die Unterschiede zwischen den existierenden Methoden anhand eines gegebenen Beispiels zu erklären. 3. für gegebene Fallbeispiele geeignete Lösungsmethoden auszuwählen. 4. mit diesen Lösungsmethoden Lösungen von Beispielp Problemen berechnen. 5. die berechneten Ergebnisse auf Basis von Referenzlösungen zu bewerten. 6. die Gültigkeitsgrenzen ihrer Lösungen auf Basis der zugrunde liegenden Annahmen zu beschreiben und Verbesserungsmöglichkeiten abzuleiten.			
Literatur			
• Hanke-Bourgeois, M. (2009). Grundlagen der Numerischen Mathematik und des Wissenschaftlichen Rechnens (3. aktualisierte Auflage.). Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden. • Bärwolff, G. (2016). Numerik für Ingenieure, Physiker und Informatiker (2. Auflage.). Berlin: Springer Spektrum. Dahmen. • W., & Reusken, A. (2008). Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler (2. korrigierte Auflage.). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.			
Hinweise			
Dieses Modul löst ab dem Sommersemester 2020 das Modul "Modellierung und Numerik von Differentialgleichungen" in den Masterstudiengängen der Fakultät für Maschinenbau ab.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen****Anwesenheitspflicht**

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Numerik von Differentialgleichungen	2,0	Vorlesung	deutsch
Numerik von Differentialgleichungen	1,0	Übung	deutsch

Modulname	Numerische Simulation (CFD)		
Nummer	2520140	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Flugantriebe und Strömungsmaschinen
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jens Friedrichs
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlagen Strömungsmechanik, Turbulente Strömungen		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
<i>Vorlesung:</i> • System der Bilanzgleichungen der Fluidodynamik • Grundlagen der Turbulenzmodellierung • Grundlagen der Berechnung von Zweiphasenströmungen • Diskretisierung und numerische Lösungsverfahren • Finite-Volumenmethode • Methoden zur Lösung nichtlinearer algebraischer Gleichungssysteme • Rand- und Anfangsbedingungen • Konvergenz und Stabilität der Diskretisierungsschemata • Beurteilung und Validierung der Ergebnisse <i>Übung:</i> • Übersicht über CFD-Programmsysteme • erforderliche Arbeitsschritte zur Vorbereitung und Durchführung einer CFD-Simulation • Simulationsübungen mit FLUENT • Auswertung und Beurteilung der Ergebnisse			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden erwerben tiefergehende Kenntnisse über die mathematischen Grundlagen der Diskretisierung und der numerischen Lösung des Systems der Bilanzgleichungen von technischen Strömungen und sind in der Lage, diese zu erklären. Sie können aus den Erhaltungsgleichungen physikalische Zusammenhänge zu den Diskretisierungsmethoden herstellen und die Grundbegriffe numerischer Verfahren einordnen. Die Studierenden sind in der Lage, die grundsätzlichen Anforderungen an den Einsatz numerischer Verfahren in der Praxis zu nennen und zu erklären. Die Studierenden lernen, zur Lösung von komplexen Strömungsproblemen angemessene Modelle anzuwenden und die Qualität von darauf basierenden Computersimulationen bewerten zu können. ns based on these models.			
Literatur			
• Numerische Strömungsmechanik, Autoren: Ferziger, Joel H., Peric, Milovan, DOI 10.1007/978-3-540-68228-8			

- Numerische Strömungsberechnung, Autor: Lechler, Stefan, DOI 10.1007/978-3-658-05201-0
- Numerical Computation of Internal and External Flows, Autor: Hirsch, Charles, ISBN: 978-0-7506-6594-0
- Statistical Turbulence Modelling for Fluid Dynamics # Demystified, Leschziner, Michael, ISBN: 978-1-78326-661-6



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Numerische Simulation (CFD)	2,0	Vorlesung	deutsch
Numerische Simulation (CFD)	1,0	Übung	deutsch

Modulname	Orientierung Dienstleistungsmanagement		
Nummer	2201000000	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch deutsch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Automobilwirtschaft und Industrielle Produktion - Lehrstuhl für Dienstleistungsmanagement
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. David Woitschläger
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Voraussetzung für das Modul sind Grundkenntnisse der Wirtschaftswissenschaften (Bachelor), beispielsweise des Dienstleistungsmanagement, des Marketings oder der Unternehmensführung.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Portfolio oder 1 Take-Home-Examen		
Zu erbringende Studienleistung	für Organisation, Governance, Bildung / MA Sozialwissenschaften statt der Prüfungsleistung: 1 Portfolio oder 1 Take-Home-Examen		
Inhalte			
Inhalte - abhängig von der Veranstaltungsauswahl:			
Strategic Brand Management: Concepts and Applications			
Inhalte der Vorlesung sind u.a.:			
• Markenverständnis und Bedeutung von Marken • Das Konzept des Markenwissens • Messung von Markenassoziationen • Sekundäre Markenassoziationen • Instrumente zum Aufbau von Markenassoziationen • Markenstrategie und -positionierung • Markenarchitektur • Messung der Markenperformance • Internationale Markenführung • Interne Markenführung • Organisationale Aspekte der Markenführung • Sektorale Besonderheiten in Handel, Industriegüter und der Luxusbranche.			
Inhalte der Übung sind:			
Bearbeitung einer realen Praxisfragestellung im Bereich des Markenmanagements in Kooperation mit einem Unternehmenspartner.			
Business Model Innovation: Concepts and Applications			
Inhalte der Vorlesung sind u.a.:			
• Relevanz, Bedeutung und Verständnis von Geschäftsmodellinnovationen			

- Organisationale Erfolgsfaktoren und -barrieren
- Transformation von bestehenden Geschäftsmodellen
- Methoden der Geschäftsmodellinnovation
- Bausteine der Geschäftsmodellinnovation und damit zusammenhängende Methoden
- Sektorale Aspekte wie bspw. Innovation in der Mobilität

Inhalte der Übung sind:

Anwendung von Methoden der Service Innovation mit einem Praxisbeispiel.

Customer Relationship Management: Concepts and Applications

Inhalte der Vorlesung sind u.a.:

- Relevanz, Bedeutung und Verständnis des Customer Relationship Managements
- Theoretische Grundlagen des CRM
- Zielindikatoren des CRM
- Lifecycle-Perspektive der Kundenbeziehung
- Akquise- und Neukundenmanagement
- Kundenbindungsprogramme
- Arten und Management von Wechselbarrieren
- Kundenbewertung und -segmentierung
- Ausbau von Kundenbeziehungen
- Beschwerdemanagement
- Kündigungsprävention und Rückgewinnungsmanagement
- Kundendaten und Privatsphäre

Inhalte der Übung sind u.a. das Erlernen und Anwenden von Methoden

- zur Berechnung des Kundenwerts
- zur Bewertung der Kundenbeziehung (u.a., Zufriedenheit, Loyalität, Weiterempfehlung)
- zur Berechnung der Kundenabwanderung bzw. Abwanderungswahrscheinlichkeit
- zur Bewertung des Erfolgs von Promotions und Rückgewinnungsmaßnahmen

Qualifikationsziel

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen:

Nach erfolgreicher Teilnahme verfügen die Studierenden über das grundlegende Verständnis von Marken und über das Wissen, welche Aspekte bei der Markenbildung eine Rolle spielen. Darüber hinaus verstehen sie und können kritisch diskutieren, wie Marken entwickelt und positioniert werden und welche Instrumente hierfür geeignet sind. Sie können theoriebasiert argumentieren, warum von bestimmten markenbezogenen Maßnahmen Effekte zu erwarten sind und verfügen über Methodenwissen, um die Marke messen und Einflussgrößen quantifizieren zu können. Die Studierenden können auf Basis einer komplexen Praxisfragestellung im Bereich des Markenmanagements präzise Problemstellungen und Forschungsfragen formulieren und mittels der erlernten Inhalte und Methoden aus der Vorlesung eine Problemlösung zu erarbeiten.

Nach erfolgreicher Teilnahme verfügen die Studierenden über das grundlegende Verständnis der Innovation von Geschäftsmodellen und über das Wissen, welche Faktoren bei der Entwicklung von Geschäftsmodellinnovationen eine Rolle spielen. Darüber hinaus verstehen sie und können kritisch diskutieren, wie Innovationen entwickelt werden und welche Methoden hierfür geeignet sind. Sie können theoriebasiert argumentieren, warum von bestimmten Unternehmensmaßnahmen Effekte auf den Innovationserfolg zu erwarten sind und verfügen über Methodenwissen, um Geschäftsmodellinnovationen selbst zu entwickeln, zu evaluieren und kritisch zu reflektieren. Die Studierenden können auf Basis einer komplexen Praxisfragestellung im Bereich des Innovationsmanagements präzise Problemstellungen und Forschungsfragen formulieren und mittels der erlernten Inhalte und Methoden aus der Vorlesung und weiterer in der Übung vermittelten Methoden Problemlösungen zu erarbeiten.

Die Studierenden besitzen ein Verständnis über Fragestellungen, die sich im Rahmen der Erfassung, Gestaltung und Evaluation von Kundenbeziehungen stellen. Die Studierenden können auf Basis der erlernten Konzepte und Methoden selbständig Fragestellungen des Kundenbeziehungsmanagements in verschiedenen Branchenkontexten erfassen, konzeptionell strukturieren und analysieren. Sie verfügen über Methodenwissen

und dessen Anwendung zur qualitativen und quantitativen Analyse von Kunden- und Unternehmensdaten, die zur Beantwortung von Fragestellungen des Customer Relationship Managements erforderlich sind.

Literatur

Strategic Brand Management: Concepts and Applications

- Keller, Kevin L. und V. Swaminathan (2019): Strategic Brand Management - Building, Measuring, and Managing Brand Equity, 5th ed., Prentice Hall
- Ergänzende Journalpaper je Kapitel
- Vorlesungsunterlagen zum Download.
- Ergänzende Informationen und Literatur als Literaturverzeichnis und/oder zum Download zur Übung.

Business Model Innovation: Concepts and Applications

- Lehrbücher und weiterführende Literatur werden in den Veranstaltungen bekannt gegeben
- Ergänzende Literatur (PDF-Dokumente, Vorlesungsunterlagen zum Download)

Customer Relationship Management: Concepts and Applications

- Kumar, V. and Werner Reinartz (2018): Customer Relationship Management: Concept, Strategy, and Tools, 3. ed., Springer.
- Lehrbücher und weiterführende Literatur werden in den Veranstaltungen bekannt gegeben
- Ergänzende Literatur (PDF-Dokumente, Vorlesungsunterlagen zum Download)



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Es ist eine Veranstaltung aus folgendem Programm zu wählen:

- Strategic Brand Management: Concepts and Applications
- Business Model Innovation: Concepts and Applications
- Customer Relationship Management: Concepts and Applications

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Business Model Innovation: Concepts and Applications	4,0	Vorlesung/Übung	englisch
Strategic Brand Management: Concepts and Applications	4,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Customer Relationship Management and Customer Analytics	4,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Process Technology of Nanomaterials		
Nummer	2521500	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Partikeltechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Georg Garnweitner
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
<i>Vorlesung und Übung:</i> • Einführung in die Welt der Nanomaterialien (Arten, Struktur, Anwendung) • Grundlagen: Größenverteilung, Morphologie, Oberflächenstruktur, Stabilität, Zusammensetzung, Eigenschaften von Nanomaterialien (Größen-/ Oberflächeneffekte, optische Eigenschaften, elektronische Eigenschaften) und deren Charakterisierung • Synthesemethoden von Nanomaterialien (Zerkleinerung, Pyrolyse, Plasmaverfahren, Fällung, Sol-Gel-Verfahren, Nichtwässrige Verfahren) und ihre verfahrenstechnischen Aspekte • Stabilisierung von Nanopartikeln (Mechanismen der Stabilisierung, prozesstechnische Umsetzung, Messmethoden, chemische Grundlagen) • gezielte Funktionalisierung von Nanopartikeln (Beeinflussung der Partikeleigenschaften, Phasentransfer, intelligente Funktionalisierung), Anwendung von Nanomaterialien (etablierte Anwendungen sowie Zukunftsvisionen) • Risiken und Toxikologie von Nanomaterialien.			
Qualifikationsziel			
Nach Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über grundlegende Kenntnisse in der Prozesstechnik von Nanomaterialien: Sie können verschiedene Kategorien von Nanomaterialien und Nanopartikeln definieren sowie die Eigenschaften, Analyse und den Nutzen der Materialien in verschiedenen Anwendungen schildern. Sie sind in der Lage verschiedene Herstellungsmethoden (insbesondere Zerkleinerungsprozesse, gasphasen- und flüssigphasenbasierte Synthesen) zu beschreiben und bestehende Prozesse zu optimierend zu planen.			
Literatur			
• H.-D. Dörfler: Grenzflächen- und Kolloidchemie; VCH-Verlag • Weinheim G. Schmid (Ed.): Nanoparticles; Wiley-VCH Verlag • Weinheim C.N.R. Rao, P.J. Thomas, G.U. Kulkarni: Nanocrystals - Synthesis, Properties, and Applications; Springer Verlag, Berlin.			
Hinweise			
Diese Lehrveranstaltung findet regulär auf Englisch statt. Das Vorlesungsskript ist in beiden Sprachen erhältlich.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
alternativ zu MB-IPAT-23			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Process Technology of Nanomaterials	2,0	Vorlesung	englisch
Process Technology of Nanomaterials	1,0	Übung	englisch

Modulname	Produktionstechnik für die Elektromobilität		
Nummer	2522540	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Klaus Dröder
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Studierende kennen grundlegende Zusammenhänge von elektrischen Schaltungen		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (120 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
• Einführung Elektromobilität • Formen der Elektromobilität • Überblick Produktionstechnologie • Grundlagen zur Produktionstechnik • Entwicklungsschwerpunkte Produktionstechnik Fahrzeugproduktion im Überblick Vergleich elektrischer Antriebstrang und verbrennungsmotorischer Antrieb • Formen des elektrischen Antriebsstrangs • Produktion von Elektrofahrzeugen (Schwerpunkt Leichtbau) Anforderungen und Herausforderungen in der Produktion von Traktionsbatterien • Produktion von Elektrofahrzeugen (Schwerpunkt Antriebssystem) Funktionsweise und Bauformen von Batteriezellen Komponenten und Hierarchie des HV-Systems Produktion: Batteriezellen Produktion: Batteriemodule und #systeme Produktion: Traktionselektromotor Schwerpunkt Montagesysteme für HV-Komponenten Arbeitssicherheit und Schutzausrüstung • Leichtbau zur Produktion von Batteriesystemgehäusen • Auslegung von Batteriesystemen und zugehörigen Produktionssystemen			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden können			
#			
• die spezifischen Komponenten eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs von den Komponenten eines konventionellen Fahrzeugs abgrenzen # Auswirkungen der neuen Komponenten auf die Lieferketten des OEM und der Automobilzulieferer ableiten # • grundlegende Produktionsabläufe in der Herstellung des elektrischen Antriebsstrangs auslegen und dabei die fertigungstechnischen Herausforderungen, die bei der Produktion von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen auftreten, berücksichtigen # • Optimierungspotentiale insbesondere in der Montage/Demontage von Traktionsbatterien zu identifizieren # • Aufgaben in der Montage entsprechend der Mitarbeiterqualifikation zuordnen #			

- neue Produktionstechnologien hinsichtlich (Karosserie-)Leichtbau und elektrischer Antriebstrang wiedergeben, diese in die Prozesskette einordnen, sicherheitskritische Tätigkeiten identifizieren und Maßnahmen zur Risikosenkung durchführen #
- in interdisziplinären Teams zusammenarbeiten

Literatur

- Braess, Hans-Hermann; Seiffert, Ulrich (Hg.) (2013): Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik. 7., aktual. Aufl. 2013. Wiesbaden, s.l.: Springer Fachmedien Wiesbaden Dyckhoff,
- Harald; Spengler, Thomas S. (2010): Produktionswirtschaft. Eine Einführung. 3., überarb. und erw. Aufl. Berlin: Springer Friedrich,
- Horst E. (Hg.) (2013): Leichtbau in der Fahrzeugtechnik. Wiesbaden, s.l.: Springer Fachmedien Wiesbaden Kampker,
- Achim; Vallée, Dirk; Schnettler, Armin (2013): Elektromobilität. Grundlagen einer Zukunftstechnologie. Berlin, Heidelberg: Springer Klein,
- Bernd (2013): Leichtbau-Konstruktion. Berechnungsgrundlagen und Gestaltung. 10., überarb. u. erw. Aufl. 2013. Wiesbaden, s.l.: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Korthauer, Reiner (Hg.) (2013): Handbuch Lithium-Ionen-Batterien. Berlin, Heidelberg, s.l.: Springer Berlin Heidelberg.
- Ponn, Josef; Lindemann, Udo (2011): Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte. Systematisch von Anforderungen zu Konzepten und Gestaltlösungen. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg (VDI-Buch).
- Siebenpfeiffer, Wolfgang (Hg.) (2013): Energieeffiziente Antriebstechnologien. Hybridisierung - Downsizing - Software und IT. Dordrecht: Springer Wallentowitz,
- Henning; Freialdenhoven, Arndt (2011): Strategien zur Elektrifizierung des Antriebsstranges. Technologien, Märkte und Implikationen. 2., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Produktionstechnik für die Elektromobilität	2,0	Vorlesung	deutsch
Produktionstechnik für die Elektromobilität	1,0	Übung	deutsch

Modulname	Prozess- und Anlagensicherheit		
Nummer	2541460	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stephan Scholl
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
<i>Vorlesung:</i> • Störfälle und ihre Ursachen • Risikomanagement • Gefahrstoffe • Beherrschen exothermer chemischer Reaktionen • Sicherheit in verfahrenstechnischen Anlagen • Explosionsschutz <i>Übung:</i> Anhand von Fallbeispielen praktische Fragestellungen erarbeiten. In einer ganztägigen Exkursion zu einem industriellen Anlagenbauer oder Betreiber von Chemieanlagen können Fallbeispiele praktisch nachvollzogen werden.			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden besitzen mit Abschluss dieses Moduls Kenntnisse über die sichere und umweltverträgliche Herstellung von chemischen Produkten. Sie haben ein Grundwissen über das Erkennen und Beurteilen von Gefährdungen, aufbauend auf einem methodischen Ansatz des Risikomanagements. Sie können Gefährdungspotentiale auf Basis systematischer Prozess- und Anlagenbetrachtungen erkennen und durch verschiedene Maßnahmen der Anlagensicherheit vermindern. Die Studierenden kennen die grundlegenden Gesetze, Verordnungen und technischen Regeln zur Anlagensicherheit. Sie erwerben Kenntnisse über den sicheren und sachkundigen Umgang mit Gefahrstoffen sowie über die Grundlagen des technischen Brand- und Explosionsschutzes.			
Literatur			
• Trevor A. Kletz, Process Plants: A Handbook for Inherently Safer Design (Chemical Engineering) • Lars Oliver Laschinsky, Explosionsschutz in der Praxis: Kozeption, Betrieb, Instandhaltung, Prüfung • Alfons Mersmann et al., Thermische Verfahrenstechnik: Grundlagen und Methoden, Springer Verlag, Berlin • Vorlesungsscript			

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Prozess- und Anlagensicherheit	3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Separation and Purification of Energy Carriers		
Nummer	2541000000	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stephan Scholl
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Aufbauend auf den Grundlagen der thermischen oder Fluidverfahrenstechnik oder vergleichbaren Lehrangeboten und den darin vermittelten Grundlagen für thermische Trennverfahren werden in dieser Lehrveranstaltung die für die Trennung und Reinigung fluider Energieträger relevanten Operationen vertieft behandelt. Nach einer allgemeinen Einführung in das Thema (häufigste Energieträger, üblicherweise zur Herstellung genutzte Eduktströme bzw. Syntheseverfahren, daraus resultierende Verunreinigungen...) werden explizite Anwendungsfälle zur Trennung und Aufreinigung der Energieträger aufgezeigt und die anwendungsspezifischen Besonderheiten dargestellt. Die zur Abtrennung und Reinigung fluider Energieträger relevanten Grundoperationen, insbes. Adsorption, Membranprozesse, kryogene Rektifikation und katalytische oder elektrochemische Verfahren, werden betrachtet. Abschließend wird eine Einführung in gängige Analyse- und Messmethoden zur Bestimmung von Gemischzusammensetzung und Verunreinigungen gegeben.			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden können die wesentlichen Prozessschritte zur Trennung und Aufreinigung von Energieträgern erläutern. Sie kennen die wesentlichen Funktionsprinzipien der üblicherweise verwendeten Grundoperationen, deren grundlegenden Auslegungsmethoden und können geeignete Verfahren auf Grundlage von Gemischeigenschaften (Gemischzusammensetzung, erforderliche Produktspezifikation ...) und Trennaufgabe gestalten sowie ein orientierendes Apparate- und Anlagendesign vornehmen. Zudem kennen sie gängige Analysemethoden, können deren Funktionsprinzip erläutern und ein für die Analyse von Energieträgern geeignetes Verfahren auswählen. Die Studierenden können ihre Vorgehensweise, Begründung und Ergebnisse in mündlicher und schriftlicher Form kommunizieren.			
Literatur			
J. D. Seader, E. J. Henley, K.D. Roper: Separation Process Principles. John Wiley & Sons, 2019.			
H. Schön: Handbook of Purified Gases. Springer, 2015.			
F. G. Kerry: Industrial Gas Handbook. CRC Press, 2007. • L. Kohl, R. Nielsen: Gas Purification. Gulf Publishing, 1997.			
M. R. Rahimpour, M. A. Makarem, P. Kiani: Hydrogen Purification and Separation. CRC Press, 2024.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Separation and Purification of Energy Carriers	2,0	Vorlesung	englisch
Separation and Purification of Energy Carriers	1,0	Übung	englisch

Modulname	Simulationsmethoden der Partikeltechnik		
Nummer	2521390	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Partikeltechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Arno Kwade
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse der Differential- und Integralrechnung sowie numerischer Methoden		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 min).		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung: Teilnahme am Simulationspraktikum		
Inhalte			
Die Vorlesung gibt einen Überblick über die verschiedenen Möglichkeiten, Prozesse mit Partikeln numerisch zu beschreiben und vermittelt die jeweiligen Grundlagen. Zudem wird die Verknüpfung der unterschiedlichen Methoden zum Einsatz von Multi-Physik- sowie Multi-Skalen-Simulationen gezeigt. Zwei der wichtigsten Methoden, die Diskrete Elemente Methode sowie die Population Balance Methode, werden detailliert besprochen, um darauf aufbauend eigene Simulationen durchführen zu können. Hierbei wird insbesondere auch auf die Kalibrierung der Modellparameter und die Modellvalidierung eingegangen. Die Vorlesung ist wie folgt gegliedert: - Überblick numerische Methoden der Partikeltechnik - allgemeine Bilanzgleichung - Populationsbilanzen - Computational Fluid Dynamics (Einführung) - Diskrete Elemente Methode - Finite Elemente Methode (Einführung) - Multi-Physik- und Multi-Skalen-Modelle In der Übung werden die unterschiedlichen numerischen Methoden vertieft und die Aufstellung von Modellgleichungen für unterschiedliche Prozesse sowie die Kalibrierung der Modellparameter und Modellvalidierung geübt. Im Simulationspraktikum werden mit den zwei DEM Softwarepaketen "Rocky" und "EDEM" einfache Prozesse der Partikeltechnik simuliert. Dabei werden auch die Möglichkeiten der Modellkalibrierung und -validierung erprobt.			
Qualifikationsziel			
Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die gelehrtten Simulationsmethoden in die dafür geeigneten Größen- und Zeitskalen einzuordnen. Sie können die den Simulationsmethoden zu Grunde liegenden Modelle benennen und deren Anwendbarkeit auf reale Probleme in der Partikeltechnik diskutieren. Des Weiteren sind sie dazu befähigt, die Abläufe und Algorithmen bei der Durchführung der gelehrtten Simulationsmethoden schematisch zu beschreiben. Die Konzepte der Diskreten-Elemente-Methode können sie selbstständig auf eigene Probleme anwenden. Sie besitzen die Fähigkeit, den			

Einfluss von Eingangsgrößen auf vorgegebene Kraftmodelle an Hand von Berechnungen zu analysieren. Verschiedene Kraft- und Potentialverläufe können von den Studierenden an Hand von Skizzen beschrieben werden. Die Studierenden sind außerdem in der Lage, die Terme vorgegebener Grundgleichungen in der numerischen Strömungsmechanik, der CFD-DEM-Kopplung sowie in der Populationsbilanzen-Methode im Kontext der Partikelsimulation zu benennen und ihre Bedeutung zu erläutern.

Literatur

Stein, E., De Borst, R., Hughes, T. J. R.: Encyclopedia of Computational Mechanics.
WILEY-VCH, 2004 Wriggers, P.: Computational Contact Mechanics.
Springer, 2006 Mohammadi, S.: Discontinuum Mechanics: using Finite and Discrete Elements.
Computational Mechanics, 2003



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Die Studienleistungen sind notwendig um das Modul abzuschließen, aber keine Voraussetzung für die Teilnahme an der Klausur. Die Gesamtnote des Moduls berechnet sich lediglich aus der Prüfungsleistung.

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Simulationsmethoden der Partikeltechnik	1,0	Vorlesung	deutsch
Simulationsmethoden der Partikeltechnik	1,0	Übung	deutsch
Simulationsmethoden der Partikeltechnik	1,0	Praktikum	deutsch

Modulname	Smart Sensing in Fluid Dynamics		
Nummer	2512000110	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Strömungsmechanik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. David Rival
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung. Mündliche Prüfung (30 min) (Gewichtung bei der Berechnung der Gesamtnote 30%)		
Zu erbringende Studienleistung	2 Studienleistungen: a) Laborbericht (Gewichtung bei der Berechnung der Gesamtnote 40%); b) Projektpräsentation (Gewichtung bei der Berechnung der Gesamtnote 30%)		
Zusammensetzung der Modulnote	mündliche Prüfung (30%), Laborbericht (40%), Projektpräsentation (30%)		
Inhalte			
Fortgeschrittene Messtechniken: • Particle Image Velocimetry (PIV) und Lagrangian Tracking (Tomo-PIV, Shake-The-Box (STB)) • Druck- und temperatur-sensitive Farben (PSP/TSP) für hochauflösende Oberflächenmessungen • Ereignisbasierte Kameras (EVB-Kameras) – Prinzipien und Anwendungen • Sparse Sensing – Messverfahren mit reduzierter Sensoranzahl für effiziente Datengewinnung Fortgeschrittenes Post-processing: • Bildverarbeitung und -optimierung • Sensitivitätsanalyse und Fehlerquantifizierung Fortgeschrittene Datenverarbeitung: • Optimale Versuchsplanung (DoEs) und Active Learning (AL) • Rekonstruktion spärlicher Datensätze mittels datengetriebenen maschinellen Lernens • Analyse von Strömungsstrukturen mithilfe modaler Zerlegungstechniken (POD, DMD und Andere) • Algorithmen zur Online-Datenassimilation • Fusion heterogener experimenteller und numerischer Datenquellen (Multi-Fidelity-Sensing) Abschlussprojekt: • Studierende konzipieren, implementieren und analysieren eigenständig ein Messexperiment unter Anwendung der im Kurs erlernten Techniken.			
Qualifikationsziel			
Durch die Teilnahme an dem Modul werden die Studierenden in der Lage sein: • Die physikalischen Grundlagen, Vorteile und Einschränkungen moderner sowie aufkommender Messtechniken zu verstehen. • Praktische Erfahrung mit experimentellen Methoden und Messaufbauten zu sammeln. • Modernste experimentelle Werkzeuge zur Erfassung hochauflösender Messdaten anzuwenden.			

- Best Practices für die Kalibrierung von Messgeräten, die Datenerfassung und die Signalvorverarbeitung zu erlernen.
- Kompetenzen in fortgeschrittenen Post-Processing Methoden zu entwickeln, einschließlich Spektralanalyse, modaler Zerlegung sowie Unsicherheitsquantifizierung und Fehleranalyse.
- Fortgeschrittene Datenverarbeitungstechniken anzuwenden, darunter Rekonstruktion aus reduzierten Datensätzen, Datenassimilation und Multi-Fidelity-Sensing.

Literatur

1. Raffel et al. (2018): Particle Image Velocimetry
2. Liu et al. (2021): Pressure and Temperature Sensitive Paints
3. Brunton and Kutz (2019): Data-Driven Science and Engineering: Machine Learning, Dynamical Systems, and Control



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Smart Sensing in Fluid Dynamics	2,0	Vorlesung	englisch
Smart Sensing in Fluid Dynamics	1,0	Labor	englisch

Modulname	Spezialisierung Recht		
Nummer	2216360	Modulversion	V3
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Rechtswissenschaften
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Anne Paschke
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse aus dem Modul Grundlagen des Rechts werden vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Klausur (120 min) oder 1 Take-at-Home-Exam		
Zu erbringende Studienleistung	für Organisation, Governance, Bildung / MA Sozialwissenschaften statt der Prüfungsleistung: 1 Klausur (120 min) oder 1 Take-at-Home-Exam		
Inhalte			
Die Inhalte sind abhängig von der Wahl des Studienschwerpunkts:			
Im Studienschwerpunkt Öffentliches Recht werden die Grundzüge des Energierechts aufgeteilt auf Energierecht I und Energierecht II vermittelt. Die Veranstaltung Energierecht I dient dazu, die Grundlagen des Energierechts auf europäischer und deutscher Ebene darzustellen. Zu Beginn der Veranstaltung wird die Entwicklung der Energiewirtschaftsrechts in den letzten Jahrzehnten dargestellt. Die Vorlesung widmet sich im Schwerpunkt der Regulierung des Netzbetriebs und damit verbundene Themen wie Entflechtung, Netzanschluss, Netznutzung und Netznutzungsentgelte. In Grundzügen werden die wesentlichen Vertragsstrukturen der Energielieferbeziehungen sowie die Stellung der Letztverbraucher in der Energiewirtschaft Gegenstand der Veranstaltung sein. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Versorgung von Letztverbrauchern, z.B. Grundversorgung und Vertragsanpassungsmöglichkeiten. Die Vorlesung ist interaktiv gestaltet und bietet Gelegenheit zu Diskussionen. Die besprochenen Themen werden anhand zahlreicher praktischer Fälle anschaulich gemacht. Die Vorlesung Energierecht II ist vorrangig dem Recht der „Energiewende“ gewidmet. Sie ergänzt die Vorlesung Energierecht I – es ist aber nicht zwingend, vorab Energierecht I gehört zu haben. Ein inhaltlicher Schwerpunkt der Vorlesung ist die Einführung in das Recht der Erneuerbaren Energien (EEG) inklusive der historischen Entwicklungen und der europäischen Bezüge, u.a. Ausbauziele, Anschluss- und Einspeisevorrang, Ausschreibungen/Tarife und Finanzierung, Zudem wird ein vertiefter Blick auf die spezifische Rechtslage von Windenergieanlagen Onshore und Offshore (u.a. Planung und Genehmigung, Vertragsgestaltung) geworfen. Außerdem werden die wichtigsten rechtlichen Grundlagen zum Stromnetzausbau (aus EnWG, EnLAG, NABEG, BBPIG) Gegenstand der Veranstaltung sein. Schließlich besteht die Möglichkeit, aktuelle Entwicklungen im Energierecht zu betrachten, z.B. hinsichtlich der Themen Sektorenkopplung oder grüner Wasserstoff. Die Vorlesung ist interaktiv gestaltet und bietet Gelegenheit zu Diskussionen. Die besprochenen Themen werden anhand zahlreicher praktischer Fälle anschaulich gemacht.			
Im Studienschwerpunkt Zivilrecht werden je nach Wahl der Studierenden die Inhalte aus dem Vergaberecht, Patent- und Markenrecht und IT-Sicherheitsrecht vermittelt. In der Vorlesung Patent- und Markenrecht werden die Grundlagen des deutschen und europäischen Patentrechts, die entsprechenden Patentierungsvoraussetzungen und Verfahrensabläufe beim Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA) und dem Europäischen Patentamt (EPA) vermittelt. Die Voraussetzungen der Paten-			

tierung und die entsprechende Rechtsprechung werden dann insbesondere auf computerimplementierte Erfindungen also insbesondere Erfindungen, die in wesentlichem Umfang Software enthalten angewendet und beleuchtet. In kleinerem Umfang werden auch Gebrauchsmuster und deren Unterschiede zum Patent sowie eingetragene Designs und Gemeinschaftsgeschmacksmuster thematisiert.

Die Vorlesung Vergaberecht behandelt den Anwendungsbereich und Ablauf von Vergabeverfahren sowie die vergaberechtlichen Rechtsschutzmöglichkeiten. Sie orientiert sich an den Regelungen des EU-Vergaberechts (Kartellvergaberecht) nach dem 4. Teil des GWB und der VgV. Es werden aber an geeigneten Stellen Exkurse in das Unterschwellenvergaberecht sowie in die besonderen Vergaberegime der Sektorenaufträge, der verteidigungs- und sicherheitsrelevanten Aufträge sowie der Konzessionen unternommen. Ein erster Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der Frage, in welchen Fällen das Vergaberecht zur Anwendung kommt und gegebenenfalls welches Vergaberechtsregime anzuwenden ist. Auf Basis des Oberschwellenvergaberechts wird ein Überblick über den Verfahrensablauf gegeben, beginnend mit den möglichen Verfahrensarten, über die an Bieter und Auftragsgegenstand zu stellenden Anforderungen, die notwendigen Bekanntmachungen, bis hin zur Angebotswertung und Beendigung des Vergabeverfahrens. Schließlich werden detailliert die vergaberechtlichen Rechtsschutzmöglichkeiten (Primär- und Sekundärrechtsschutz) behandelt. Die Vorlesung nimmt Rücksicht auf aktuelle Entwicklungen im Vergaberecht und behandelt die jeweiligen Themen anhand von Beispielsfällen aus der vergaberechtlichen Praxis.

In der Vorlesung IT-Sicherheitsrecht wird einer der zentralen Bereiche der kommenden Dekaden aus rechtlicher Sicht beleuchtet. Die Studierenden lernen die rechtlichen Rahmenbedingungen, die zur Einführung und Unterhaltung angemessener IT-Schutzstandards Vorgaben machen. Zudem erfahren sie, wie auf vertraglicher Ebene die IT-Sicherheitsrechtlichen Risiken verteilt werden. Die Einheit vermittelt einen ganzheitlichen Ansatz und versetzt die Studierenden in die Lage, zusammen mit der einschlägigen Fachliteratur selbstständig wissenschaftliche sowie praxisorientierte Lösungen erarbeiten, um die notwendigen informationstechnischen Schritte zu betreuen.

Qualifikationsziel

Die Lehrveranstaltungen vermitteln die nachfolgend benannten theoretischen rechtlichen Inhalte, um die Absolventinnen und Absolventen zu befähigen, selbständig in ihrem jeweiligen Fachbereich die einschlägigen rechtlichen Normen zu identifizieren und fachbezogene rechtswissenschaftliche Entscheidungen unter Berücksichtigung der aktuellen Rechtslage zu treffen und diese in einer wissenschaftlichen und praxisorientierten Darstellungsweise schriftlich und mündlich präsentieren. Erst die anwendungsorientierte integrative Betrachtung von rechtlichen Vorgaben und technischen Prozessen ermöglicht eine rechtskonforme Unternehmens-/Produkt-/Fertigungsgestaltung (Compliance).

Nach Abschluss des Moduls im Studienschwerpunkt Öffentliches Recht können die Studierenden selbstständig mit den Fachgesetzen im Energierecht umgehen und einschlägige Rechtsnormen ermitteln. Hierbei werden technische Beispielsfälle aus anderen Vorlesungen aufgegriffen und diese anhand der bestehenden Rechtslage gemeinsam bewertet. Hierbei wird auch der bereichsspezifische "Stand der Technik" mit Beispielen aus der technischen Praxis erlernt.

Nach Abschluss des Moduls im Studienschwerpunkt Zivilrecht können die Studierenden selbstständig die für sie relevanten Fachgesetze und einschlägigen Normen auffinden und durch die Arbeit mit dem Gesetz Rechtsfragen im Vergaberecht, Patent- und Markenrecht und/oder IT-Sicherheitsrecht lösen. Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden für die Inhalte der Vorlesungen sensibilisiert, um sich bei Vergabeverfahren beteiligen zu können und hinreichend befähigt im Rahmen von patent- und markenrechtlichen Verfahren die richtigen Fragen in der Praxis stellen zu können.

Literatur

Für den Studienschwerpunkt Öffentliches Recht:

- Gesetzestexte:
 - Energierecht, dtv. Beck, 17. Aufl. 2022
- Lehrbücher:
 - Kühling/Rasbach/Busch, Energierecht, 5. Aufl. 2022
 - Baumgart, Energierecht, 2022

Für den Studienschwerpunkt Zivilrecht:

- Gesetzestexte:
 - Vergaberecht, dtv. Beck, 25. Aufl. 2022

- Patent- und Designrecht, dtv. Beck, 16. Aufl. 2022
- Wettbewerbsrecht, Markenrecht und Kartellrecht, dtv. Beck, 44. Aufl. 2022
- Lehrbücher:
 - Naumann, Vergaberecht, 2. Aufl. 2022
 - Burgi, Vergaberecht, 3. Aufl. 2021
 - Samer, Das neue Patentrecht, 2022
 - Ann, Patentrecht, 8. Aufl. 2022
 - Hornung/Schallbruch (Hrgs.) IT-Sicherheitsrecht, 2020



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Es ist eine der beiden Schwerpunkte zu wählen (dabei ist der gleiche Schwerpunkt zu wählen, der in der Orientierung belegt wurde).

- Öffentliches Recht:
 - Energierecht 1
 - Energierecht 2
- Zivilrecht: (2 der 3 Veranstaltungen sind zu wählen)
 - IT-Sicherheitsrecht
 - Patent- und Markenrecht
 - Vergaberecht

Studierende des Masters Nachhaltige Energietechnik können nur den Schwerpunkt Öffentliches Recht wählen.

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Energierecht 1	2,0	Vorlesung	deutsch
Energierecht 2	2,0	Vorlesung	deutsch
IT-Sicherheitsrecht	2,0	Vorlesung	deutsch
Patent- und Markenrecht	2,0	Vorlesung	deutsch
Literaturhinweise			
• Patent- und Musterrecht (Verlag dtv-Beck) • Wettbewerbsrecht und Kartellrecht (Verlag dtv-Beck)			
Vergaberecht	2,0	Vorlesung	deutsch

Modulname	Werkstofftechnologie für die Circular Economy		
Nummer	2537000020	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Füge- und Schweißtechnik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Klaus Dilger
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Teilnahme am Modul Werkstofftechnologie 1		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (120 Min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Vertiefung von Grundlagen und Anwendungen unter Berücksichtigung der Circular Economy für Werkstoffe mit den Themenschwerpunkten: • Emissionsreduktion • Nachhaltige und konventionelle Werkstoffgewinnung • Wiederverwendung von Werkstoffen • Ressourceneffizienz durch Verbundwerkstoffe • Anwendung in der Industrie Emissionsreduktion: • REX-Methoden (reduce, reuse, repurpose, repair, remanufacture, recycle, and recover) • klassische und numerische Prozessoptimierung (Lean Six Sigma, Optimierung mittels Künstlicher Intelligenz (KI)) • Lebenszyklusanalyse Nachhaltige und konventionelle Werkstoffgewinnung: • innovative und klimafreundliche Verfahren zur Metall Gewinnung (u. a. grüner Stahl, Magnesium Strangguss) • Kunststoffe und andere Nichtmetalle Wiederverwendung von Werkstoffen: • Kunststoffe (Thermoplaste, Elastomere, Duromere) • Leichtmetalle (Aluminium, Titan, Magnesium) Ressourceneffizienz durch Verbundwerkstoffe: • Faserverbundwerkstoffe und Sandwichverbunde • Beschichtungen Anwendung in der Industrie: • Elektro-Mobilität • Verpackungswirtschaft			

Qualifikationsziel

Nach Abschluss dieses Moduls beherrschen die Studierenden die theoretischen Grundlagen für den Einsatz maschinenbau-typischer Werkstoffe in der Circular Economy.

Mit dem erworbenen Wissen erlangen sie Kenntnisse, um Fertigungsverfahren bewerten und anwenden zu können.

Außerdem sind die Studierenden in der Lage Herstellungsprozesse unter technologischen, sowie umwelt-technischen

Gesichtspunkten zu optimieren und konventionelle Verfahren mit umweltschonenden in Bezug zu setzen.

Literatur

1. Deutsche Normungsroadmap Circular Economy. Online verfügbar unter <https://www.din.de/resource/blob/892606/06b0b608640aadd63e5dae105ca77d8/normungsroadmap-circular-economy-data.pdf> vom 02.09.2024.
2. Habenicht, G.: Kleben - Grundlagen, Technologien, Anwendungen. Springer Verlag, 2006
3. Brockmann, W., Geiß, P.L., Klingen, J., Schröder, B.: Klebtechnik - Klebstoffe, Anwendungen und Verfahren. Wiley - VCH Verlag, 2005
4. Müller, B., Rath, W.: Formlierung von Kleb- und Dichtstoffen. Vincentz Verlag, 2004
5. Mulvaney, Dustin; Richards, Ryan M.; Bazilian, Morgan D.; Hensley, Erin; Clough, Greg; Sridhar, Seetharaman (2021): Progress towards a circular economy in materials to decarbonize electricity and mobility. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 137, S. 110604.

**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN****Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen****Anwesenheitspflicht**

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Werkstofftechnologie für die Circular Economy	1,0	Übung	deutsch
Werkstofftechnologie für die Circular Economy	2,0	Vorlesung	deutsch

Laborbereich

Modulname	Interdisziplinäres Forschungsmodul Batterie		
Nummer	2520000010	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch deutsch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Thermodynamik
SWS / ECTS	4 / 6,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Koller
Arbeitsaufwand (h)	180		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	124
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Hausarbeit		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistungen: Mündliches Kolloquium		
Zusammensetzung der Modulnote	Die drei Modulteile werden auf Basis der Kolloquien und des Berichts individuell bewertet. Jeweils vor Beginn der drei Modulteile wird ein Kolloquium am durchführenden Institut abgehalten, welches für jeden Studierenden individuell benotet wird. Nach Abschluss der Experimente wird ein Bericht erstellt, der aus drei Teilen besteht. Jeder Studierende ist dabei für einen bestimmten Berichtsteil verantwortlich. Das mündliche Kolloquium und der schriftliche Bericht des InES werden in Englisch durchgeführt. Die Gesamtnote wird für jeden Studierenden individuell aus den Noten der Kolloquien und des Berichts bestimmt.		
Inhalte			
Das Forschungsmodul vermittelt ein eingehendes Verständnis von Prozessen im Chemie- und Energieingenieurwesen. Durch die Herstellung eigener Batteriezellen sowie die experimentelle Charakterisierung und Simulation dieser werden theoretische Hintergründe und die praktische Umsetzung behandelt. Das Modul gliedert sich in drei Teile: Am iPAT werden Elektroden für Batteriezellen hergestellt, charakterisiert und anschließend zu Laborzellen verbaut. Am InES werden die Zellen experimentell und simulativ charakterisiert. Ausgehend von den Ergebnissen werden am IfT simulative experimentelle Untersuchungen hinsichtlich des thermischen Verhaltens durchgeführt.			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden lernen die Prozesskette zur Herstellung von Lithium-Ionen-Batterien kennen. Durch experimentelle und simulative Versuche werden außerdem Kenntnisse zu Eigenschaften und Funktionsweise der Batterien erarbeitet. Die Studierenden verbessern ihre Fähigkeiten in den Bereichen Kommunikation, Teamarbeit, wissenschaftliche Ausdrucksfähigkeit und praktisches Arbeiten.			
Literatur			
Beispiele: Birke, Kai Peter, Max Weeber, and Michael Oberle, eds. Handbook on smart battery cell manufacturing: the power of digitalization. World Scientific. 2022.			

- Kanamura, Kiyoshi, ed. Next generation batteries: realization of high energy density rechargeable batteries. Springer Nature, 2021.

Hinweise

Die drei Modulteile werden auf Basis der Kolloquien und des Berichts individuell bewertet. Jeweils vor Beginn der drei Modulteile wird ein Kolloquium am durchführenden Institut abgehalten, welches für jeden Studierenden individuell benotet wird. Nach Abschluss der Experimente wird ein Bericht erstellt, der aus drei Teilen besteht. Jeder Studierende ist dabei für einen bestimmten Berichtsteil verantwortlich. Das mündliche Kolloquium und der schriftliche Bericht des InES werden in Englisch durchgeführt.

Die Gesamtnote wird für jeden Studierenden individuell aus den Noten der Kolloquien und des Berichts bestimmt.

(Gruppeneinteilung erfolgt nach Sprachpräferenz)



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Interdisziplinäres Forschungsmodul Batterie	4,0	Labor	englisch deutsch

Modulname	Interdisziplinäres Forschungsmodul Wasserstoff		
Nummer	2521000100	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch deutsch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Partikeltechnik
SWS / ECTS	4 / 6,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Michael Heere Prof. Dr. Sabrina Zellmer
Arbeitsaufwand (h)	180		
Präsenzstudium (h)	70	Selbststudium (h)	140
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Modul "Wasserstofftechnologien mit Labor Hydrogen Escape Room" (2521000040)		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Hausarbeit		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung: Mündliches Kolloquium		
Inhalte			
Das Labor vermittelt praxisnahe Forschungsthemen und industrielle Anwendungsbeispiele entlang der Wasserstoffwertschöpfungskette, angebunden an Realinfrastrukturen: Am NFF Braunschweig steht eine komplette Infrastruktur zum Bau von Brennstoffzellen mit den verschiedenen Komponenten (MEA und BPP Fertigung) zur Verfügung. Nach dem eigentlichen Bau der Brennstoffzellen und entsprechende Vorabtests, werden experimentelle Untersuchungen an einem Einzelzellen-Brennstoffzellenprüfstand durchgeführt. Die Untersuchungen umfassen konkret die Konditionierung, das Einfahren sowie ein Spektrum elektrochemischer Charakterisierungsmethoden. Parallel entwickeln die Studierenden ein mathematisches Modell zur Beschreibung der Brennstoffzellenleistung und lernen, ihre Modelle anhand der selbst gewonnenen Messdaten zu validieren. ML Methoden werden den Studenten hier an die Hand gegeben, um bspw. auch eine zeitliche Abschätzung von Degradation durchzuführen. Am Wasserstoff Campus Salzgitter ermöglichen die Stapelanlage für Brennstoffzellenstacks, die AEL-Elektrolyseur-Montagelinie und eine Lernstation zur Wasserstoffwertschöpfungskette, welche auch Energienetz-Simulation und damit einen systemischen Blick auf industrielle Zusammenhänge ermöglicht.			
Qualifikationsziel			
Nach diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, Brennstoffzellen fachgerecht zu montieren, konditionieren und zu betreiben. Sie verstehen die komplexen Zusammenhänge im Betrieb, die sich durch Zusammenspiel aus Temperatur, Feuchtigkeit, Druck und elektrischer Leistung ergeben und können die Parameter gezielt im Hinblick auf Leistung, Effizienz und Standzeit der Zelle erfassen und einstellen. Die Studierenden können darüber hinaus einfache Brennstoffzellenmodelle auf Grundlage genannter Parameter aufstellen, validieren und simulieren.			
Literatur			
• Praktikumsunterlagen • Dhanasekaran, P., et al. "Current Status and Future Development in Fuel Cells: An Industrial Perspective." Handbook of Energy Materials. Singapore: Springer Nature Singapore, 2026. 1767-1792. • Qasem, Naef AA, and Gubran AQ Abdulrahman. "A recent comprehensive review of fuel cells: history, types, and applications." International Journal of Energy Research 2024.1 (2024): 7271748.			
Hinweise			

Gruppeneinteilung erfolgt nach Sprachpräferenz



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Interdisziplinäres Forschungsmodul Wasserstoff	4,0	Labor	englisch deutsch

Überfachliche Profilbildung

Modulname	Überfachliche Profilbildung		
Nummer	2599000080	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch deutsch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	abhängig von gewählter Veranstaltung	Einrichtung	
SWS / ECTS	0 / 13,0	Modulverantwortliche/r	
Arbeitsaufwand (h)	420		
Präsenzstudium (h)	420	Selbststudium (h)	0
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart			
Zu erbringende Studienleistung	a) Englischsprachkurs auf Niveau C1 (GeR): Abhängig von gewählter Veranstaltung (4 LP) und b) Deutschsprachkurs auf Niveau B1 (GeR): Abhängig von gewählter Veranstaltung (4 LP) und c) Weitere Studienleistungen, abhängig von den gewählten Veranstaltungen (5 LP)		
Inhalte	Abhängig von gewählten Lehrveranstaltungen		
Qualifikationsziel	Sprachkurse: Abhängig vom gewählten Sprachniveau und Kurs Die Studierenden werden befähigt, Ihr Studienfach in gesellschaftliche, historische, rechtliche oder berufsorientierende Bezüge einzuordnen (je nach Schwerpunkt der Veranstaltung). Sie sind in der Lage, übergeordnete fachliche Verbindungen und deren Bedeutung zu erkennen, zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden erwerben einen Einblick in Vernetzungsmöglichkeiten des Studienfaches und Anwendungsbezüge ihres Studienfaches im Berufsleben.		
Literatur			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

Je nach Beschluss der Auswahlkommission müssen Deutsch- und/oder Englischsprachkurse im festgesetzten Umfang und auf dem festgesetzten Sprachniveau absolviert werden.

Weitere Veranstaltungen im Bereich "Überfachliche Profilbildung" sind aus dem Lehrveranstaltungsangebot der TU Braunschweig oder während eines Studienaufenthalts im Ausland aus dem Lehrveranstaltungsangebot der ausländischen Universität zu wählen und müssen mit einem Prüfungsereignis abgeschlossen werden.

Anwesenheitspflicht**Titel der Veranstaltung****SWS****Art LVA****Sprache**

Studienarbeit

Modulname	Studienarbeit		
Nummer	2599870	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	2 / 15,0	Modulverantwortliche/r	
Arbeitsaufwand (h)	450		
Präsenzstudium (h)	30	Selbststudium (h)	420
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	2 Prüfungsleistungen: a) schriftliche Ausarbeitung (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote: 13/15) b) mündliche Prüfungsleistung in Form einer Präsentation (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote: 2/15)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte	Abhängig vom individuellen Thema		
Qualifikationsziel	Die Studierenden sind in der Lage, # sich in ein komplexes Thema einzuarbeiten, # die Thematik zu analysieren, um daraus notwendige Ziele zur erfolgreichen Bearbeitung definieren und hierzu passende Arbeitsschritte wählen # interdisziplinäre Lösungsansätze und Konzepte zu illustrieren, um eine gestellte Aufgabe erfolgreich bewältigen zu können # sowohl allein als auch in möglichen arbeitsteiligen Teams, in welchen die Studienarbeit erstellt werden kann, nichttechnisches Wissen auf eine aktuelle Aufgabe zu übertragen und im Zuge der Bearbeitung selbiger zu bewerten sowie anzuwenden # Arbeitsergebnisse sowohl schriftlich als auch mündlich zu formulieren und im Rahmen einer Prüfungssituation kritisch zu präsentieren.		
Literatur			

**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN****Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen****Anwesenheitspflicht**

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
-------------------------	-----	---------	---------

Abschlussmodul

Modulname	Abschlussmodul Master Battery and Hydrogen Technology		
Nummer	2599000070	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	0	Einrichtung	
SWS / ECTS	0 / 30,0	Modulverantwortliche/r	
Arbeitsaufwand (h)	900		
Präsenzstudium (h)	0	Selbststudium (h)	900
Zwingende Voraussetzungen	Zur Masterarbeit kann nur zugelassen werden, wer • die Prüfungsleistungen in allen Modulen des Kern-, Profil-, Labor- und Wahlbereiches bestanden hat, • die Studienarbeit erfolgreich abgeschlossen hat, • das Bestehen in allen Studienleistungen nachgewiesen hat		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	2 Prüfungsleistungen: a) schriftliche Ausarbeitung (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote: 9/10) b) mündliche Prüfungsleistung in Form einer Präsentation (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote: 1/10)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Abhängig vom individuellen Thema			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden sind in der Lage • selbstständig ein komplexes, fachspezifisches Problem zu untersuchen, • die vorliegende Thematik wissenschaftliche fundiert zu analysieren und eigenständig Thesen zu explorieren • zielführende Maßnahmen zur erfolgreichen Bearbeitung zu definieren und die hierzu optimalen Arbeitsschritte zu organisieren • selbstständig interdisziplinäre Lösungsansätze zu entwerfen und Konzepte zu definieren, um eine gestellte Aufgabe erfolgreich bewältigen zu können • nichttechnisches Wissen im Zuge der Bearbeitung mit dem Fachwissen zu verbinden und zur Durchführung sowie Dokumentation der Bearbeitung zu nutzen • Untersuchungsergebnisse sowohl schriftlich auf Basis eigenständig recherchierter treffender Fachliteratur als auch mündlich begründet dazulegen und im Rahmen einer Präsentation kritisch zu diskutieren			
Literatur			
Hinweise			
Das Abschlussmodul setzt sich aus der schriftlichen Bearbeitung der Aufgabenstellung (Masterarbeit, 28 LP) inklusive Literaturrecherche und einer Präsentation (2 LP) der erarbeiteten Ergebnisse gemäß § 3 Abs. 9 zusammen. Beide Teile müssen getrennt voneinander bestanden werden. Ist die schriftliche Bearbeitung nicht bestanden, so ist das gesamte Abschlussmodul zu wiederholen.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache

