



*Offen im Denken*



# Modulbeschreibung

## M.Sc. Mechanical Engineering PO24

Modulname laut Prüfungsordnung			
Additive Fertigungsverfahren 2 - Kunststoffverarbeitung			
Module title English			
Additive Manufacturing 2 – Polymer processing			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Additive Fertigungsverfahren 2 - Kunststoffverarbeitung			
Course title English			
Additive Manufacturing 2 – Polymer processing			
Verantwortung			Lehreinheit
Reinhardt, Thomas; Kleszczynski, Stefan			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2		2	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die meisten additiven Verfahren wurden Ende der Achtziger bzw. Anfang der Neunziger des vergangenen Jahrtausends entwickelt. Dabei wurden anfangs fast ausschließlich Kunststoffe verarbeitet. Nachdem kunststoffverarbeitende additive Fertigungsverfahren bis in die 2010er Jahre fast ausschließlich für Prototypen eingesetzt wurden, steigt in den letzten Jahren die Zahl der Serienanwendungen bzw. der Bedarf an additiv gefertigten Serienbauteilen aus Kunststoff stark an. Gerade die Möglichkeit der Individualisierung sowie der Designfreiheit bieten sowohl technologische wie wirtschaftliche Vorteile gegenüber der konventionellen Kunststoffverarbeitung. Die zielführende Umsetzung dieser Mehrwerte als Serienverfahren erfordert jedoch ein vertieftes Material-, Prozess- und Werkstoffverständnis, welches im Rahmen der Lehreinheit vermittelt werden soll. Dies umfasst eine Beschreibung der unterschiedlichen Verfahren ebenso wie die Vermittlung der verfahrensseitigen Restriktionen und Problematiken sowie die komplexe Wechselwirkung der unterschiedlichen Prozesseinflussgrößen. Eine abschließende Betrachtung der Materialauswahl sowie des Themas Qualitätssicherung soll den Teilnehmerinnen und Teilnehmern das Wissen zur zielführenden Anwendung kunststoffverarbeitender additiver Fertigungsverfahren in der industriellen Praxis vermitteln.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden kennen die Möglichkeiten und Grenzen der kunststoffverarbeitenden additiven Fertigungsverfahren. Sie sind fähig, anhand von praxisnahen Beispielen und Problematiken eine Produktionslösung unter technischen und wirtschaftlichen Kriterien auszuwählen, bzw. zu beurteilen oder zu optimieren.</p>

Description / Content English
-------------------------------

Most additive processes were developed in the late 1980s and early 1990s. In the beginning, only plastics were used. After plastic-processing additive manufacturing processes were used almost exclusively for prototypes until the 2010s, the number of series applications and the demand for additive-manufactured series components made of plastic has risen sharply in recent years. Especially the possibility of individualization and design freedom offer both technological and economic advantages compared to conventional plastic processing. However, the target-oriented implementation of these added values as series processes requires an intensive understanding of materials, processes and materials, which is to be taught as part of the course unit. This includes a description of the different processes as well as the mediation of the procedural restrictions and problems and the complex interaction of the different process influencing variables. A final consideration of the selection of materials and the topic of quality assurance is intended to provide the participants with knowledge on the target-oriented application of additive manufacturing processes for plastics processing in industrial practice.

#### **Learning objectives / skills English**

The students know about possibilities and limitations of plastic processing additive manufacturing technologies. They are able to select a solution which fits technical and economical requirements. Furthermore they know how to evaluate and optimize existing systems.

#### **Literatur**

- [1] Gibson, I., et al.: Additive Manufacturing Technologies. Boston, MA; Springer US, 2010. 978-1-4419-1119-3.
- [2] VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V.; VDI 3405 Additive Fertigungsverfahren. Grundlagen, Begriffe, Verfahrensbeschreibungen. 2014
- [3] VDI VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E. V.; Handlungsfelder - Additive Fertigungsverfahren. 2016
- [4] Schmid, M.: Selektives Lasersintern (SLS) mit Kunststoffen – Technologie, Prozesse und Werkstoffe, München, Carl Hanser Verlag, 2015.
- [5] Kruth, J.-P., Levy, G., Klocke, F., and Childs, T.H.C.; Consolidation phenomena in laser and powder-bed based layered manufacturing [online]. CIRP Annals - Manufacturing Technology. 2007, 56 (2), 730-759. Available from: 10.1016/j.cirp.2007.10.004.
- [6] Breuninger, J.; Becker, R.; Wolf, A.; Rommel, S.; Verl, A.: Generative Fertigung mit Kunststoffen, Berlin - Heidelberg, Springer-Verlag, 2013.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Additive Fertigungsverfahren 3 - Metallverarbeitung			
Module title English			
Additive Manufacturing 3 – Metal processing			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Additive Fertigungsverfahren 3 - Metallverarbeitung			
Course title English			
Additive Manufacturing 3 – Metal processing			
Verantwortung			Lehreinheit
Kleszczynski, Stefan			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2		1	1
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Additive Fertigungsverfahren finden seit den frühen 2010er Jahren zunehmend Einzug in industrielle Produktionsprozesse. Vor allem von metallverarbeitenden additiven Fertigungsverfahren verspricht man sich in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen einen technologischen Mehrwert. Die zielführende Umsetzung dieser Mehrwerte erfordert jedoch ein vertieftes Prozess- und Methodenverständnis, welches im Rahmen der Lehreinheit vermittelt werden soll. Dies umfasst eine Beschreibung der unterschiedlichen Verfahren ebenso wie die Vermittlung der verfahrensseitigen Restriktionen und die komplexe Wechselwirkung der unterschiedlichen Prozesseinflussgrößen. Eine abschließende Betrachtung der wirtschaftlichen Randbedingungen soll den Teilnehmerinnen und Teilnehmern die Grundlagen zur zielführenden Anwendung metallverarbeitender additiver Fertigungsverfahren in der industriellen Praxis vermitteln.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden kennen die Möglichkeiten und Grenzen der metallverarbeitenden additiven Fertigungsverfahren. Sie sind fähig, anhand von praxisnahen Beispielen eine Produktionslösung unter technischen und wirtschaftlichen Kriterien auszuwählen, zu beurteilen oder zu optimieren.</p>

Description / Content English
<p>Since the early 2010s, additive manufacturing processes have increasingly found their way into industrial production processes. Particularly metal processing additive manufacturing processes are expected to add technological value in a wide variety of application areas. However, the effective implementation of these added values requires an in-depth understanding of processes and methods, which is to be taught as part of the course. This includes a description of the different processes as well as the mediation of the procedural restrictions and the complex interaction of the different process influencing variables. A concluding consideration of the economic boundary parameters should provide the participants with the basics for the purposeful application of metal processing additive manufacturing processes in industrial practice.</p>
Learning objectives / skills English

The students know about possibilities and limitations of metal processing additive manufacturing technologies. They are able to select a solution which fits technical and economical requirements. Furthermore they know how to evaluate and optimize existing systems.

## Literatur

- [1] Gibson, I., et al.: Additive Manufacturing Technologies. Boston, MA; Springer US, 2010. 978-1-4419-1119-3.
- [2] VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V.; VDI 3405 Additive Fertigungsverfahren. Grundlagen, Begriffe, Verfahrensbeschreibungen. 2014
- [3] VDI VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E. V.; Handlungsfelder - Additive Fertigungsverfahren. 2016
- [4] Meiners, W.; Direktes selektives Laser Sintern einkomponentiger metallischer Werkstoffe. RWTH Aachen, Dissertation, 1999. Aachen: Shaker, 1999. Berichte aus der Lasertechnik. 3826565711
- [5] Kruth, J.-P., Levy, G., Klocke, F., and Childs, T.H.C.; Consolidation phenomena in laser and powder-bed based layered manufacturing [online]. CIRP Annals - Manufacturing Technology. 2007, 56 (2), 730-759. Available from: 10.1016/j.cirp.2007.10.004.
- [6] Li Yang, Keng Hsu, Brian Baughman, Donald Godfrey, Francisco Medina, Mamballykalathil Menon, Soeren Wiener; Additive Manufacturing of Metals: The Technology, Materials, Design and Production Springer International Publishing AG 2017, ISBN: 978-3-319-55128-9

Modulname laut Prüfungsordnung			
Adsorption Technology			
Module title English			
Adsorption Technology			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Adsorption Technology			
Course title English			
Adsorption Technology			
Verantwortung			Lehreinheit
Bathen, Dieter; Bläker, Christian			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	W/S	D/E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Adsorptionsverfahren werden in einer Vielzahl von technischen Produkten und Prozessen eingesetzt. Die Bandbreite reicht von Kleinsystemen wie Geruchsfiltren in Autos oder Aquarienfiltern bis zu Großsystemen zur Reinigung von Trinkwasser, zur Aufbereitung von Wasserstoff oder zur Luftzerlegung. Allen Prozessen gemeinsam ist, dass sie auf der besonderen Trennwirkung von hochporösen Feststoffen wie Aktivkohlen oder Silikagelen beruhen.</p> <p>Die Vorlesung befasst sich mit der gesamten Bandbreite der Adsorption in der Gas- und Flüssigphase, wobei Schwerpunkte auf den Adsorbentien und deren Charakterisierung und auf praktischen industriellen Anwendungen liegen.</p> <p>Begleitend zur Vorlesung wird eine Übung angeboten, bei der die Teilnehmenden in einem Praktikumsversuch eine Adsorptionsanlage kennen lernen.</p> <p>Im Einzelnen werden folgende Themenkomplexe behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen von Adsorption und Desorption</li> <li>- Technische Adsorbentien</li> <li>- Charakterisierung von Adsorbentien</li> <li>- Adsorptionsgleichgewichte</li> <li>- Kinetik der Adsorption</li> <li>- Technische Desorptionsverfahren</li> <li>- Industrielle Gasphasen-Adsorptions-Prozesse</li> <li>- Industrielle Flüssigphasen-Adsorptions-Prozesse</li> <li>- Modellierung und Simulation</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden kennen im Detail sämtliche Bauformen und -typen von Adsorbentien, die wichtigsten industriellen Anwendungen sowie die verwendeten Adsorbentien und deren Einsatzfelder. Daneben sind sie in der Lage, Adsorptionsprozesse in der notwendigen Detailtiefe zu modellieren, zu berechnen oder auch mit komplexen Differentialgleichungs-Systemen zu simulieren.</p>

Description / Content English
-------------------------------

Adsorption is used in many technical products and processes of all scales; from small applications like odour control filters in car cabins to industrial plants for water treatment or air separation. All of these processes are based on the separation capacity of microporous solids like activated carbon or silica gel.

The lecture covers the whole bandwidth of adsorption processes in gas and liquid phase focusing on adsorbents and their characterization and on industrial applications. In addition to the lecture, exercises and practical trainings on laboratory plants are offered.

In detail the following topics will be addressed:

- Basics of Adsorption and Desorption
- Technical Adsorbents
- Characterization of adsorbents
- Adsorption Equilibria
- Adsorption Kinetics
- Technical Desorption Processes
- Industrial Gas Phase-Adsorptions-Processes
- Industrial Liquid-Phase-Adsorptions-Processes
- Modeling and Simulation

### **Learning objectives / skills English**

The students know all types of adsorbers as well as their fields of application in industry. They are able to model and calculate all kind of adsorption processes.

### **Literatur**

Dieter Bathen, Marc Breitbach; Adsorptionstechnik. Springer (VDI-Buch) (2001)

Crittenden, Thomas; Adsorption Technology & Design. Butterworth-Heinemann, Oxford (1998)

Jörg Kärger, Douglas Ruthven; Diffusion in Zeolites and other Microporous Solids. John Wiley & Sons, New York (1992)

Ruthven, Farooq, Knaebel; Pressure Swing Adsorption. VCH-Verlag. New York (1994)

Modulname laut Prüfungsordnung			
Advanced Control and Diagnosis Lab			
Module title English			
Advanced Control and Diagnosis Lab			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Advanced Control and Diagnosis Lab 1			
Course title English			
Advanced Control and Diagnosis Lab 1			
Verantwortung			Lehreinheit
Söffker, Dirk			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
2	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>An Hand von 6 Praktikumsversuchen wenden die Studierenden das gelernte Vorlesungswissen konkret an. Die Umsetzung erfolgt durch die eigene Durchführung von Versuchen, das Aufnehmen von Messwerten, das konkrete Erleben der Wirkung von Rückführungen sowie die eigene Umsetzung von Rückführungen in verschiedenen Softwareumgebungen auf verschiedenen Hardwareplattformen.</p> <p>Semesterspezifisch werden die Grundlagenversuche um verschiedene Aspekte der Fehlererkennung und Schadendiagnose im Kontext der Systemüberwachung und/oder der Automatisierung modifiziert. Hierauf bezieht sich die zu erstellende Hausarbeit, die die Nutzung der aufgenommenen Daten sowie moderner Programmierumgebungen einschließt.</p> <p>Die Studierenden lernen im Kontext der Praktikumsversuche unterschiedlichste dynamische Systeme, unterschiedliche Regler, unterschiedliche Beschreibungsmittel im Zeit- und Frequenzbereich, Ein- wie Mehrgrößensysteme, unterschiedliche Programmierumgebungen für die reale Reglerentwicklung und Diagnose sowie unterschiedliche Hardwareplattformen kennen.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Im Rahmen von Praktikums- bzw. Laborversuchen lernen Studierende die Grundlagen der methodischen Bestimmung dynamischer und regelungstechnisch relevanter Systemgrößen an konkreten Beispielen kennen und anzuwenden (Modellbildung und Simulation, Elektrohydraulisches Servosystem, Inverses Pendel). Im Rahmen der zu erstellenden Hausarbeit erlernen die Studierenden die experimentellen Ergebnisse hinsichtlich der automatisierungstechnischen Performance zu bewerten bzw. zu überwachen (Fehlererkennung und Schadendiagnose).</p>

Description / Content English
-------------------------------



On the basis of 6 practical experiments, the students apply the learned knowledge of the lecture. The realization takes place through the own execution of experiments, the recording of measured values, the concrete experience of the effect of feedback due to closed loops as well as the own implementation of closed loops in different software environments on different hardware platforms.

Semester-specific, the basic experiments are modified by various aspects of error detection and damage diagnosis in the context of system monitoring and/or automation. This refers to the seminar paper to be written, which includes the use of the recorded data as well as modern programming environments.

In the context of the practical experiments, the students learn a wide variety of dynamic systems, different controllers, different descriptions in time and frequency domain, single and multi-variable systems, different programming environments for real controller development and diagnostics as well as different hardware platforms.

### **Learning objectives / skills English**

Within the scope of practical exercises and lab experiments, students learn and apply the basics of the methodical determination of dynamic and control-relevant system variables using concrete examples (modeling and simulation, electrohydraulic servo system, inverse pendulum). As part of the seminar paper to be written, the students learn to evaluate and monitor the experimental results in terms of automation performance (error detection and damage diagnosis).

### **Literatur**

Die Literatur ist identisch mit der Literatur der zugrundeliegenden Lehrveranstaltungen zur Systemdynamik, Regelungstechnik und Regelungstheorie.

Als grundsätzliche Literatur für diese Veranstaltungen gilt: Lunze, J.: Regelungstechnik Bd. 1 und 2, Springer, alle Auflagen. Die Vorbereitung erfolgt an Hand von konkreten Praktikumsskripten, die den Studierenden vorab zum Download und zur Vorbereitung zur Verfügung gestellt werden. Konkrete und weiterführende Literaturhinweise sind praktikumsspezifisch im Skript angegeben.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Advanced Control and Diagnosis Lab			
Module title English			
Advanced Control and Diagnosis Lab			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Advanced Control and Diagnosis Lab 2			
Course title English			
Advanced Control and Diagnosis Lab 2			
Verantwortung			Lehreinheit
Söffker, Dirk			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
4	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		3	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			
Bestandenes Advanced control and diagnosis lab 1, Anwesenheitspflicht			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>An Hand von 6 Praktikumsversuchen wenden die Studierenden das gelernte Vorlesungswissen konkret an. Die Umsetzung erfolgt durch die eigene Durchführung von Versuchen, das Aufnehmen von Messwerten, das konkrete Erleben der Wirkung von Rückführungen sowie die eigene Umsetzung von Rückführungen in verschiedenen Softwareumgebungen auf verschiedenen Hardwareplattformen.</p> <p>Semesterspezifisch werden die Grundlagenversuche um verschiedene Aspekte der Fehlererkennung und Schadendiagnose im Kontext der Systemüberwachung und/oder der Automatisierung modifiziert. Hierauf bezieht sich die zu erstellende Hausarbeit, die die Nutzung der aufgenommenen Daten sowie moderner Programmierumgebungen einschließt.</p> <p>Die Studierenden lernen im Kontext der Praktikumsversuche unterschiedlichste dynamische Systeme, unterschiedliche Regler, unterschiedliche Beschreibungsmittel im Zeit- und Frequenzbereich, Ein- wie Mehrgrößensysteme, unterschiedliche Programmierumgebungen für die reale Reglerentwicklung und Diagnose sowie unterschiedliche Hardwareplattformen kennen.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Im Rahmen von Praktikums- bzw. Laborversuchen lernen Studierende die Grundlagen moderner regelungstheoretischer Verfahren des Zustandsraumes an konkreten Beispielen kennen (Beobachterbasierte Torsionsregelung, Störgrößenschätzung, etc.) sowie weitere Methoden mit konkreten Soft- und Hardwareplattformen im Vergleich umzusetzen. Im Rahmen konkret selbst zu erstellender Erweiterungen lernen die Studierenden die system- und automatisierungstechnische Performance zu bewerten bzw. zu überwachen (Fehlererkennung und Schadendiagnose).</p>

Description / Content English
-------------------------------

On the basis of 6 practical experiments, the students apply the learned knowledge of the lecture. The realization takes place through the own execution of experiments, the recording of measured values, the concrete experience of the effect of feedback due to closed loops as well as the own implementation of closed loops in different software environments on different hardware platforms.

Semester-specific, the basic experiments are modified by various aspects of error detection and damage diagnosis in the context of system monitoring and/or automation. This refers to the seminar paper to be written, which includes the use of the recorded data as well as modern programming environments.

In the context of the practical experiments, the students learn a wide variety of dynamic systems, different controllers, different descriptions in time and frequency domain, single and multi-variable systems, different programming environments for real controller development and diagnostics as well as different hardware platforms.

### **Learning objectives / skills English**

Within the scope of practical exercises and lab experiments, students learn the basics of modern and advanced closed-loop examples (observer-based torsion control, disturbance estimation, etc.) as well as other methods with specific software and hardware platforms. Within the context of own extensions to be made, the students learn to evaluate and monitor the system and automation performance (error detection and damage diagnosis).

### **Literatur**

Die Literatur ist identisch mit der Literatur der zugrundeliegenden Lehrveranstaltungen zur Systemdynamik, Regelungstechnik und Regelungstheorie.

Als grundsätzliche Literatur für diese Veranstaltungen gilt: Lunze, J.: Regelungstechnik Bd. 1 und 2, Springer, alle Auflagen. Die Vorbereitung erfolgt an Hand von konkreten Praktikumsskripten, die den Studierenden vorab zum Download und zur Vorbereitung zur Verfügung gestellt werden. Konkrete und weiterführende Literaturhinweise sind praktikumsspezifisch im Skript angegeben.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Air Pollution Control			
Module title English			
Air Pollution Control			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Air Pollution Control			
Course title English			
Air Pollution Control			
Verantwortung			Lehreinheit
Haep, Stefan; Bläker, Christian; Bathen, Dieter			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Technische Maßnahmen zur Luftreinhaltung basieren oft auf der Kombination verschiedener Trennprozesse für gas- und partikelförmige Luftschadstoffe. Die Palette reicht von Zyklonen, Gewebefiltern, Elektrofiltern über Gaswäschen bis hin zu Katalysatoren und aktivkohlebasierten Adsorbentien. Im Rahmen der Vorlesung werden die einzelnen Mechanismen der Trennwirkung, die Grundlagen der Apparatedimensionierung sowie Basiswissen über die Emissionsmesstechnik vermittelt. Begleitend zur Vorlesung werden für ausgewählte praxisnahe Beispiele im Bereich Gas- und Aerosolfiltration: Gewebefilter, Zyklone, eine mehrstufige Gaswäsche, Übungen zum Design und Auslegung von Apparaten und zur Bewertung der Abscheideeffizienzen angeboten. Es besteht die Möglichkeit, im Rahmen eines Praktikums, Versuche an einer Absorptionsanlage im Technikumsmaßstab durchzuführen. Zum Abschluss der Vorlesung wird eine Exkursion zu einer Müllverbrennungsanlage angeboten.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden sind in der Lage, auf Basis einer konkreten Problemstellung aus dem Gebiet der Gas- und Aerosolfiltration anlagenbasierte Konzepte für die Vermeidung und Verminderung von Emissionen zu entwerfen. Sie sind fähig, die grundlegenden Verfahrensparameter zu benennen und Berechnungen zur Auslegung und Dimensionierung sowie Abscheideeffizienzen der Apparate z.B. Gewebefilter, Zyklone, Adsorber, Gaswäschen durchzuführen.</p>

Description / Content English
<p>Technical processes for gas cleaning often are based upon a combination of different separation processes for gaseous and particulate pollutants. The used units range from cyclones, fabric filters, electrostatic precipitators, over wet scrubbers to catalysts and activated-carbon filters. Within the lecture particular separation mechanisms, fundamentals of unit dimensioning as well as basic knowledge of emission measurement are taught. Accompanying to the lecture, exercises for design and layout of gas and aerosol filtration units and the evaluation of their separation efficiency are given. These practical examples are explained concerning fabric filters, cyclones and multi-stage scrubbers. There is the chance to carry out experiments on a pilot plant wet scrubber within a practical course. This lecture ends with an excursion to a waste incineration plant.</p>

### Learning objectives / skills English

The students are able to design unit operations for avoiding and diminishing emissions based on practical examples concerning gas and aerosol filtration.

They know the fundamental process parameters and can make the calculations for design and layout as well as separation efficiency of different unit operations as there are fabric filters, cyclones, adsorbers and wet scrubbers.

### Literatur

Sherwood, T.K., Pigford, R.L., Wilke, C.R: Mass Transfer, New York: McGraw Hill 1975

VDI Richtlinie 3679 Blatt 2 Abgasreinigung durch Absorption (Wäscher), Beuth Verlag

Billet, R., Schultes, M., Predicting Mass Transfer in Packed Columns, Chem. Eng Techn., 1993

Stieß, M., Mechanische Verfahrenstechnik, Springer Verlag 1993

Perry's Chemical Engineer's Handbook, Mc Graw Hill

Hinds W. C., Aerosol Technology, Wiley Sons

Modulname laut Prüfungsordnung			
Analytische Methoden der Intralogistik			
Module title English			
Analytical Methods of Intralogistics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Analytische Methoden der Intralogistik			
Course title English			
Analytical Methods of Intralogistics			
Verantwortung			Lehreinheit
Noche, Bernd; Goudz, Alexander			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D/E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		1
Studienleistung			
Hausarbeit			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Themenbereiche und Modelle der innerbetrieblichen Logistik sind Gegenstand der Veranstaltung Analytische Methoden der Intralogistik. Vorgestellt werden analytische Methoden zur Materialflussoptimierung und Bestimmung der Zuverlässigkeit von Anlagen sowie der Auftragsabwicklung in Transport- und Kommissionier-systemen. Außerdem sind die die innerbetriebliche Standortwahl und innerbetriebliche Leistungsverrechnung Teilgebiete der Veranstaltung.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden können die verschiedenen Bestandteile intralogistischer Systeme benennen. Sie können Kennzahlen zur Einschätzung der Zuverlässigkeit von Anlagen ermitteln, kennen die Merkmale unterschiedliche Kommissioniervverfahren und können deren Leistungsgrößen berechnen. Außerdem kennen sie die Grundzüge der innerbetrieblichen Leistungsverrechnung.

Description / Content English
Topics and models of internal logistics are the subject of the course Analytical Methods of Intralogistics. Analytical methods for optimizing material flow and determining the reliability of systems as well as order fulfilment in transport and picking systems are presented. Internal location planning and internal service calculations are also subjects of the lecture.
Learning objectives / skills English
The students know various components of intralogistics systems. They are able to determine key figures for assessing the reliability of systems, know the characteristics of different order picking processes and they are able to calculate performance indicators. They also know the basics of internal service calculations.

Literatur
-----------

Klumpp, M., Hanke, T., ten Hompel, M., Noche, B. (2022). Ergonomie in der Intralogistik: Technische Innovationen, Umsetzungshürden und Praxisbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Richards G. (2022). Warehouse management : the definitive guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. London : Kogan Page.

Wehking, Karl-Heinz (2020): Technisches Handbuch Logistik 1: Fördertechnik, Materialfluss, Intralogistik. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Griemert, R. (2022). Fördertechnik: Auswahl und Berechnung von Elementen und Baugruppen. 14. Aufl.

Martin, H. (2021). Transport- und Lagerlogistik. Wiesbaden: Springer.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Angewandte numerische Strömungsmechanik			
Module title English			
Applied Computational Fluid Dynamics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Angewandte numerische Strömungsmechanik			
Course title English			
Applied Computational Fluid Dynamics			
Verantwortung			Lehreinheit
el Moctar, Bettar Ould; Peters, Andreas			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D/E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		1
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
In der Vorlesung wird die Anwendung moderner Software für numerische Strömungsmechanik im Entwurfs- und Optimierungsprozess bei der Entwicklung neuer Produkte sowie zur Lösung von Problemen bei bestehenden Produkten in verschiedenen Industriezweigen vermittelt. Die Verknüpfung mit der theoretischen und experimentellen Strömungsmechanik steht dabei im Vordergrund.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden werden befähigt, verschiedene Strömungsarten durch Einsatz moderner Software zu simulieren, Simulationsergebnisse zu beurteilen und sie zur Lösung von praxisrelevanten Problemen anzuwenden. Ferner werden sie lernen, wie man Kenntnisse aus der theoretischen Strömungsmechanik zur Vorbereitung von Simulationen einsetzt und wie man die Fehler aus verschiedenen Quellen in einer Simulation abschätzt.

Description / Content English
In these lectures the use of modern software for computational fluid dynamics in the design and optimization process for new products as well as for solving problems with existing products in different engineering branches is described. The emphasis is on the link to the theoretical and experimental fluid dynamics.
Learning objectives / skills English
The students will be able to simulate different flow types using modern CFD-software, to evaluate simulation results and to apply them for solving of practical engineering problems. In addition, they will learn how to use knowledge from theoretical fluid dynamics to set up numerical simulations and how to estimate errors from various sources in flow simulations.

Literatur
-----------



H. Herwig: Strömungsmachanik, Springer, Berlin, 2006.

F. Durst: Grundlagen der Strömungsmechanik, Springer, Berelin, 2006.

W.-H- Hucho: Aerodynamik der Stumpfen Körper, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2011.

J.H. Ferziger, M. Peric: Numerische Strömungsmechanik, Springer, Berlin, 2008.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Anlagenplanung und Systemtechnik			
Module title English			
Facilities Planning and Systems Engineering			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Anlagenplanung und Systemtechnik			
Course title English			
Facilities Planning and Systems Engineering			
Verantwortung			Lehreinheit
Noche, Bernd; Goudz, Alexander; Marrenbach, Frank			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Themenschwerpunkte der Veranstaltung sind:</p> <p>Grundlagen der Anlagenplanung / Einführung in die Systemtechnik / Anwendung der Systemtechnik bei der Anlagenplanung / Planung, Realisierung und Nutzung von Anlagen / Zielplanung, Zielsysteme / Systemgestaltung / Komplexe innovative Systeme / Systemtechnische Methodenbank (SMB) / Fallstudien</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden erhalten interdisziplinäre Fähigkeiten und Kenntnisse. Sie sind in der Lage, Systemtechnik als interdisziplinären Prozess zu verstehen, sie bei der Anlagenplanung anzuwenden, die fachlichen Grundlagen und Konzept zu verstehen und bei der Entwicklung komplexer Systeme zu nutzen, Methoden und Techniken auszuwählen und anzuwenden, in Teamarbeit eine wissenschaftliche Dokumentation zu erstellen und die Ergebnisse zu präsentieren und kritisch zu diskutieren.</p>

Description / Content English
<p>Main topics of the lecture are:</p> <p>Principles of Facilities Planning / Introduction to Systems Engineering / Systems Engineering Application in Facilities Planning / Target Planning, Target Systems/ Systems Design / Complex Innovative Systems / Methods of Systems Engineering / Case Studies</p>
Learning objectives / skills English
<p>The students will gain interdisciplinary knowledge and skills. They are able to understand systems engineering as an interdisciplinary process and the application in facilities planning, to understand the fundamental principles and concepts of the subject and their application to the development of complex systems, to select and apply methods and techniques, to work in teams to prepare a scientific documentation, to give a successful presentation and discuss the solutions.</p>

## Literatur

- Bachthaler, M.: Entwicklung und Anwendung der Systemtechnik bei komplexen innovativen Vorhaben sowie bei Mensch-Maschine-Systemen, Fortschritt- Berichte VDI, Reihe 16, Nr. 114, VDI-Verlag, Düsseldorf 2000
- Blanchard, Benjamin S.; Fabrycky, Wolter J.: Systems Engineering and Analysis, 3. Edition, Prentice Hall, New Jersey 1998
- Eversheim, W.; Schuh, G. (Hrsg.): Produktion und Management „Betriebshütte“, 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 1999
- Patzak, G.: Systemtechnik - Planung komplexer innovativer Systeme, Grundlagen, Methoden, Techniken, Springer-Verlag, Berlin 1982
- Sage, Andrew P.; Armstrong, James E.: Introduction to Systems Engineering, John Wiley & Sons, 2000
- Tompkins, James A.; White, John A.; Bozer, Yavoz A.; Tanchoco, J. M. A.: Facilities Planning, John Wiley & Sons, New Jersey 2003

Modulname laut Prüfungsordnung			
Antriebstechnik			
Module title English			
Drive Engineering			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Antriebstechnik			
Course title English			
Drive Engineering			
Verantwortung			Lehreinheit
Söffker, Dirk			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Elektrische und fluidische Aktoren, Linearaktoren, Rotatorische Aktoren, Modellbildung Aktorik, Hydraulische Anlagen und Komponenten, Wirkungsgrad, Vergleich der Antriebskonzepte.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Antriebstechnik ist eine moderne und grundlegende Ingenieurdisziplin. Die Umsetzung von Kräften und Momenten, von translatorischen und rotatorischen Bewegungen erfolgt mit Hilfe konventioneller und unkonventioneller Aktorik. Die Veranstaltung Antriebstechnik konzentriert sich auf die Darstellung eines Überblicks der Antriebsprinzipien, der zugrundeliegenden Effekte, prinzipieller praktischer Realisierung sowie der Berechnung des Leistungs- und dynamischen Verhaltens.</p> <p>Das Ziel der Veranstaltung Antriebstechnik ist, den Studierenden die Grundlagen, deren Anwendung und Zusammenhänge zu vermitteln. Die Studierenden lernen den o.g. Kontext in seinen Grundlagen kennen und anzuwenden.</p>

Description / Content English
Electrical and fluidic actuators, linear actuators, Rotary actuators, modeling of actuators, hydraulic systems and components, efficiency, comparison of drive concepts
Learning objectives / skills English
<p>The drive system is a modern and basic engineering discipline. The reaction of forces and torques, of translational and rotational movements is done using conventional and unconventional actuators. The lecture will focus on the presentation of an overview of the driving principles of the underlying effects, fundamental and practical implementation calculating the performance and dynamic behavior.</p> <p>The goal of the event is to impart the basics their applications and contexts. Students learn the o.g. Context in its basics and apply.</p>

## Literatur

Janocha, H.: Actuators, Springer 2004.

Findeisen, D. und F.: Ölhydraulik, Springer, 1994.

Schröder, D.: Elektrische Antriebe, Springer, 2009.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Anwendungsprogrammierung im CAx-Umfeld			
Module title English			
Application Programming with CAx-Systems			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Anwendungsprogrammierung im CAx-Umfeld			
Course title English			
Application Programming with CAx-Systems			
Verantwortung			Lehreinheit
Lobeck, Frank			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Für einen optimalen Einsatz von IT-Systemen in der Produktentwicklung sind oftmals Anpassungen an den Standardsystemen erforderlich, damit diese die Unternehmensprozesse bestmöglich unterstützen. In der Veranstaltung werden die Möglichkeiten zur Anpassung von CAx-Systemen durch Programmierung vertieft vorgestellt. Einführend werden die informationstechnischen Grundlagen sowie der Aufbau von Programmierschnittstellen (API) vorgestellt. Für ausgewählte Problemstellungen werden am Beispiel des CAD-Systems SolidWorks jeweils geeignete Lösungskonzepte diskutiert. Im zweiten Teil der Vorlesung werden die Anforderungen an vernetzte Systeme im Kontext von Industrie 4.0 Umgebungen behandelt. Hier stehen Cloud-Anwendungen und mobile Apps im Vordergrund. Auf Basis der .Net-Technologie werden sowohl datenbankgestützte Web-Applikationen als auch mobile Apps entwickelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informationstechnische Grundlagen</li> <li>- Makroprogrammierung (VBA)</li> <li>- .NET (C#) für Desktop-, Web- und mobile Apps</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden kennen den prinzipiellen Aufbau von Programmierschnittstellen. Sie kennen die verschiedenen Methoden zur Entwicklung von Anwendungsprogrammen im CAE-Umfeld und sind in der Lage für konkrete Problemstellungen ein geeignetes Konzept zu entwickeln. Sie können überschaubare Algorithmen erfolgreich implementieren.</p>

Description / Content English
-------------------------------

For the optimal use of IT systems in product development, adaptations to standard systems are often necessary to best support company processes. This course provides an in-depth introduction to customizing CAx systems through programming.

It begins with an introduction to the fundamental concepts of information technology and the structure of programming interfaces (APIs). Suitable solution concepts for selected challenges are discussed using the CAD system SolidWorks as an example.

In the second part of the lecture, the requirements for networked systems in the context of Industry 4.0 environments are addressed, with a focus on cloud applications and mobile apps. Based on .NET technology, both database-driven web applications and mobile apps are developed.

Course Topics:

- Fundamentals of information technology
- Macro programming (VBA)
- .NET (C#) for desktop, web, and mobile apps

### **Learning objectives / skills English**

The students know about the characteristic design of Application Programming interfaces. They are familiar with the various methods of developing Application Programs in the field of CAE-Systems. They are able to develop solutions for concrete problems as well as to implement manageable algorithms.

### **Literatur**

Vorlesungsskript (online)

Ergänzende Literatur: Literaturangaben sind dem Online-Foliensatz zu entnehmen.

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Applied Computational Fluid Dynamics			
<b>Module title English</b>			
Applied Computational Fluid Dynamics			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Applied Computational Fluid Dynamics</b>			
<b>Course title English</b>			
Applied Computational Fluid Dynamics			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
el Moctar, Bettar Ould; Peters, Andreas			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	E	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		1
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
In der Vorlesung wird die Anwendung moderner Software für numerische Strömungsmechanik im Entwurfs- und Optimierungsprozess bei der Entwicklung neuer Produkte sowie zur Lösung von Problemen bei bestehenden Produkten in verschiedenen Industriezweigen vermittelt. Die Verknüpfung mit der theoretischen und experimentellen Strömungsmechanik steht dabei im Vordergrund.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
In these lectures the use of modern software for computational fluid dynamics in the design and optimization process for new products as well as for solving problems with existing products in different engineering branches is described. The emphasis is on the link to the theoretical and experimental fluid dynamics.

<b>Description / Content English</b>
Die Studierenden werden befähigt, verschiedene Strömungsarten durch Einsatz moderner Software zu simulieren, Simulationsergebnisse zu beurteilen und sie zur Lösung von praxisrelevanten Problemen anzuwenden. Ferner werden sie lernen, wie man Kenntnisse aus der theoretischen Strömungsmechanik zur Vorbereitung von Simulationen einsetzt und wie man die Fehler aus verschiedenen Quellen in einer Simulation abschätzt.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students will be able to simulate different flow types using modern CFD-software, to evaluate simulation results and to apply them for solving of practical engineering problems. In addition, they will learn how to use knowledge from theoretical fluid dynamics to set up numerical simulations and how to estimate errors from various sources in flow simulations.

<b>Literatur</b>
------------------



H. Herwig: Strömungsmachanik, Springer, Berlin, 2006.

F. Durst: Grundlagen der Strömungsmechanik, Springer, Berelin, 2006.

W.-H- Hucho: Aerodynamik der Stumpfen Körper, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2011.

J.H. Ferziger, M. Peric: Numerische Strömungsmechanik, Springer, Berlin, 2008.

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Arbeitswissenschaft			
<b>Module title English</b>			
Ergonomics			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Arbeitswissenschaft</b>			
<b>Course title English</b>			
Ergonomics			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Noche, Bernd; Goudz, Alexander			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		1
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			
Exkursion			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die Vorlesung befasst sich mit der Organisation von Mitarbeitern in logistischen Systemen. Behandelt werden Themen wie Qualifikation, Schichtmodelle, Führung, Motivation usw. Anhand eines Planspiels wird der Einfluss der Mitarbeiterorganisation auf das Betriebsgeschehen verdeutlicht. Im Rahmen von Exkursionen zu einschlägigen Institutionen werden relevante Sachverhalte, die für die Beurteilung von Arbeitssystemen wichtig sind vorgestellt und im Rahmen der Vorlesung vertieft. Klassische Themen der Arbeitswissenschaft wie beispielsweise Lärm, Beleuchtung, Belastungen des Muskel- und Skelettsystems, psychische Belastungen, Vibrationen, Umgang mit Gefahrstoffen werden mit organisatorischen Themen wie Reihenfolgeplanung und Netzplantechnik verbunden.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden haben typische Arbeitssysteme der Logistik kennengelernt. Sie können verschiedene Methoden zur Beurteilung der Belastung und Beanspruchung anwenden und für konkrete Situationen Gestaltungsvorschläge zur Organisation von Arbeitssystemen ausarbeiten. Die Studierenden können die im Planspiel gewonnenen Erkenntnisse über die organisatorischen Aspekte der Arbeitswissenschaft auf Unternehmenssituationen übertragen.

<b>Description / Content English</b>
The lecture deals with the organization of employees in logistics systems. Topics such as qualifications, shift models, leadership, motivation etc. are dealt with. The influence of the employee organization on the company's operations is illustrated in a business game. In excursions to relevant institutions, the students get to know important facts for the assessment of work systems. The lecture combines classic topics in ergonomics such as noise, lighting, stress on the muscular and skeletal system, psychological stress, vibrations, handling hazardous substances with organizational issues such as sequence planning and network technology.
<b>Learning objectives / skills English</b>

The students know typical logistics work systems. They are able to use various methods for assessing stress and strain and they can work out design proposals for the organization of work systems for specific situations. The students are able to transfer the knowledge gained in the business game about the organizational aspects of ergonomics to corporate situations.

### Literatur

Salvendy G.; Karwowski W. (2021). Handbook of human factors and ergonomics. 5th ed.

Hilf H.H. (2019). Einführung in die Arbeitswissenschaft. Germany: De Gruyter.

Walter A. O., Christopher P. (2024). Personal und Arbeit. Einführung in das Personalmanagement. 12 Aufl. Walter de Gruyter.

Schlick, C.; Bruder, R.; Luczak, H. (2018). Arbeitswissenschaft, Springer Vieweg.

Jung, H. (2017). Personalwirtschaft, De Gruyter Oldenbourg.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Bildgebende Messtechniken für Strömungen			
Module title English			
Imaging for Flows			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Bildgebende Messtechniken für Strömungen			
Course title English			
Imaging for Flows			
Verantwortung			Lehreinheit
Kaiser, Sebastian			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Präsentation			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Vorlesung behandelt bildgebende Messtechniken, die in Strömungen eingesetzt werden können, um quantitativ und berührungslos physikalische und chemische Eigenschaften ab zu bilden. Z.B. kann mit der laserinduzierten Fluoreszenz (LIF) die Kraftstoffkonzentration in einem Motor vermessen werden. Messprinzipien, Hardware (z.B. Kamertechnologie), und Datenverarbeitung werden erläutert. Im begleitenden Praktikum (separat aufgeführte Veranstaltung) bauen die Studenten einen klassischen Versuch der turbulenten Strömungslehre auf, führen ihn durch, und werten die Ergebnisse aus: 2D-Messung des Konzentrationsfeldes im turbulenten Freistrah. Die Studenten dokumentieren Vorgehen und Ergebnisse in einem Praktikumsbericht.</p> <p>Inhalte:</p> <p>Vorlesung und Übung:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Warum laser-basierte Messmethoden in Strömungen?</li> <li>2) Bildgebende Strömungsmessung: Methoden, Anwendungen, Beispiele</li> <li>3) Einfache Optik: Strahlenoptik, Polarisierung, Interferenz, Filter</li> <li>4) Laser: Physik, Laserarten, Baugruppen. LEDs.</li> <li>5) Bildformung: Auflösung, Objektive, Abbildungsfehler.</li> <li>6) Kameras und Detektoren: CCD, ICCD, CMOS, Photodiode, PMT. Sensorgüte und Rauschen.</li> <li>7) Bildverarbeitung: Photometrie, Filtern, Statistische Analyse.</li> </ol> <p>Praktikum (Fluoreszenz-basierte Abbildung eines turbulenten Freistrahls):</p> <p>Literaturüberblick</p> <p>Aufbau des Experimentes</p> <p>Datenerfassung, Bearbeitung und Auswertung</p> <p>Bericht</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden verstehen die Grundlagen und Anwendungen quantitativer bildgebender Messverfahren in reaktiven Strömungen, insbesondere die dazu gehörigen Technologien wie Kamerasysteme und Lichtquellen. Sie können grundlegende Parameter der Bildgebung in typischen Anwendungen abschätzen.

### Description / Content English

This class discusses two-dimensional measurement techniques, which can be used to quantitatively and non-intrusively image physical and chemical properties in flows. For example, laser-induced fluorescence (LIF) can image the fuel concentration in the cylinder of an automotive engine. Measurement techniques, hardware (for example, camera technology), and image processing are discussed. In the accompanying lab (listed separately), students will set up and evaluate a classic experiment of turbulent fluid dynamics: a 2D measurement of the instantaneous concentration in a turbulent free jet. The students document experiment and result in a lab report.

Syllabus:

Lecture and problem session:

1) Why use laser-based imaging in (reacting) flows?

Demonstration of a typical experiment in the lab.

2) Flow-imaging diagnostics: Method, applications, example.

3) Basic optics: Geometric optics, polarization, interference, filters.

4) Lasers: Physics, classes of lasers, laser components. LEDs.

5) Imaging: Resolution, lenses for imaging, aberrations.

6) Cameras and detectors: CCD, ICCD, CMOS, Photodiode, PMT. Sensor performance and noise.

7) Image processing: Photometric processing, filtering, statistical analysis

Laboratory (Fluorescence imaging in a turbulent jet):

Review literature

Set up experiment

Acquire, process, and evaluate data

Write report

### Learning objectives / skills English

The students understand the fundamentals and applications of quantitative imaging techniques for spatially resolved measurements in reacting flows, in particular the corresponding technologies like cameras and light sources. They are able to estimate basic parameters of imaging for typical applications.

### Literatur

Eckbreth, Laser diagnostics for combustion temperature and species, Gordon and Breach, Amsterdam, 1996

Demtröder, Laserspektroskopie. Grundlagen und Techniken, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2000

Modulname laut Prüfungsordnung				
Biofluidmechanik				
Module title English				
Biofluidmechanics				
Kursname laut Prüfungsordnung				
Biofluidmechanik				
Course title English				
Biofluidmechanics				
Verantwortung				Lehreinheit
Kowalczyk, Wojciech				MB
Kreditpunkte		Turnus		Sprache
5		SoSe		D
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt		SWS Seminar
1	2			
Studienleistung				
Prüfungsleistung				
Klausur				
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung				

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Inhalte der Lehrveranstaltung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau des Kreislaufsystems</li> <li>- Blut als Strömungsmedium</li> <li>- Transportphänomene</li> <li>- Bilanzgleichungen</li> <li>- Fluidmechanik der Blutströmung</li> <li>- Künstliche Organe, Implantate</li> <li>- Messung der Gefäßgeometrie und Strömungsparameter</li> <li>- Numerische Methoden</li> <li>- Fluid-Struktur-Wechselwirkung</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>In der Lehrveranstaltung werden grundlegende Kenntnisse und Zusammenhänge aus der funktionellen Anatomie insbesondere aus kardiologischer Sicht vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage die biofluidmechanischen Probleme mittels experimenteller und numerischer Verfahren selbständig zu bearbeiten.</p>

Description / Content English
-------------------------------

Content of the course:

- Human circulatory system
- Blood as a flow medium
- Transport phenomena
- Balance equations
- Fluid mechanics of blood flow
- Artificial organs, implants
- Measurement of the geometry of blood vessels and flow parameters
- Numerical Methods
- Fluid Structure Interaction (FSI)

**Learning objectives / skills English**

In the course basic knowledge and relationships from the functional anatomy, especially from the cardiac point of view are conveyed. The students are able to work independently on biofluid mechanical problems applying experimental and numerical approaches.

**Literatur**

Michael Schünke, Erik Schulte, Udo Schumacher: PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, Thieme

Fung Yuan-Cheng: Biodynamics. Circulation, Springer

Waite: Biofluid Mechanics in Cardiovascular Systems, McGraw-Hill

Spurk, Aksel: Strömungslehre. Einführung in die Theorie der Strömungen, Springer

Modulname laut Prüfungsordnung			
Biomechanik			
Module title English			
Biomechanics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Biomechanik			
Course title English			
Biomechanics			
Verantwortung			Lehreinheit
Kowalczyk, Wojciech			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Lehrveranstaltung beinhaltet folgende Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Einführung in die Anatomie und Funktionsweise des Bewegungsapparates,</li> <li>b) Tribologie der Gelenke und Endoprothesen,</li> <li>c) Möglichkeiten und Verfahren zur Modellierung und Beschreibung von biomechanischen Abläufen in einer Mehrkörper-Simulations-Umgebung (MKS),</li> <li>d) Verfahren der Messung von Bewegungsabläufen und Bewegungsanalyse,</li> <li>e) Bestimmung und Interpretation von Muskelaktivitäten mit dem Elektromyogramm (EMG),</li> </ul> <p>Die Vorlesungen werden von Vortragenden sowohl von der Fakultät für Ingenieurwissenschaften als auch der Medizin gehalten.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>In der Lehrveranstaltung werden grundlegende Kenntnisse und Zusammenhänge aus der funktionellen Anatomie insbesondere aus orthopädischer und kardiologischer Sicht vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage die biomechanischen Fragestellungen mittels moderner Verfahren selbständig zu bearbeiten.</p>

Description / Content English
<p>The course contains following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Introduction to the anatomy and functionality of the musculoskeletal system,</li> <li>b) Tribology of joints and endoprotheses,</li> <li>c) Possibilities and procedures for modelling and description of biomechanical processes in a multi-body simulation environment,</li> <li>d) Methods for the measuring of movement and motion analysis,</li> <li>e) Determination and interpretation of muscle activities with the Elektromyography (EMG),</li> </ul> <p>The individual lectures are given by lecturers from both the Faculty of Engineering and the Faculty of Medicine.</p>
Learning objectives / skills English



In the course, basic knowledge and relationships from the functional anatomy, especially from the cardiac and orthopaedic point of view, is conveyed. The students are able to work independently on biomechanical problems applying modern procedures.

### Literatur

Kummer: Biomechanik, Deutscher Ärzte-Verlag

Kapanji: Funktionelle Anatomie der Gelenke, Thieme

Paul Brinckmann, Wolfgang Frobin, Gunnar Leivseth: Orthopädische Biomechanik, Thieme

Michael Schünke, Erik Schulte, Udo Schumacher: PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, Thieme

Fung Yuan-Cheng: Biodynamics. Circulation, Springer

Waite: Biofluid Mechanics in Cardiovascular Systems, McGraw-Hill

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>				
Chassis and body design and manufacturing (UniBo)				
<b>Module title English</b>				
Chassis and body design and manufacturing (UniBo)				
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>				
Chassis and body design and manufacturing (UniBo)				
<b>Course title English</b>				
Chassis and body design and manufacturing (UniBo)				
<b>Verantwortung</b>				<b>Lehreinheit</b>
De Agostinis, Massimiliano				UniBo
<b>Kreditpunkte</b>		<b>Turnus</b>		<b>Sprache</b>
6		WiSe		It
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>		<b>SWS Seminar</b>
2	2			
<b>Studienleistung</b>				
<b>Prüfungsleistung</b>				
Mündliche oder schriftliche Prüfung im Ausland				
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>				
All students must attend Module 1, 2 on Health and Safety online. [ <a href="https://www.unibo.it/en/services-and-opportunities/health-and-assistance/health-and-safety/online-course-on-health-and-safety-in-study-and-internship-areas">https://www.unibo.it/en/services-and-opportunities/health-and-assistance/health-and-safety/online-course-on-health-and-safety-in-study-and-internship-areas</a> ]				
<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>				
<b>Description / Content English</b>				

## INTRODUCTION

Statically indeterminate structures: force method and displacement method. Strain energy methods. Rotating-node and translating-node frames.

## THREADED JOINTS

Screws: static and fatigue dimensioning and assessment. Calculation methods according to Eurocode 3 and VDI 2230. Axial preload and tightening torque. Determination of the coefficients of friction according to ISO 16047. Friction coefficients requirements according to the automotive field normative. How to account for data scatter in dimensioning threaded joints. Load introduction factor. Prying load. Residual shank torsion. Self loosening and self-relaxation issues.

## WELDING JOINTS

Static and fatigue dimensioning and assessment. Failure criteria. Calculation method according to Eurocode 3 (steel) and Eurocode 9 (aluminium).

## ADHESIVELY BONDED JOINTS

Static and fatigue dimensioning and assessment. Single-lap joints: Volkersen and Goland&Reissner theories. Cylindrical joints: dimensioning according to the Loctite method. Hybrid joints: interference fit plus adhesive.

FEA laboratory with commercial softwares

Introduction and solution of linear static problems

Numerical modeling of threaded joints, 1d and 3d approaches.

Numerical modeling of welding joints.

Numerical modeling of adhesively bonded joints.

Solution of nonlinear problems (large displacements, nonlinear materials, contact).

## EXPERIMENTAL STRESS ANALYSIS

Strain gauges: materials, measuring circuits, data acquisition. The gage factor. Single grid strain gauges and rosettes.

Determining residual stresses by the hole-drilling strain gauge method.

## TUTORIALS AND CASE STUDIES

## Learning objectives / skills English

The outcomes of the course are to provide the advanced knowledge, the methods and the tools useful for the correct design and verification of the chassis components. The students will learn how to tackle the design of a motorbike frame by means of both analytical and numerical FEA tools. A special focus will be put on joining methods suitable for lightweight structures (adhesives, bolts, welds). The design of some key components, such as suspension elements, will be examined in depth. At the end of the course, the students will be able to select the most appropriate structural solutions based on the product mission, taking into account both the performance targets (e.g. stiffness, weight) and the expected failure modes the product must be designed against (e.g. fatigue, wear), in the framework of the requirements set by the relevant International Standards.

## Literatur

A. M. Wahl, Mechanical Springs, 2nd Ed. Mc Graw Hill Book Company.

A. Freddi, G. Olmi, L. Cristofolini, Experimental Stress Analysis for Materials and Structures: Stress Analysis Models for Developing Design Methodologies, Springer.

B. J. Mac Donald, Practical Stress Analysis with Finite Elements (2nd Edition), Ed. Glasnevin.

D. G. Pavlou, Essentials of the Finite Element Method: For Mechanical and Structural Engineers, 2015 Ed. Elsevier Academic Press.

S. Timoshenko, J. N. Goodier, Theory of Elasticity, 1951 Ed. McGraw-Hill.

Modulname laut Prüfungsordnung			
CO2-Kreislauf Technologien - Freisetzung, Abscheidung und Nutzung			
Module title English			
CO2-circular technologies – release, capture and utilization			
Kursname laut Prüfungsordnung			
CO2-Kreislauf Technologien - Freisetzung, Abscheidung und Nutzung			
Course title English			
CO2-circular technologies – release, capture and utilization			
Verantwortung			Lehreinheit
Wieland, Christoph			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Das Molekül CO<sub>2</sub> spielt die zentrale Rolle in der Klimadebatte und – neben Wasserstoff – auch in unserer Energiewende. Dabei ist Kohlenstoff in unserem Alltag kaum wegzudenken – nicht nur in der Energieversorgung, sondern auch in der Rohstoffindustrie und der chemischen Industrie.</p> <p>Die Vorlesung befasst sich deshalb mit Themen rund um das Molekül CO<sub>2</sub>. Konkret werden zum Einstieg die Ursprünge des CO<sub>2</sub>s mit dem Fokus auf technischen Verbrennungssystemen vorgestellt. Die daraus freigesetzten Stoffströme und deren Zusammensetzung bilden die Basis für die Entwicklung entsprechender Abscheidetechnologien, welche einzeln vorgestellt und detailliert betrachtet und bewertet werden. Bei den Technologien soll auch auf technisch realisierbare Reinheiten und Zusammensetzungen eingegangen werden, die in entscheidendem Maße die Nachnutzung oder auch die Speicherung des CO<sub>2</sub>s beeinflussen können. Zentrale Nutzungs- und Speicherpfade werden vorgestellt.</p> <p>Insbesondere mit Blick auf eine Kreislaufwirtschaft spielen Lebenszyklusbetrachtungen ebenfalls eine entscheidende Rolle bei der Herstellung und Nutzung von heutigen und zukünftigen Produkten. Auch sollen beispielhaft Entsorgungspfade aber auch Recycling-Ansätze vorgestellt werden.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Student:Innen verstehen den natürlichen CO<sub>2</sub> Kreislauf, aber auch den Ursprung des anthropogenen CO<sub>2</sub>s in der Atmosphäre und können die CO<sub>2</sub> Emissionen verschiedener industrieller Prozesse abschätzen und bewerten.</p> <p>Die Student:Innen kennen die verfahrenstechnischen Möglichkeiten zur Abscheidung von CO<sub>2</sub> aus Rauchgasen und der Luft und können deren Vor- und Nachteile für bestimmte Anwendungen bewerten.</p> <p>Darauf aufbauend lernen die Student:Innen technische Maßnahmen zur Speicherung und zur Nutzung kennen. Anhand beispielhafter Recycling-Ansätze und Entsorgungsmöglichkeiten soll ein Verständnis für neuartige Produktentwicklungsansätze geschaffen werden.</p> <p>Die Student:Innen erarbeiten sich mit der Vorlesung ein technologie-orientiertes Verständnis des Nutzungspfades Kohlenstoff in Form von CO<sub>2</sub> und als Baustein für ausgewählte Produkte von CO<sub>2</sub>-arm bis CO<sub>2</sub>-negativ.</p> <p>Auch sollen sozioökonomische Faktoren vermittelt werden, welche Einfluss auf den Umsetzungshorizont haben, aber auch auf die Akzeptanz neuer Technologien in unserer Gesellschaft.</p>

### Description / Content English

CO<sub>2</sub> as a species plays a vital role in the climate debate and – besides hydrogen – also in our energy transition (“Energiewende”). At the same time, CO<sub>2</sub> is essential for our everyday life – not only in the energy supply, but also in the resource industry as well as in the chemical industry. Therefore, this lecture addresses the topics centered around the CO<sub>2</sub>. Getting started with the origin of CO<sub>2</sub> by focusing and introducing technical combustion systems. The released gas streams and their composition form the basis for the development of suitable carbon capture technologies. Their working principles are introduced, detailed and individually assessed. The achievable purities and compositions will be addressed, as they are limiting potential applications, including storage options. The various utilization pathways will be introduced. Looking at circular economy, life cycle assessment are key for the production of sustainable products – today and even more in the future. Therefore, exemplified disposal and recycling pathways will be introduced.

### Learning objectives / skills English

The students will understand the natural carbon cycle, but also the anthropogenic origin of CO<sub>2</sub> in the atmosphere. They will be able to estimate the various CO<sub>2</sub> emissions from industrial processes and assess them.

The students will know the engineering processes of carbon capture technologies from flue gases, but also of direct air capture. Beyond this, they will be able to assess the pros and cons for the various applications.

The students learn technical measures for storage and utilization of CO<sub>2</sub>.

Based on various recycling approaches and disposal, a fundamental understanding for today’s approaches in product development will be developed.

The student will gain a technology-oriented understanding of utilization pathways of Carbon in the form of CO<sub>2</sub> and as a building-block for products for CO<sub>2</sub>-lean to CO<sub>2</sub>-neutral to CO<sub>2</sub>-negative.

Also, socio-economic factors will be conveyed as a learning objective, in order to understand how this influences not only the implementation, but also the acceptance of new technologies in society.

### Literatur

- Manfred Fishedick, Klaus Görner, Margit Thomeczek: CO<sub>2</sub>: Abtrennung, Speicherung, Nutzung, ISBN: 978-3-642-19527-3

- Manfred Kircher, Thomas Schwarz: CO<sub>2</sub> und CO - Nachhaltige Kohlenstoffquellen für die Kreislaufwirtschaft, ISBN: 978-3-662-60648-3

Modulname laut Prüfungsordnung			
Computational Fluid Dynamics for incompressible flows			
Module title English			
Computational Fluid Dynamics for incompressible flows			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Computational Fluid Dynamics for incompressible flows			
Course title English			
Computational Fluid Dynamics for incompressible flows			
Verantwortung			Lehreinheit
el Moctar, Bettar Ould			MB
Kreditpunkte	Turnus		Sprache
5	SoSe		E
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			2
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Vorlesung befasst sich mit den Grundlagen der numerischen Berechnungsmethoden für inkompressible Strömungen. Dabei handelt es sich um die Grundgleichungen sowie die gängigen Diskretisierungsmethoden zur Lösung von Navier-Stokes-Gleichungen und Laplace-Gleichungen für Randelementeverfahren. Weiterhin erfolgt eine Einführung in die Turbulenzmodellierung, wobei die aktuell gebräuchlichen Modelle erläutert werden.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage, Methoden der numerischen Strömungsmechanik zu erläutern und anzuwenden. Sie sind fähig, Feld- und Randelemente-Methoden für maritime Probleme auszuwählen und anzuwenden.

Description / Content English
The lecture deals with the basics of computational fluid dynamics for incompressible flows. It concerns the governing equations to solve Navier-Stokes equations and Laplace equations for boundary element methods. Moreover, an introduction is given to the modelling of turbulences, explaining the common models.
Learning objectives / skills English
The students are able to explain and apply the CFD methods. They are in a position to select field and boundary element methods for problems concerning maritime technology.

Literatur
J. H. Ferziger, M. Peric: Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer-Verlag, 2002 V. Bertram: Practical Ship Hydrodynamics, Butterworth-Heinemann, 2000 H. Söding, Schiffe im Seegang I, Vorlesungsmanuskript, Institut für Fluidodynamik und Schiffstheorie, TUHH, 1992

**Modulname laut Prüfungsordnung**

Computational Thermo-Fluid Dynamics M (UniBo)

**Module title English**

Computational Thermo-Fluid Dynamics M (UniBo)

**Kursname laut Prüfungsordnung****Computational Thermo-Fluid Dynamics M (UniBo)****Course title English**

Computational Thermo-Fluid Dynamics M (UniBo)

**Verantwortung**

Barletta, Antonio

**Lehreinheit**

UniBo

**Kreditpunkte**

6

**Turnus**

WiSe

**Sprache**

It

**SWS Vorlesung**

2

**SWS Übung**

2

**SWS Praktikum/Projekt****SWS Seminar****Studienleistung****Prüfungsleistung**

Mündliche oder schriftliche Prüfung im Ausland

**Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung****Beschreibung / Inhalt Deutsch****Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch****Description / Content English**

Module 1 - Thermo-fluid dynamics modeling

- Review of the elementary notions of thermal fluid dynamics.
- Deduction of local balance equations in a fluid.
- Boussinesq approximation.
- Prandtl hypothesis of the boundary layer for two-dimensional incompressible flows.
- Blasius boundary layer for the flow around a thin plane wall: similarity assumption.

Module 2 - Numerical modelling of the boundary layer

- Blasius solution: velocity field and drag coefficient, temperature field and Nusselt number.
- Numerical solution for boundary layers with the similarity variable method.

Module 3 - Numerical simulation

Discretization and solution methods of thermal fluid dynamics equations, with particular focus on the finite volume method. The method is then applied (via the Open Source OpenFOAM code) to the following case studies discussed analytically during the first module, in order to obtain validations of the numerical code by comparison with the analytical solutions:

- Boundary layer problems in two-dimensional and three-dimensional domains.
- Extension to problems of fluid dynamics in turbulent regime dealt with RANS and LES methods.
- Classical problems of isothermal fluid dynamics: 2d and 3d flows around obstacles in turbulent regime.
- Results validation and post-processing methods. Evaluation of the uncertainty associated with numerical simulation using the Roache method.

### **Learning objectives / skills English**

The course provides an introduction to the numerical simulation of heat transfer and fluid dynamics problems in industrial processes, using open source CFD (Computational Fluid Dynamics) codes (OpenFOAM). Students will learn to evaluate accuracy and to interpret the meaning of numerical results by validating test cases widely used in the automotive and engineering fields.

### **Literatur**

- Lecture notes.
- S. Kakaç, Y. Yener - Convective Heat Transfer - CRC Press, 1994.
- V.S. Arpaci, P.S. Larsen - Convection Heat Transfer - Prentice-Hall, 1984.
- A. Bejan - Convection Heat Transfer - Wiley, 1984.
- S.V. Patankar - Numerical Heat Transfer and Fluid Flow - McGraw-Hill, 1980.



Modulname laut Prüfungsordnung			
Control Theory			
Module title English			
Control Theory			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Control Theory			
Course title English			
Control Theory			
Verantwortung			Lehreinheit
Söffker, Dirk			MB
Kreditpunkte	Turnus		Sprache
6	WiSe		E
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
3	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Zustandsraummethoden und Mehrgrößensysteme, Zustandsraum, Beobachtbarkeit etc., Steuerbarkeit etc., Reglerentwurf, Beobachterentwurf, Entwurfsverfahren, Entwurf von Folgeregelungen, Stabilität von Regelungssystemen, Ljapunov Stabilität, Model-reference Regelungen, Linear quadratisch optimale Regelungen, Beobachtergestützte Regelungen, Moderne Methoden
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden werden hier in die Lage versetzt, regelungstechnische Mehrgrößenprobleme selbständig zu formulieren und zu lösen.

Description / Content English
State space and Multi-Input, Multi-Output systems, state space, observability etc, controllability etc., control design, observer design, design approaches, design of servo systems, stability of control systems, Lyapunov stability, model-reference control, linear quadratic optimal control, observer-based control, advanced approaches
Learning objectives / skills English
The students will be enabled to formulate, analyze, and synthesize MIMO-control tasks by themselves.

Literatur
Ogata, K.: Modern control engineering, Int. Ed. Prentice Hall Lunze, J.: Regelungstechnik II, Springer.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Design of sustainable and autonomous maritime systems 2			
Module title English			
Design of sustainable and autonomous maritime systems 2			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Design of sustainable and autonomous maritime systems 2			
Course title English			
Design of sustainable and autonomous maritime systems 2			
Verantwortung			Lehreinheit
el Moctar, Bettar Ould; Neugebauer, Jens			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			2
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Veranstaltung greift die Grundlagen des Schiffsentwurfs auf und behandelt die besonderen Entwurfsaspekte verschiedener Schiffstypen mit einem besonderen Fokus auf Nachhaltigkeit. Dazu gehören Container-, Passagier-, RoRo-Schiffe sowie Bulker, Spezialschiffe und Offshore-Energiewandlungssysteme. Der Entwurf hoch automatisierter und ferngesteuerter Schiffssysteme wird thematisiert. Des Weiteren wird der Einsatz numerischer Methoden im Entwurfsprozess vermittelt.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind fähig, einen Schiffsentwurf anzufertigen, welcher die speziellen Anforderungen des jeweiligen Schiffstyps berücksichtigt. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, computergestützte Methoden im Entwurfsprozess einzusetzen.

Description / Content English
The lecture takes up the basics of ship design and covers specific design techniques of different types of maritime systems with a particular focus on sustainability. Among these are containers, passenger and RoRo vessels as well as bulkers, special purpose vessels and offshore renewable energy converters. The design of highly automated and remotely controlled ships is conveyed. Furthermore, the application of numerical methods in ship design is taught.
Learning objectives / skills English
After completing this course, the students are qualified to design a ship in consideration of the design aspects of this type of ship. Furthermore, the students are able to use computational methods in ship design.

Literatur
-----------

A. M. Friis, P. Andersen, J. J. Jensen: Ship Design, Technical University of Denmark, Department of Mechanical Engineering, 2002  
T. Lamb (Hrsg.): Ship Design and Construction, Society of Naval Architects & Marine Engineers, 2003  
E. V. Lewis (Hrsg.): Principles of Naval Architecture, Society of Naval Architects & Marine Engineers, 1988  
H. Schneekluth, V. Bertram: Ship Design for Efficiency and Economy, Butterworth-Heinemann, 1998  
A. Biran: Ship Hydrostatics and Stability, Butterworth-Heinemann, 2003  
Apostolos Papanikolaou (2014). Ship Design - Methodologies of Preliminary Design. Springer

Modulname laut Prüfungsordnung			
Diagnosis and prognosis			
Module title English			
Diagnosis and prognosis			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Diagnosis and prognosis			
Course title English			
Diagnosis and prognosis			
Verantwortung			Lehreinheit
Söffker, Dirk			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Methoden der Schadendiagnose I – Signalbasiert Methoden der Schadendiagnose II – Modellbasiert  Methoden der Schadendiagnose III – Datenbasiert  Vorhersage von Lebensdauer und Restlebensdauer  Anwendungen  Zur Veranschaulichung der Lehrinhalte werden Praktika und Übungen durchgeführt.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Studierende erlernen die Grundprinzipien und Methoden der signal-, modell-, und datenbasierten Fehlererkennung und Schadendiagnose ebenso wie Prognosemethoden der Lebensdauer- bzw. Restlebensdauerbestimmung kennen und anzuwenden.</p>

Description / Content English
<p>Methods of damage diagnosis I - Signal-based  Methods of damage diagnosis II - Model Based  Methods of damage diagnosis III - Data-based  Prediction of lifetime and residual life  Applications  To illustrate the course content, exercises and practical exercises are carried out.</p>
Learning objectives / skills English
<p>Students learn the basic principles/fundamentals and methods of signal-, model-, and data-based error detection and damage diagnosis as well as prognosis methods of lifetime or residual life determination.</p>

Literatur
-----------

Gertler, J.J.: Fault detection and diagnosis in engineering systems. New York, Dekker, 1998

Isermann, R.: (Hrsg.): Überwachung und Fehlerdiagnose. Moderne Methoden und ihre Anwendung bei technischen Systemen. VDI Verlag, Düsseldorf, 1994

Klein, U.: Schwingungsdiagnostische Beurteilung von Maschinen und Anlagen. 2., überarbeitete Auflage. Düsseldorf, Stahleisen, 2000

Lunze, J.: Automatisierungstechnik, Oldenbourg, 2003

Weitere aktuelle Literatur vornehmlich aus Zeitschriftenaufsätzen werden in den Veranstaltungsunterlagen benannt und aktualisiert.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Die Methode der finiten Elemente 1			
Module title English			
Finite Element Method 1			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Die Methode der finiten Elemente 1			
Course title English			
Finite Element Method 1			
Verantwortung			Lehreinheit
Kowalczyk, Wojciech			MB
Kreditpunkte	Turnus		Sprache
5	SoSe		D
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Methode der finiten Elemente (FEM) hat sich zum Standardwerkzeug der Festigkeitslehre entwickelt. Die Vorlesung gibt einen Einblick in die theoretischen Grundlagen der Methode. Den Hauptteil der Lehrveranstaltung bilden Rechenübungen und selbstständig zu bearbeitende praktische Aufgaben am Computer. Dabei werden ausgewählte Probleme der Festigkeitslehre mit dem FE-Programmsystem Z88Aurora bearbeitet. Der Schwerpunkt liegt bei der Behandlung linearer, statischer Probleme.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Lehrveranstaltung stellt das Verständnis für die grundlegenden mathematischen Methoden zur Behandlung von linearen Problemen her. Die Studierenden sind in der Lage, die geeignete Finite Elemente Formulierung vorzunehmen, um eine Fragestellung aus linearer Elastostatik selbständig zu definieren und zu lösen.

Description / Content English
The Finite Element Method (FEM) has become the standard tool in mechanics of materials. The lecture provides a brief introduction into the theoretical foundations of the method. The main part of the course consists of calculated exercises and practical problems to be worked on independently using a computer. Selected problems of mechanics of materials are solved using the FE software system Z88Aurora. Special emphasis is given to linear, static problems.
Learning objectives / skills English
The course provides an understanding of the basic mathematical methods for the treatment of linear problems. The participants are able to apply an appropriate finite element formulation to define and resolve independently questions from the linear elastostatics.

Literatur
-----------

Klein: FEM, Grundlagen und Anwendungen der Finite-Element-Methode im Maschinen- und Fahrzeugbau, Springer  
Zienkiewicz: Methode der finiten Elemente. Hanser Verlag  
Zienkiewicz, Taylor: The Finite Element Method. McGraw-Hill  
Gross, Hauger, Schnell, Wriggers: Technische Mechanik. Band 4: Hydromechanik, Elemente der Höheren Mechanik, Numerische Methoden. Springer  
Betten: Finite Elemente für Ingenieure 1. Grundlagen, Matrixmethoden, Elastisches Kontinuum. Springer

Modulname laut Prüfungsordnung			
Die Methode der finiten Elemente 2			
Module title English			
Finite Element Method 2			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Die Methode der finiten Elemente 2			
Course title English			
Finite Element Method 2			
Verantwortung			Lehreinheit
Kowalczyk, Wojciech			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Als Fortführung der Übungen zur Methode der finiten Elemente werden nichtlineare und dynamische Probleme der Festigkeitslehre mit dem FE-Programmsystem ANSYS behandelt. Schwerpunkte sind große Deformationen, nichtlineares Materialverhalten, Dynamik und Kontaktprobleme. An ausgewählten Beispielen werden Lastschrittsteuerung sowie Lösungsoptionen vorgestellt, Hinweise zum Post-Processing gegeben und Ergebnisse diskutiert.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Lehrveranstaltung stellt das Verständnis für die grundlegenden mathematischen Methoden zur Behandlung von nichtlinearen und dynamischen Problemen her. Die Studierenden sind in der Lage, die geeignete Finite Elemente Formulierung vorzunehmen, um eine Fragestellung aus nichtlinearer und dynamischer Festigkeitslehre selbständig zu definieren und zu lösen.

Description / Content English
In continuation to the exercise classes of the finite element method non-linear and dynamical problems concerning mechanics of materials are considered and solved using the FE software ANSYS. Special emphasis is given to large deformations, non-linear material behaviour, dynamics, and contact problems. The proper selection of load steps, specific options of the solution process and advanced features of the post-processor are explained using selected examples.
Learning objectives / skills English
The course provides an understanding of the basic mathematical methods for the treatment of non-linear and dynamical problems. The participants are able to independently apply an appropriate finite element formulation to define and solve questions from non-linear and dynamics mechanics of materials.

Literatur
-----------



Klein: FEM, Grundlagen und Anwendungen der Finite-Element-Methode im Maschinen- und Fahrzeugbau, Springer

Zienkiewicz: Methode der finiten Elemente. Hanser Verlag

Zienkiewicz, Taylor: The Finite Element Method. McGraw-Hill

Gross, Hauger, Schnell, Wriggers: Technische Mechanik. Band 4: Hydromechanik, Elemente der Höheren Mechanik, Numerische Methoden. Springer

Betten: Finite Elemente für Ingenieure 2. Variationsrechnung, Energiemethoden, Näherungsverfahren, Nichtlinearitäten. Springer

Modulname laut Prüfungsordnung			
Digitalisierung in der Produktentwicklung (Industrieprojekt)			
Module title English			
Digitalization in Product Development (Industrial Project)			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Digitalisierung in der Produktentwicklung (Industrieprojekt)			
Course title English			
Digitalization in Product Development (Industrial Project)			
Verantwortung			Lehreinheit
Nagarajah, Arun			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
			4
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Präsentation der Teamarbeit und Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Das Modul „Digitalisierung in der Produktentwicklung“ bietet eine Einführung in die modernen digitalen Technologien zur Prozessoptimierung, die heute in der Produktentwicklung in den Unternehmen eingesetzt werden. Studierende lernen, wie sie in Projektteams effektiv zusammenarbeiten und sich in einer professionellen Projektorganisation zurechtfinden. Ein zentraler Bestandteil des Kurses ist der Umgang mit Industrieraufgaben, die zu Beginn oft nicht eindeutig definiert sind. Die Studierenden erlernen Strategien, um solche Aufgaben zu erfassen und ausreichend präzise zu definieren. Anschließend entwickeln sie unter Anwendung digitaler Technologien Lösungen. Diese werden nicht nur theoretisch konzeptioniert, sondern auch prototypisch umgesetzt und getestet. Den Abschluss des Moduls bildet die Präsentation der erarbeiteten Lösungen vor dem Management des Industriepartners.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Das Modul „Digitalisierung in der Produktentwicklung (Industrieprojekt)“ zielt darauf ab, Studierenden fundierte Einblicke in die Anwendung moderner digitaler Technologien im Kontext der Produktentwicklungsprozesse sowie die aktuellen Anforderungen der Industrie in diesem Bereich zu vermitteln. Anhand einer spezifischen Projektaufgabe aus der Industrie erlernen die Teilnehmenden, vorhandenes Wissen gezielt einzusetzen und in Teams effizient zu kooperieren, während sie gleichzeitig ein grundlegendes Verständnis für industrielle Erfordernisse entwickeln. Ein besonderer Fokus liegt auf der Identifizierung und Strukturierung zunächst allgemein definierter Problemstellungen, um darauf aufbauend effektive Lösungsansätze zu entwickeln, die sowohl technisch realisierbar als auch in hohem Maße kundenzufriedenstellend sind. Dieser Kurs ermöglicht es den Studierenden auch, wertvolle Erfahrungen im Bereich der Präsentation und Kommunikation von Projektergebnissen zu sammeln und hierzu direktes Feedback aus der Industrie zu erhalten.</p>

Description / Content English
-------------------------------

The module „Digitalization in Product Development“ provides an introduction to the modern digital technologies used in product development processes in companies today. Students learn how to work together effectively in project teams and find their way around a professional project organization. A central aspect of the course is dealing with industrial problems that are often not clearly defined at the beginning. Students will learn strategies for identifying such tasks and defining them with sufficient precision. They then develop solutions using digital technologies. These are not only conceptualized theoretically, but also prototypically implemented and tested. The module concludes with a presentation of the developed solutions to the management of the industrial partner.

#### **Learning objectives / skills English**

The module „Digitalization in Product Development (Industrial Project)“ aims to provide students with in-depth insights into the application of modern digital technologies in the context of product development processes and the current requirements of industry in this area. Using a specific project task from industry, participants learn to apply existing knowledge in a targeted manner and to cooperate efficiently in teams while developing a basic understanding of industrial requirements. A particular focus is placed on the identification and structuring of generally defined problems in order to develop effective solutions that are both technically feasible and highly satisfying for the customer. This course also enables students to gain valuable experience in the presentation and communication of project results and to receive direct feedback from industry.

#### **Literatur**

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Elektrische Anlagen an Bord von Schiffen			
<b>Module title English</b>			
Electrical Devices on Board of Ships			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Elektrische Anlagen an Bord von Schiffen</b>			
<b>Course title English</b>			
Electrical Devices on Board of Ships			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Vennegeerts, Hendrik; Sommer, Martin			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1	1	
<b>Studienleistung</b>			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Anforderungen an elektrische Anlagen an Bord; elektrische Betriebsmittel an Bord; Bordnetze; Schutzsysteme; Automatisierungssysteme; Navigationssysteme; Kommunikationssysteme
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Studierende kennen die wesentlichen Komponenten elektrischer Betriebsmittel an Bord von Schiffen und deren Funktionsprinzipien. Ferner können sie den Zusammenhang zwischen der speziellen Inselnetzausprägung und Gesamtgestaltung der Energieversorgung an Bord herstellen.

<b>Description / Content English</b>
Requirements for electrical systems on board; electrical equipment on board; on-board electrical energy systems; protection systems; automation systems; navigation systems; communication systems
<b>Learning objectives / skills English</b>
Students know the main components of electrical equipment on board ships and their functional principles. Furthermore, they will be able to establish the connection between the special island network characteristics and the overall design of the power supply on board.

<b>Literatur</b>
Hansheinrich Meier-Peter, Frank Bernhardt (Hg.): Handbuch Schiffsbetriebstechnik. Hamburg 2006: Seehafen-Verlag. René Borstlap, Hans ten Katen: Ships' Electrical Systems. Enkhuizen 2011: Dokmar Maritime Publishers.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Elektrochemische Wasserstoffherzeugung und -nutzung			
Module title English			
Electrochemical hydrogen generation and utilization			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Elektrochemische Wasserstoffherzeugung und -nutzung			
Course title English			
Electrochemical hydrogen generation and utilization			
Verantwortung			Lehreinheit
Hoster, Harry			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Elektrolyseanlagen spalten Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff und speichern somit elektrische Energie in chemischer Form. Wasserstoff wird somit zum Energievektor für den Transport (ggf. grüner) elektrischer Energie durch Raum und Zeit. Brennstoffzellen gewinnen elektrische Energie aus der Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff. Die verschiedenen in der Entwicklung befindlichen Brennstoffzellensysteme von der bei niedriger Temperatur arbeitenden Membranbrennstoffzelle bis zur Festoxidbrennstoffzelle mit ihren 1000°C Arbeitstemperatur werden vorgestellt. Zur Brennstoffzellentechnologie gehört die Wasserstoffgewinnung aus verschiedenen chemischen Energieträgern, sowohl für stationäre Systeme für die Kraft/Wärmekopplung als auch an Bord von Fahrzeugen oder sogar für kleinste portable Anwendungen. In einem Praktikum werden die behandelten Inhalte anschaulich vertieft.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie werden von den Studenten verstanden, so dass sie die Technik und die Rahmenbedingungen nachvollziehen und auch auf neue Fragestellungen übertragen können und die verschiedenen Zukunftsoptionen der Effizienzsteigerung in der Energieversorgung beurteilen können. Vor- und Nachteile im Vergleich zu konventionellen Energiesystemen sind erarbeitet.</p>

Description / Content English
<p>Electrolysis systems store electrical energy in chemical form by splitting water into hydrogen and oxygen. This makes hydrogen an energy vector to transfer (potentially green) electricity through space and time. Fuel cells convert chemical energy back into electricity. The different types of fuel cells being in development ranging from membrane fuel cells with typical operation temperatures of 80°C to solid oxide fuel cells for 1000°C are presented. Closely connected with fuel cell technology is the hydrogen technology. Thus, hydrogen generation via the various possible pathways for the different applications of fuel cell systems are described. The range of applications are combined heat and power supply in stationary systems, electric traction and power supply for remote and portable applications. Fuel cell systems are compared to other innovative energy converters, like micro gas turbines or Stirling engines. The contents are deepened in a practical exercise.</p>
Learning objectives / skills English

The students understand fuel cell and hydrogen technology and are able to judge advantages and disadvantages of these new energy options in comparison to established technologies. The student are able to transfer this knowledge to new questions related to energy systems. The potential increase in energy efficiency and economical and political conditions are understood.

## Literatur

Für Elektrochemie und Batterien:

Hamann/Vielstich; Elektrochemie; Wiley, Weinheim 1998

Für Wasserstofftechnologie:

Frey, Hartmut; Golze, Kay; Hirscher, Michael; Felderhoff, Michael; Energieträger Wasserstoff; 2023

Für Brennstoffzellen:

Tillmetz, Werner ; Martin, Andre; Wasserstoff Auf Dem Weg Zur Elektromobilität: Hautnah Erlebt: Die Basisinnovation Brennstoffzelle

Kordes/Simader; Fuel Cells and their applications; VCH Weinheim 1996

Heinzel/Mahlendorf/Roes; Brennstoffzellen; C.F. Müller Heidelberg 2005

Larminie/Dicks; Fuel Cell Systems explained; Wiley, Chichester 2000

Handbook of Fuel Cells; Wiley 2003

Krewitt/Pehnt/Fischedick/Temming; Brennstoffzellen in der Kraft-Wärme-Kopplung; Erich Schmitt-Verlag, Berlin 2004

Modulname laut Prüfungsordnung			
Energieintensive Industrien im Wandel			
Module title English			
The transformation of energy intensive industries			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Energieintensive Industrien im Wandel			
Course title English			
The transformation of energy intensive industries			
Verantwortung			Lehreinheit
Wieland, Christoph			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
3	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Ingenieur:Innen von morgen benötigen ein umfassendes Wissen im Energiebereich. Hierzu zählt auch und insbesondere die Industrie als Schlüssel unserer heutigen Gesellschaft und einer lebenswerten Zukunft.</p> <p>Wie wichtig bezahlbare Energie für den Privatkunden ist, wurde spätestens mit dem Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine und der damit verbundenen Energiekrise in den Vordergrund des politischen und öffentlichen Blickpunktes gerückt. Die Bedeutung für das produzierende Gewerbe ist der breiten Öffentlichkeit aber oftmals nicht klar und die öffentliche Diskussion ging meist an diesem wichtigen Thema vorbei.</p> <p>Diese Vorlesung führt Sie in die verschiedenen Produktionsverfahren unserer wichtigsten Industriezweige ein und zeigt Ihnen innovative Lösungen und Ansätze, die kurz-, mittel- und langfristig– auf dem Weg zu einer nachhaltigen und klimaneutralen Industrie – umgesetzt werden können.</p> <p>Die Vorlesung basiert auf Gastvorträgen aus der Industrie. Die Perspektive von Industrieexpert:Innen erlaubt dabei eine sehr anwendungsnahe Vorlesung, die neben der Theorie auch viele Einblicke in die Praxis gibt.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Student:Innen kennen die Grundlagen der Verbrennung, der damit verbundenen Wärme- und Stoffübertragung sowie deren Einsatz in den verschiedenen bedeutenden Industriezweigen.</p> <p>Die Student:Innen kennen die verfahrenstechnischen Anforderungen an die Industrieerzeugnisse und die damit verbundenen Herausforderungen im Produktionsprozess.</p> <p>Darauf aufbauend lernen die Student:Innen die Optionen zur Steigerung der Energieeffizienz zu verstehen. Zukünftige Trends werden ebenfalls vermittelt.</p> <p>Die Student:Innen erarbeiten sich damit ein grundlegendes Verständnis von bezahlbarer und nachhaltiger Energie für die Industrie und den Produktionsstandort Deutschland.</p>

Description / Content English
-------------------------------

The engineers of tomorrow need a holistic knowledge in the field of energy. This comprises also the industry as key to today's society and future which is worth living. Since at least the Russian attack war against Ukraine that the importance of affordable energy for households has attained a lot of attention in public.

However, the importance for our industry is often not so clear and the public debates are not always catching the core of the topic.

This lecture brings you therefore closer to the production processes of the most important energy intensive industry branches and shows you innovative solutions and approaches, as well as how they can be implemented in the short-, mid- and long-term – along the pathway to a sustainable and climate-neutral industry.

This module is based on guest lecturers from industry. These lectures will be given by experts from industry and allows a module with applied topics beyond the state-of-the-art. Besides theory, a lot of insights into current trends and practices will be obtained.

### **Learning objectives / skills English**

The students will learn the fundamentals of combustion, including the related heat and mass transfer, as well as its application to the different energy intensive industries.

The manufacturing processes of the most important energy intensive industries will be understood.

The students will learn the process engineering prerequisites and requirements towards the final product, including the related challenges for the production processes.

Based on the afore, the students will learn about the available options to increase energy efficiency and to address future trends.

The students will achieve a fundamental understanding for affordable and sustainable energy and its importance for a secure and future-oriented production in Germany.

### **Literatur**



**Modulname laut Prüfungsordnung**

Energiewandlungsmaschinen

**Module title English**

Energy conversion machines

**Kursname laut Prüfungsordnung**

Energiewandlungsmaschinen

**Course title English**

Energy conversion machines

**Verantwortung**

Brillert, Dieter; Schuster, Sebastian

**Lehreinheit**

MB

**Kreditpunkte**

5

**Turnus**

SoSe

**Sprache**

D

**SWS Vorlesung**

1

**SWS Übung****SWS Praktikum/Projekt****SWS Seminar**

3

**Studienleistung****Prüfungsleistung**

Abtestat mit Präsentation

**Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Es wird ein Überblick über die unterschiedlichen Fluidenergiemaschinen gegeben mit Bezug zur nachhaltigen Versorgung der Gesellschaft mit Energie. Insbesondere wird der Fokus auf die Windenergieanlagen/Windturbinen gelegt, die mit ihrem Potenzial mit on- und offshore Anlagen erheblich zur Versorgung beitragen. Das Potenzial der Windenergie und die Umwandlung in elektrische Energie werden diskutiert. Dies wird begleitet durch die Betrachtung der Windenergie im Energiesystem, die Konzepte der Windturbinen inkl. der Aerodynamik, des mechanischen Aufbaus, des Betriebes sowie der Wartung der Anlagen.

Im Rahmen einer Seminararbeit in Gruppen wird eine bestehende Kleinwindkraftanlage betrachtet. Es ist das Ziel diese zu verbessern und die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Konzepte zu diskutieren. Die Verbesserung wird dann von der Gruppe konstruktiv umgesetzt und fertigungstechnisch begleitet. Ein Umbau der Kleinkraftwindanlage erfolgt im Labor des Fachgebietes. Im Windtunnel wird dann im Anschluss die Anlage vermessen und abschließend werden in einem Abtestat die Ergebnisse von der Gruppe vorgestellt und diskutiert. Das Seminar ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung. Empfohlene Voraussetzung für diese Lehrveranstaltung sind die bestandenen Prüfungen in Thermodynamik, Strömungsmechanik und Energiewandlung in Strömungsmaschinen.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Sie (die Studierenden) verstehen den Aufbau einer Windkraftanlage/Windturbine und kennen die grundsätzlichen Herausforderungen und Zusammenhänge der Energiewandlung. Sie sind in der Lage in einem Projektteam zusammenzuarbeiten und können konstruktiv an einer Verbesserung einer Windkraftanlage arbeiten.

**Description / Content English**

An overview of the different fluid energy machines is given with reference to the sustainable supply of society with energy. In particular, the focus is placed on wind turbines, which contribute significantly to the supply with their potential with on- and offshore turbines. The potential of wind energy and its conversion into electrical energy are discussed. This is accompanied by the consideration of wind energy in the energy system, the concepts of wind turbines including aerodynamics, mechanical construction, operation as well as maintenance of the turbines.

Within the framework of a seminar work in groups, an existing small wind turbine is examined. The aim is to improve it and discuss the advantages and disadvantages of the different concepts. The group then implements the improvement constructively and accompanies it in terms of production technology. The small wind turbine is converted in the department's laboratory. The system is then measured in the wind tunnel in the department's laboratory, and the results are presented and discussed by the group in a final test. Participation in the seminar is a prerequisite for the examination. Recommended prerequisites for this course are having passed the examinations in thermodynamics, fluid mechanics and Energy conversion in turbomachinery.

### **Learning objectives / skills English**

You (the students) will understand the structure of a wind turbine and the basic challenges and interrelationships of energy conversion and you are able to work in a project team and contribute constructively to the improvement of a wind turbine.

### **Literatur**

siehe Webseite des Lehrstuhls Strömungsmaschinen

Modulname laut Prüfungsordnung			
Energiewirtschaft und Sektorkopplung			
Module title English			
Energy Economics and Sector Coupling			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Energiewirtschaft und Sektorkopplung			
Course title English			
Energy Economics and Sector Coupling			
Verantwortung			Lehreinheit
Wieland, Christoph			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
3	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Das Modul besteht aus zwei Teilen: Der Energiewirtschaft und der Sektorkopplung, die beide aufeinander aufbauen. Der Teil der Energiewirtschaft bildet das Bindeglied zwischen den technischen und wirtschaftlichen Aspekten der Energieversorgung und -verteilung. Neben den wirtschaftswissenschaftlichen Grundlagen, die zur Berechnung der Kosten unterschiedlicher Energiewandlungsmethoden und Energieübertragung benötigt werden, werden auch konkrete Investitionsberechnungen anhand relevanter Beispiele behandelt. Neben grundlegenden Energiewandlungskonzepten werden auch Methoden zur Einsatzoptimierung bei der Energieerzeugung und -nutzung vorgestellt.</p> <p>Der Teil der Sektorkopplung baut auf dem Vorlesungsteil der Energiewirtschaft auf. Erst durch die Sektorkopplung kann eine effektive und erfolgreiche Energiewende gelingen. Die Verschnidungen der Sektoren ermöglichen erst eine vollständige Versorgung mit Erneuerbaren Energien. Der Fokus dieses Moduls liegt deshalb auf den Technologien zur Dekarbonisierung und Flexibilisierung des Stromsektors, behandelt aber auch die Sektoren Transport-, Wärme- und Industrie-/Chemiesektor. So kann die Primärenergieversorgung von fossilen hin zu erneuerbaren Energieträgern umgestaltet werden.</p> <p>Aufbauend auf dem vertieften Verständnis für die Energiewirtschaft bietet dieser Vorlesungsteil eine Übersicht über die technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen. Besonderer Schwerpunkt liegt auf den aktuellen Entwicklungen im Bereich Power-to-X.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden verstehen die ökonomischen Zusammenhänge der Energiewandlung, Übertragung und Verteilung und können diese auf eigene Fragestellungen anwenden. Sie verstehen die Funktionsweise verschiedener Energiemärkte. So wird es den Studierenden ermöglicht auch komplexe Investitionen zu bewerten und Investitionsentscheidungen durch Wirtschaftlichkeitsberechnungen zu treffen. Auch sollen so Optimierungspotentiale identifiziert und bewertet werden können.

Die Studierenden lernen die verschiedenen Power-to-X-Technologien kennen und können deren Einsatzbereiche und -grenzen bewerten. Die technischen Aspekte aber auch die damit verbundenen Kosten sollen den Studierenden hier ein tiefergehendes Verständnis dieser Zukunftstechnologien ermöglichen. Basierend auf technoökonomischen Grundlagen können die Studierenden die Potentiale der Sektorkopplung mit Mobilität, Wärme oder auch für die chemische Industrie bewerten und einschätzen. In Kombination mit der Wirtschaftlichkeit können so selbständig Bewertungen vorgenommen werden.

### Description / Content English

This module consists of two parts: The energy economy and the sector coupling, which are based on each other.

The energy economics part is the interface between technical and economic aspects of energy supply and distribution. Besides selected economic basics, which are necessary for calculating the costs of various energy conversion technologies and energy transmission, relevant and exemplary investments will be discussed. Besides basic energy conversion technologies also methods for operation optimization in energy conversion and utilization will be introduced.

The sector coupling part is based in energy economics. Only by means of sector coupling a successful energy transition is feasible. The link between the various sectors allows a complete supply with renewable energy sources. Therefore, the focus of this module lies on technologies for decarbonization and flexibilization of the energy sector. Beyond this, the sectors of mobility, heat supply and industry/chemistry are addressed. Only with such an integrated approach, the rigorous transition from fossil sources towards renewable energy carriers can be achieved.

Based on a deepened understanding for energy economics this lecture allows for a holistic overview on technical and economic challenges. Special focus will be on developments in the area of power-to-X.

### Learning objectives / skills English

The students will understand the economic context of the energy conversion, transmission and distribution. This will allow them to apply the knowledge to own problem statements. They will understand the working principle of different energy markets. The students will be enabled to assess complex investments and make investment decisions by means of economic efficiency calculations. Moreover, it can be applied to identify and assess optimization potentials.

The students will learn about the multitude of available power-to-X technologies and will be able to assess the different operational ranges and the associated limitations. The technical aspects, but also the associated costs will allow a thorough and detailed understanding of these future technologies. Based on the techno-economic parameters the students are enabled to assess the potentials of sector coupling of energy sector with mobility, heating and the chemical industry. In combination with the economic dimension the students will be able to make self-dependent assessments and decisions.

### Literatur

Modulname laut Prüfungsordnung			
Energy Economics and Sector Coupling			
Module title English			
Energy Economics and Sector Coupling			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Energy Economics and Sector Coupling			
Course title English			
Energy Economics and Sector Coupling			
Verantwortung			Lehreinheit
Wieland, Christoph			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
3	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zentrale Energiewandlung im Kraftwerk</li> <li>- Dezentrale Energiebereitstellung</li> <li>- Emissionsminderungstechnologien</li> <li>- CO<sub>2</sub>-Emissionsvermeidung</li> <li>- Strom- und Wärmegestehungskosten</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufkommen und Bedarf von Primärenergie</li> <li>- Bewertung von Energiewandlungsprozessen</li> <li>- Berechnung von spezifischen Emissionen</li> <li>- Berechnung von Strom- und Wärmegestehungskosten</li> <li>- Technologische und gesamtwirtschaftliche Bewertung von Energieversorgungsstrukturen</li> </ul>

Description / Content English
<ul style="list-style-type: none"> <li>- central energy conversion in power plants</li> <li>- decentral energy supply</li> <li>- emission reduction technologies</li> <li>- avoidance of CO<sub>2</sub>-emissions</li> <li>- levelised costs of electricity and heat</li> </ul>
Learning objectives / skills English

- quantity and demand of primary energy
- evaluation of energy conversion processes
- calculation of specific emissions
- calculation of generation costs for electricity and heat
- technological and overall economical evaluation of energy supply structures

### Literatur

Behr und Kabelac, Thermodynamik, 15. Auflage, Springer Vieweg ISBN 978-3-642-24160-4, 2012

Kalide und Sigloch, Energiewandlung in Kraft- und Arbeitsmaschinen 10. Auflage, Hanser ISBN 978-3-446-41779-3, 2010

BMWi - Energiedaten

Modulname laut Prüfungsordnung			
Fabrikplanung			
Module title English			
Factory Planing			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Fabrikplanung			
Course title English			
Factory Planing			
Verantwortung			Lehreinheit
Noche, Bernd; Goudz, Alexander			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>In der Vorlesung wird die Vielschichtigkeit der Fabrikplanung dargestellt. Aufbauend auf theoretischen Grundlagen wird ein grundlegendes Wissen vermittelt, das sowohl auf wissenschaftlichen Forschungs-ergebnissen als auch auf profunden praxisnahen Erfahrungen basiert. Die Vorlesung befasst sich mit dem unternehmensweiten Aufbau von Produktions- und Distributionssystemen. Vorgestellt werden gängige Steuerungsverfahren und Algorithmen in Verbindung mit Push- und Pull-Konzepten auf einer PPS- bzw. ERP-Ebene.</p> <p>Der Inhalt der Vorlesung besteht aus folgenden Kapiteln u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabrikplanung als ganzheitliche Aufgabe</li> <li>- Planungsgegenstände und Vorgehensweisen</li> <li>- Zielplanung und ihre Bestimmungsfaktoren</li> <li>- Projektmanagement in der Fabrikplanung</li> <li>- Festlegung der Datenbasis</li> <li>- Struktur- und Systemplanung</li> <li>- Bewertung von Varianten</li> <li>- Layoutplanung</li> <li>- Ausführungsplanung</li> <li>- Ausführung und örtliche Bauleitung</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden können die verschiedenen Planungsphasen der Fabrikplanung benennen und Vorgehens-weisen skizzieren. Sie sind fähig die konkreten Aufgabenstellungen zu identifizieren und Lösungswege aufzuzeigen. Sie können vorgegebene Aufgaben lösen und Layouts gestalten. Sie sind in der Lage systematisch Systeme auszuwählen und Wechselbeziehungen zwischen Funktionsbereichen aufzuzeigen. Darüber hinaus sind sie fähig eine Synthese der verschiedenen Planungsanforderungen herzustellen und Systemlösungen zu bewerten.</p>

Description / Content English
-------------------------------

The lecture presents the complexity of factory planning. Building on theoretical foundations, fundamental knowledge is imparted that is based on both scientific research results and profound practical experience. The lecture deals with the company-wide structure of production and distribution systems. Common control methods and algorithms are presented in conjunction with push and pull concepts at a PPS or ERP level.

The lecture contains of the following chapters:

- Factory planning as a holistic task
- Planning objects and procedures
- Target planning and its determinants
- Project management in factory planning
- Definition of the database
- Structural and system planning
- Evaluation of variants
- Layout Planning
- Detailed design
- Execution and local construction site management

### **Learning objectives / skills English**

Students can name the various planning phases of factory planning and outline procedures. They are able to identify specific tasks and demonstrate solutions. They can solve given tasks and design layouts. They are able to systematically select systems and demonstrate interrelationships between functional areas. In addition, they are able to synthesize the various planning requirements and evaluate system solutions.

### **Literatur**

Wiendahl, H.-H; Reichardt, J.; Nyhuis, P. (2023). Handbuch Fabrikplanung: Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten. München: Hanser.

Ramin K., Diego G., Uday K. (2023). AI factory : theories, applications and case studies. ICT in Asset Management Series; First edition.

Grundig, C.G. (2018). Fabrikplanung: Planungssystematik - Methoden – Anwendungen. Hanser.

Burggräf, P.; Schuh, G. (2021). Fabrikplanung: Handbuch Produktion und Management 4. Springer Berlin / Heidelberg.



Modulname laut Prüfungsordnung			
Fahrzeugdynamik			
Module title English			
Vehicle Dynamics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Fahrzeugdynamik			
Course title English			
Vehicle Dynamics			
Verantwortung			Lehreinheit
Bruckmann, Tobias			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Innerhalb der Fahrzeugdynamik werden verschiedene Modellierungsansätze vorgestellt und hergeleitet, um die Dynamik von Kraftfahrzeugen zu beschreiben. Dazu zählen das lineare Einspurmodell, das nichtlineare Einspurmodell und das Zweispurmodell ohne und mit kinematischen Radaufhängungen. Desweiteren werden verschiedene Reifenmodelle vorgestellt, die für den Reifen-Straßen-Kontakt benötigt werden. Hierbei werden auch verschiedene Kenngrößen des Fahrwerks erläutert.</p> <p>Final wird die Mehrkörpersimulation von Fahrzeugen am Computer demonstriert. Durch die Software Adams/Car werden verschiedene Fahrmanöver simuliert und graphisch veranschaulicht.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden sind fähig,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grundlegende Begriffe der Fahrzeugdynamik zu erklären</li> <li>- die dynamischen Kenngrößen von Fahrzeugen zu bestimmen</li> <li>- selbst Simulationsmodelle für Fahrzeuge zu erstellen</li> <li>- vorhandene Software zur Fahrzeugsimulation anzuwenden und die Ergebnisse zu bewerten</li> </ul>

Description / Content English
<p>Within vehicle dynamics different modeling approaches are presented and derived to describe the dynamics of vehicles. These include the linear single-track model, the nonlinear single-track and twin-track model with and without kinematic suspensions. Furthermore, various tire models will be presented, which are needed for the tire-road contact. Here, various parameters of the suspension will be explained.</p> <p>Final the multi-body simulation is demonstrated on the computer. With the software Adams/Car different maneuvers are simulated and graphically illustrated.</p>
Learning objectives / skills English

The Students are able to

- explain the fundamental definitions of vehicle dynamics
- determine the dynamic properties of vehicles
- develop simulation models of vehicles
- use available software for vehicle simulation and evaluate the results

## Literatur

Schramm, D., Bardini, R., Hiller, M.: Modellbildung und Simulation der Dynamik von Kraftfahrzeugen. Springer-Verlag 2018

Blundell, M.: The Multibody Systems Approach to Vehicle Dynamics. SAE, 2004

Willumeit: Modelle und Modellierungsverfahren in der Fahrzeugdynamik. Teubner, 1999

Gillespie, Th.: Fundamentals of Vehicle Dynamics. SAE, 1992

Modulname laut Prüfungsordnung			
Fahrzeugtechnik			
Module title English			
Vehicle Technology			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Fahrzeugtechnik			
Course title English			
Vehicle Technology			
Verantwortung			Lehreinheit
Schramm, Dieter			MB
Kreditpunkte	Turnus		Sprache
5	SoSe		D
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

### Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Fahrzeugtechnik ist heute eines der wichtigsten Technologiefelder, in dem Mechatronik als Entwicklungskonzept für technische Produkte umgesetzt wird. Das Automobil bildet dabei ein mechatronisches Gesamtsystem, das neben mechanischen Teilsystemen wie Fahrwerk oder Antriebsstrang auch viele nichtmechanische Systemkomponenten wie Regler, Sensoren, Bremshydraulik sowie die gesamte Informationsverarbeitung umfasst. Vor diesem Hintergrund ergibt sich für die Vorlesung folgende inhaltliche Gliederung: Grundlagen der Fahrzeugmechanik; Modellierung der Fahrzeugkomponenten (Rad-Fahrbahn-Kontakt, elektrischer und verbrennungsmotorischer Antriebsstrang); Modellierung der Längs-, Quer- und Vertikaldynamik eines Kraftfahrzeugs mit besonderem Schwerpunkt auf dem linearen Einspurmodell; Anwendungen der Fahrdynamiksimulation auf verschiedene konkrete Fragestellungen der Fahrzeugsystemtechnik; Einführung in die Funktion und Entwicklung von Fahrdynamikregelsystemen (wie z.B. ABS, ASR, ESP). Einführung in die Funktion und Entwicklung von Fahrdynamikregelsystemen (wie ABS, ASR, ESP, ACC) und Fahrerassistenzsystemen.

### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden kennen und verstehen den Aufbau, die Funktion und das Zusammenwirken der Systeme und Komponenten eines Kraftfahrzeugs.

### Description / Content English

Today, automotive engineering is one of the most important fields of technology in which mechatronics is implemented as a development concept for technical products. The automobile is an overall mechatronic system that includes not only mechanical subsystems such as the chassis or the drive train, but also many non-mechanical system components such as controllers, sensors, brake hydraulics, and the entire information processing. With this background, the lecture is structured as follows: Fundamentals of vehicle mechanics; Modeling of vehicle components (wheel-road contact, electric and combustion engine powertrain); Modeling of longitudinal, lateral and vertical dynamics of a motor vehicle with special emphasis on the linear single-track model; Applications of vehicle dynamics simulation to various concrete problems in vehicle systems engineering; Introduction to the function and development of vehicle dynamics control systems (such as ABS, ASR, ESP). ABS, ASR, ESP, ACC) and driver assistance systems.

### **Learning objectives / skills English**

Students have knowledge and understanding of the design, functions, and interaction of vehicle systems and components.

### **Literatur**

Eigenes Manuskript/Foliensatz

Schramm, D. et al.: Fahrzeugtechnik. Technische Grundlagen aktueller und zukünftiger Kraftfahrzeuge. De Gruyter Oldenbourg, 2017

Schramm, D. et al.: Vehicle Dynamics. Springer Verlag, 2018 (also available in German and Chinese)

Schramm, D. et.al.: Vehicle Technology. De Gruyter Oldenbourg, 2018

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Fehlerdiagnose und Fehlertoleranz in technischen Systemen			
<b>Module title English</b>			
Fault Diagnosis and Fault Tolerance in Technical Systems			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Fehlerdiagnose und Fehlertoleranz in technischen Systemen</b>			
<b>Course title English</b>			
Fault Diagnosis and Fault Tolerance in Technical Systems			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Ding, Steven			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>		<b>Sprache</b>
5	SoSe		E
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Hohe Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit spielen in der Automatisierungstechnik eine wichtige Rolle. Schlüsseltechnologien sind Fehlerdiagnose sowie fehlertolerante Systeme. Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung werden statistische, daten-basierte und modellgestützte Methoden zur Fehlerdiagnose und zur fehlertoleranten Regelung sowie die erforderlichen Entwurfsalgorithmen und Tools vorgestellt.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden sollen in der Lage, statistische, daten-basierte und modellgestützte Methoden zur Fehlerdiagnose und zur fehlertoleranten Regelung anzuwenden.

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

A very critical and important issue concerning the design of automatic control systems with increasing complexity is to guarantee a high system performance over a wide operating range and meeting the requirements on system reliability and dependability. As one of the key technologies for the problem solution, advanced fault detection and identification (FDI) technology and fault tolerant systems (FTC) are receiving considerable attention. The objective of this course is to introduce basic model based FDI and fault tolerant schemes, advanced analysis and design algorithms and the needed tools.

The course consists of 6 parts.

Part I: Basic fault detection problems and the associated solutions.

The following two topics are addressed in this part:

- Basic statistical methods for change/fault detection
- Basic deterministic methods for change/fault detection

Part II: Basic data-driven methods

The following two topics are addressed:

- Basic data-driven methods for statistic processes
- A basic data-driven method for deterministic processes

Part III: model-based FDI methods

- Two essential problems
- Essentials: Modelling and residual generation
- Fault detection in stochastic systems
- Fault detection in deterministic systems

Part IV: Data-driven design of dynamic FDI systems

- Subspace identification technique (SIT) aided design of observer-based FDI systems

Part V: Fault isolation and identification schemes

- Basic isolation and identification methods
- Methods to a structural fault isolation (for dynamic processes)

Part VI: Fault-tolerant systems

### **Learning objectives / skills English**

The students should be able to apply statistical, data-driven and model-based FDI and FTC methods to real cases.

### **Literatur**

Steven X. Ding, Model-based fault diagnosis techniques, Springer-Verlag, 2008.  
Selected publications in leading international journals.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Fertigungstechnik			
Module title English			
Manufacturing Technology			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Fertigungstechnik			
Course title English			
Manufacturing Technology			
Verantwortung			Lehreinheit
Kleszczynski, Stefan			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Diese Vorlesung beschäftigt sich mit den Grundlagen der Fertigungstechnik. Nach einer Einführung in die Thematik, bei der die grundlegenden Begriffe erörtert werden, erfolgt eine Einteilung der Fertigungsverfahren nach DIN 8580 mit den Schwerpunkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Urformen</li> <li>- Umformen</li> <li>- Trennen mit geometrisch bestimmter/unbestimmter Schneide</li> <li>- Beschichten</li> <li>- Stoffeigenschaftsändern</li> </ul> <p>Zudem werden Einblicke in die Bereiche Planung, Informations- und Materialfluss in Fertigung und Montage vermittelt.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Nach dem Besuch der Vorlesung Fertigungstechnik sind die Studierenden in der Lage, die Vielzahl der unterschiedlichen Fertigungsverfahren zu bewerten und hinsichtlich ihrer Eignung und ihres Einsatzes auszuwählen.</p>

Description / Content English
<p>This lecture deals with the basics of manufacturing technology. After an introduction to the topic, providing the basic terms and definitions, manufacturing methods are classified due to DIN 8580 with special focus on the following key categories:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- primary shaping</li> <li>- forming</li> <li>- chipping with geometrically defined/undefined blades</li> <li>- coating</li> <li>- modifying the substance properties</li> </ul> <p>In addition, insights into the fields of planning, as well as flow of information and material in manufacturing and assembling are provided.</p>
Learning objectives / skills English

After attending the lecture „Fertigungstechnik“ the students are able to distinguish between different manufacturing methods and to choose one according to their suitability for use in production.

### Literatur

- [1] Witt u.a., Taschenbuch der Fertigungstechnik. Carl Hanser Verlag 2006
- [2] Westkämper, Warnecke, Einführung in die Fertigungstechnik. 6., neu bearb. Aufl. Teubner-Verlag 2004
- [3] König, Fertigungsverfahren, Band 1-5. VDI Verlag Düsseldorf
- [4] Spur, Stöferle, Handbuch der Fertigungstechnik, Band 1-6. Carl Hanser Verlag
- [5] Eversheim, Organisation in der Produktionstechnik, Band 1-4. VDI Verlag Düsseldorf 1998



**Modulname laut Prüfungsordnung**

Finite Element Method 1

**Module title English**

Finite Element Method 1

**Kursname laut Prüfungsordnung****Finite Element Method 1****Course title English**

Finite Element Method 1

**Verantwortung**

el Moctar, Bettar Ould

**Lehreinheit**

MB

**Kreditpunkte**

5

**Turnus**

WiSe

**Sprache**

E

**SWS Vorlesung**

1

**SWS Übung**

2

**SWS Praktikum/Projekt****SWS Seminar****Studienleistung****Prüfungsleistung**

Klausur

**Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Methode der finiten Elemente (FEM) hat sich zum Standardwerkzeug der Festigkeitslehre entwickelt. Die Vorlesung gibt einen Einblick in die theoretischen Grundlagen der Methode. Den Hauptteil der Lehrveranstaltung bilden Rechenübungen und selbstständig zu bearbeitende praktische Aufgaben am Computer. Dabei werden ausgewählte Probleme der Festigkeitslehre mit dem FE-Programmsystem Z88Aurora bearbeitet. Der Schwerpunkt liegt bei der Behandlung linearer, statischer Probleme.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Lehrveranstaltung stellt das Verständnis für die grundlegenden mathematischen Methoden zur Behandlung von linearen Problemen her. Die Studierenden sind in der Lage, die geeignete Finite Elemente Formulierung vorzunehmen, um eine Fragestellung aus linearer Elastostatik selbständig zu definieren und zu lösen.

**Description / Content English**

The Finite Element Method (FEM) has become the standard tool in mechanics of materials. The lecture provides a brief introduction into the theoretical foundations of the method. The main part of the course consists of calculated exercises and practical problems to be worked on independently using a computer. Selected problems of mechanics of materials are solved using the FE software system Z88Aurora. Special emphasis is given to linear, static problems.

**Learning objectives / skills English**

The course provides an understanding of the basic mathematical methods for the treatment of linear problems. The participants are able to apply an appropriate finite element formulation to define and resolve independently questions from the linear elastostatics.

**Literatur**

Klein: FEM, Grundlagen und Anwendungen der Finite-Element-Methode im Maschinen- und Fahrzeugbau, Springer  
Zienkiewicz: Methode der finiten Elemente. Hanser Verlag  
Zienkiewicz, Taylor: The Finite Element Method. McGraw-Hill  
Gross, Hauger, Schnell, Wriggers: Technische Mechanik. Band 4: Hydromechanik, Elemente der Höheren Mechanik, Numerische Methoden. Springer  
Betten: Finite Elemente für Ingenieure 1. Grundlagen, Matrixmethoden, Elastisches Kontinuum. Springer

Modulname laut Prüfungsordnung			
Functional Safety			
Module title English			
Functional Safety			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Functional Safety			
Course title English			
Functional Safety			
Verantwortung			Lehreinheit
Söffker, Dirk			MB
Kreditpunkte	Turnus		Sprache
5	WiSe		E
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Studierenden werden mit den nachfolgenden Zusammenhängen vertraut gemacht (auch wenn sie in nachfolgenden unterschiedlichen Einzelveranstaltungen wiederholt und vertieft werden):</p> <p>Rechtliche Zusammenhänge und Normen über verschiedene Industriebereiche hinweg beginnend mit Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und Produktsicherheitsgesetz</p> <p>Zugehörige Begriffe und Methoden: Begriffe (Fehler, Ausfall, Versagen), Systematische und zufällige Fehler, Risikobeurteilung, Fehlermodelle, Ausfallraten, Common-Mode-Error, Anforderungen an Fehlererkennungs- und Diagnosemethoden, Beschreibung von Anforderungen SIL, ASIL, PFD, PFH bzw. POD, DR, FAR im Kontext von Diagnosemethoden Methoden zur Ausfall- und Risikominimierung sowie Funktionsabsicherung Funktionale Sicherheit nach IEC 61508, EN 62061 und EN ISO 13849 Entwicklungs- und Verifikationsmethodik für den automatisierungstechnischen Kontext nach IEC 61508</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden erlernen im Kontext technischer Systeme die Notwendigkeit, Begriffe, Normensysteme und Methoden zur Analyse und Beschreibung von Gefährdung, Risiko, Zuverlässigkeit und Sicherheit. Die Studierenden erlernen entsprechende Anforderungen zu stellen, Methoden zur Analyse und Beschreibung z. B. zur Nachweisführung anzuwenden sowie Zusammenhänge zur Produktentwicklung und zum Risikomanagement aufzuzeigen.</p> <p>Die Studierenden sind insbesondere mit den Normensystemen (z. B. IEC IEC 61508, EN 62061 und EN ISO 13849) vertraut, kennen die Zusammenhänge zur Automatisierungstechnik.</p>

Description / Content English
-------------------------------

The students become familiar with the following contexts (even if they are repeated and deepened in different following lectures):

Legal relationships and standards across different industrial sectors starting with Machinery Directive 2006/42/EG and the Product Safety Act.

Associated Terms and Methods: Terms (error, failure, malfunction), Systematic and Random Errors, Risk Assessment, Error Models, Failure Rates, Common-Mode Error, Requirements for Error Detection and Diagnostic Methods, Description of Requirements SIL, ASIL, PFD, PFH or POD, DR, FAR in the context of diagnostic methods

Methods for failure and risk minimization as well as securing functionality

Functional safety according to IEC 61508, EN 62061, and EN ISO 13849

Development and verification methodology for the automation context according to IEC 61508

### **Learning objectives / skills English**

In the context of technical systems, students learn the necessity to use terms, standards systems and methods to analyze and describe hazards, risk, reliability, and safety. The students learn to define appropriate requirements, methods for analysis and description, e.g. to use procedures for verification management and to show connections to product development and risk management.

In particular, students are familiar with the standards systems (e.g. IEC 61508, EN 62061, and EN ISO 13849) and with the relationships to automation technology.

### **Literatur**

Norm IEC 61508

Bertsche, B. et al.: Zuverlässigkeit mechatronischer Systeme, Springer 2009

Verma, A.K. et al.: Reliability and Safety Engineering, Springer, 2009

Halang, W.A. (Hrsg.): Funktionale Sicherheit, Springer, 2013

Nanda, M. et al. (Eds.): Formal Methods for Safety and Security -

Case Studies for Aerospace Applications, Springer, 2018

Braband, J.: Funktionale Sicherheit. In: Fendrich, L.; Fengler, W. (Hrsg.)

Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Springer, 2019

Gilbert, G. et al. (Eds.): Safety Cultures, Safety

Models - Taking Stock and Moving Forward, Springer, 2019

Keller, H.B. et al. (Eds.): Technical Safety –

An Attribute of Quality - An Interdisciplinary Approach and Guideline, Springer, 2018

Modulname laut Prüfungsordnung			
Gas Dynamics			
Module title English			
Gas Dynamics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Gas Dynamics			
Course title English			
Gas Dynamics			
Verantwortung			Lehreinheit
Kempf, Andreas Markus; Wlokas, Irenäus			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur und Projektarbeit			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Strömung kompressibler Fluide (Gase) ist von hoher technischer Relevanz in vielen Bereichen des Anlagenbaus, Energietechnik, sowie Luft- und Raumfahrt. Die Berechnung von Druckverlusten, Strömungskräften und Wellenausbreitung unterscheidet sich zum Teil erheblich, abhängig von der Strömungsgeschwindigkeit. Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Modellierung kompressibler Strömung für stationäre und instationäre Probleme.</p> <p>1. Grundlagen Einführung und Anwendungsbeispiele, Definitionen und Nomenklatur, Grundlagen der Thermodynamik, Erhaltungsgesetze der Kontinuumsmechanik, Eigenschaften idealer Gase, dimensionslose Kennzahlen</p> <p>2. Eindimensionale Stromfadentheorie Bilanzgleichungen für einen Stromfaden, Staupunktströmung, Ausströmung aus einem Tank/Behälter, reibungsfreie Düsenströmung, stationärer Verdichtungsstoß, viskose Strömung durch Rohre</p> <p>3. Eindimensionale Wellenausbreitung Herleitung der Gleichungen, lineare Wellenausbreitung, nichtlineare Wellenausbreitung, das Stoßrohr, das Riemann-Problem, Analogie zur Strömung in offenen Gerinnen</p> <p>4. Verbrennung und Detonation Grundlagen der Verbrennung, Rayleigh-Gleichung, Rankine-Hugoniot-Gleichung, p,v-Diagramm, Grenzfälle, Modelle für Detonationswellen und Strukturen</p> <p>5. Lösungsmethoden Arten partieller Differentialgleichungen, Modellgleichungen, analytische Lösungsmethoden, numerische Lösungsmethoden</p> <p>6. Wiederholung</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Erweiterte Kenntnisse der Strömungsmechanik. Vertieftes Verständnis für die praktische Anwendung von Berechnungsmethoden in der Auslegung von Leitungen und Armaturen.

Description / Content English
-------------------------------

The flow of compressible fluids (gases) is of high technical relevance in many areas of plant engineering, energy technology, as well as aerospace. The calculation of pressure losses, flow forces, and wave propagation differs significantly in some cases, depending on the flow velocity. The lecture covers the fundamentals of modeling compressible flow for both steady and unsteady problems.

1. Basics

Introduction and application examples, definitions and nomenclature, basics of thermodynamics, conservation laws of continuum mechanics, properties of ideal gases, dimensionless quantities

2. One-dimensional stream tube theory

Balance equations for a stream tube, stagnation point flow, outflow from a tank/vessel, inviscid nozzle flow, steady state compression shock, viscous flow through pipes

3. One-dimensional wave propagation

Derivation of the equations, linear wave propagation, non-linear wave propagation, the shock tube, the Riemann problem, analogy to flow in open channels

4. Combustion and detonation

Basics of combustion, Rayleigh equation, Rankine-Hugoniot equation,  $p,v$ -Diagram, limiting cases, models for detonation waves and structures

5. Solution methods

Types of partial differential equations, model equations, analytical solution methods, numerical solution methods

6. Repetition

### Learning objectives / skills English

Advanced knowledge of fluid mechanics. In-depth understanding of the practical application of calculation methods in the design of pipelines and fittings.

### Literatur

Über Moodle zur Verfügung gestelltes Material

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Grundlagen autonomer Fahrzeugsysteme			
<b>Module title English</b>			
Fundamentals of autonomous vehicles			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
Grundlagen autonomer Fahrzeugsysteme			
<b>Course title English</b>			
Fundamentals of autonomous vehicles			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Schramm Nachfolge			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			
<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>			

#### Einführung in autonome Fahrzeugsysteme

- Definition und Klassifikation autonomer Systeme (Land & Wasser)
- Historische Entwicklung und aktuelle Anwendungen
- Gesetzliche und ethische Rahmenbedingungen

#### Sensorik (Sensing) und Wahrnehmung (Perception)

- Sensing: Multisensorfusion (z. B. Lidar, Radar, Kameras, GNSS, IMU, Sonar)
- Sensing: Datenverarbeitung und Objekterkennung
- Sensing: Sensorintegration in Fahrzeugarchitekturen
- Perception: Was ist Wissen und wie kann es verwendet werden?
- Perception: Wahrnehmung als Verknüpfung von Sensing und Wissen

#### Lokalisierung und Kartierung (SLAM & GNSS-basierte Navigation), Trajektorienplanung und Bahnregelung

- Prinzipien der Fahrzeuglokalisierung
- Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) für Land- und Wasserfahrzeuge
- Nutzung von GNSS, Differentielles GPS, und alternative Methoden
- Pfadplanung: Graph-basierte Algorithmen (A\*, Dijkstra)
- Kollisionsvermeidung & dynamische Umfeldanpassung

#### Anwendung Künstlicher Intelligenz & Maschinelles Lernen in autonomen Fahrzeugen

- Deep Learning für Objekterkennung und Szenenverständnis
- Reinforcement Learning für Fahrstrategien
- Vergleich regelbasierter und KI-gesteuerter Entscheidungsfindung

#### Kommunikation und Vernetzung, Sicherheitskritische Systeme & Fehlermanagement

- Vehicle-to-Vehicle (V2V) und Vehicle-to-Infrastructure (V2I) Kommunikation
- Autonome Schifffahrt und digitale Wasserstraßen
- Cybersicherheit und Datenschutz in vernetzten Fahrzeugen
- Redundanz und Ausfallsicherheit
- Entscheidungsfindung in sicherheitskritischen Situationen
- Mensch-Maschine-Interaktion und Übergabeprotokolle

#### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Studierenden lernen und sind in der Lage mit folgenden Sachverhalten umzugehen:

- Verstehen technischer Grundlagen autonomer Land- und Wasserfahrzeuge
- Analyse und Bestimmung vorhandener und notwendiger
- Sensorik, Aktorik und Algorithmen zum Verhalten und zur Navigation
- Bewertung sicherheitskritischer Aspekte sowie der Interaktion mit der Umgebung
- Diskussion aktueller Forschungsansätze und industrieller Anwendungen

#### Description / Content English



#### Introduction to autonomous vehicle systems

- Definition and classification of autonomous systems (land & water)
- Historical development and current applications
- Legal and ethical framework conditions

#### Sensing and perception

- Sensing: multi-sensor fusion (e.g. lidar, radar, cameras, GNSS, IMU, sonar)
- Sensing: data processing and object recognition
- Sensing: Sensor integration in vehicle architectures
- Perception: What is knowledge and how can it be used?
- Perception: Perception as a link between sensing and knowledge

#### Localization and mapping (SLAM & GNSS-based navigation), trajectory planning and path control

- Principles of vehicle localization
- Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) for land and water vehicles
- Use of GNSS, Differential GPS, and alternative methods
- Path planning: Graph-based algorithms (A\*, Dijkstra)
- Collision avoidance & dynamic environment adaptation

#### Application of artificial intelligence & machine learning in autonomous vehicles

- Deep learning for object recognition and scene understanding
- Reinforcement learning for driving strategies
- Comparison of rule-based and AI-driven decision-making

#### Communication and networking, safety-critical systems & fault management

- Vehicle-to-vehicle (V2V) and vehicle-to-infrastructure (V2I) communication
- Autonomous shipping and digital waterways
- Cybersecurity and data protection in connected vehicles
- Redundancy and reliability
- Decision-making in safety-critical situations
- Human-machine interaction and handover protocols

#### Learning objectives / skills English

Students learn and are able to deal with the following issues:

- Understand the technical fundamentals of autonomous land and water vehicles
- Analyze and determine existing and necessary sensors, actuators, and algorithms for behavior and navigation
- Evaluating safety-critical aspects and interaction with the environment
- Discussion of current research approaches and industrial applications

#### Literatur

- Siegwart, R., Nourbakhsh, I.R., Scaramuzza, D. (2011): Introduction to Autonomous Mobile Robots, 2nd Edition, MIT Press.  
→ Standardwerk zur autonomen Mobilität mit Schwerpunkt auf Robotik und Sensorik.
- Paden, B., Cap, M., Yong, S.Z., Yershov, D., Frazzoli, E. (2016): A Survey of Motion Planning and Control Techniques for Self-Driving Urban Vehicles, IEEE Transactions on Intelligent Vehicles.  
→ Überblick über Pfadplanung und Regelung in autonomen Fahrzeugen.
- Hobbs, C., Roe, M. (2018): Autonomous Ships and the Law, Routledge.  
→ Regulatorische und ethische Aspekte autonomer Schifffahrt.
- Thrun, S., Burgard, W., Fox, D. (2005): Probabilistic Robotics, MIT Press.  
→ Detaillierte Einführung in Sensorfusion und probabilistische Modelle für Robotik und autonome Systeme.
- Choset, H., Lynch, K.M., Hutchinson, S., Kantor, G., Burgard, W., Kavraki, L.E., Thrun, S. (2005): Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementations, MIT Press.  
→ Sensorfusion, SLAM und Bahnplanung für mobile Systeme.
- Ma, L., Zhang, Z., Cao, Y., et al. (2020): Deep Learning-Based Object Detection for Autonomous Driving: A Review, IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems.  
→ Anwendung von Deep Learning für Objekterkennung in autonomen Fahrzeugen.
- Rajamani, R. (2012): Vehicle Dynamics and Control, Springer.  
→ Grundlagen der Fahrdynamik und Regelung für Landfahrzeuge.
- Fossen, T.I. (2011): Handbook of Marine Craft Hydrodynamics and Motion Control, Wiley.  
→ Regelung und Steuerung autonomer Wasserfahrzeuge.
- Snider, J.M. (2009): Automatic Steering Methods for Autonomous Automobile Path Tracking, Carnegie Mellon Robotics Institute.  
→ Überblick über Trajektorienplanung und Steuerungsalgorithmen.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. (2016): Deep Learning, MIT Press.  
→ Grundlagen des Deep Learning, wichtig für Objekterkennung und Entscheidungsfindung.
- Russell, S., Norvig, P. (2021): Artificial Intelligence: A Modern Approach, Pearson.  
→ Standardwerk zur KI, inklusive Entscheidungsfindung für autonome Systeme.
- Kuutti, S., Fallah, S., Katsaros, K., Dianati, M., McAree, O., Jarvis, P. (2020): A Survey of Deep Learning Applications to Autonomous Vehicle Control, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems.  
→ Überblick über KI-Methoden für die Fahrzeugsteuerung.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Heiztechnologien und Wärmebereitstellung			
Module title English			
Heating technologies und heat supply			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Heiztechnologien und Wärmebereitstellung			
Course title English			
Heating technologies und heat supply			
Verantwortung			Lehreinheit
Wieland, Christoph			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1		2	
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Versuchsauswertung, Bericht, Präsentation			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Transformation des Wärmesektors ist eine der bedeutendsten Herausforderungen der Energiewende. Künftige Ingenieur:Innen müssen ein grundlegendes Verständnis für eine Vielzahl an Technologien zur Wärmebereitstellung entwickeln, darunter Gasbrennwertthermen, Biomassefeuerungen, elektrische Heizer und Wärmepumpen. Neben der Bedienung und der Einstellung solcher Anlagen, spielen die Grundlagen der Wärmebereitstellung entscheidende Rollen. So bedarf es einem vertieften Verständnis der Grundlagen der Verbrennungsrechnung und die Fähigkeit zur Messung von Emissionen.</p> <p>Durch das Praktikum und die einzelnen Versuche wird das Wissen dabei anwendungsnah und nachhaltig im Selbststudium aber auch im Team erarbeitet. So können praktische Erfahrungen und handwerkliche Fertigkeiten ausgebaut werden, zudem fördert das Praktikumskonzept die Zusammenarbeit von Theorie und Praxis durch Simulationsbausteine.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden lernen das Bilden von Energiebilanzen, sowie die Bestimmung von Verlusten und Wirkungsgraden. Dabei werden aus den Experimenten gewonnene Messdaten ausgewertet.</p> <p>Die Durchführung von eigenständigen Messungen, u.a. der Emissionsmessung, wird gelernt und die Bedeutung von Messfehlern verinnerlicht.</p> <p>Auch sollen, mit Blick auf Power-to-Heat Anlagen (u.a. Wärmepumpen), mögliche Einsatzszenarien und Geschäftsmodelle anhand des Strommarktes veranschaulicht werden.</p> <p>Die Studierenden lernen Heizungsregelungssysteme kennen und die richtige Parametrierung vorzunehmen, um so Technologien im Bestand optimieren zu können.</p>

Description / Content English
-------------------------------

The energy transition in the heating sector is one of the most important challenges of today's "Energiewende". Future engineers need to have a fundamental understanding of a multitude of different technologies to supply our heat demand. Amongst these technologies are gas boilers, biomass firing systems, electric heaters and heat pumps. Besides the operation and the adjustment of such systems, the engineers need to have a solid understanding of the fundamentals. This comprises a basic understanding of the combustion calculations and the ability to execute representative measurements, of e.g. the emissions during start-up.

Moreover, this practical laboratory training course conveys the knowledge with a variety of individual exercises/appointments. The new knowledge is consolidated either individually in self-study or in teamwork. It allows to enhance practical and hands-on experiences. Moreover, the concept fosters the combinations between theory and practice by means of simulations.

#### **Learning objectives / skills English**

The students will learn to apply the energy conservation as well as to determine losses and efficiencies. This will be based on the evaluation of measurements from experiments within this course.

The execution of original measurements, i.e. emissions, will be performed and the meaning of measurement errors will be understood.

Beyond this, the laboratory training course will allow to evaluate business models and operational scenarios for power-to-heat technologies (incl. heat pumps) based on energy market data.

The students will learn to parametrize the control of heating systems and the correct settings in order to allow the technology optimization of existing systems.

#### **Literatur**

**Modulname laut Prüfungsordnung**

Hochautomatisiertes Fahren und alternative Antriebssysteme

**Module title English**

Highly automated driving and alternative drive systems

**Kursname laut Prüfungsordnung****Hochautomatisiertes Fahren und alternative Antriebssysteme****Course title English**

Highly automated driving and alternative drive systems

**Verantwortung**

Sieberg, Philipp

**Lehreinheit**

MB

**Kreditpunkte**

5

**Turnus**

WiSe

**Sprache**

D

**SWS Vorlesung**

2

**SWS Übung**

1

**SWS Praktikum/Projekt****SWS Seminar****Studienleistung****Prüfungsleistung**

Klausur

**Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Entwicklungen in der Fahrzeugsystemtechnik konzentrieren sich in zunehmendem Maße auf die Bereiche Elektromobilität, Fahrerassistenz und (hoch-)automatisiertes Fahren. Diese Themen werden in der Vorlesung ausführlich behandelt.

Der Begriff Elektromobilität umfasst dabei einerseits rein batterieelektrische Fahrzeuge, andererseits aber auch teilelektrifizierte Hybridantriebe sowie mögliche Energiespeichersysteme und Ladetechniken. Darüber hinaus werden neben alternativen Primärantrieben auch die Potenziale des konventionellen Verbrennungsmotors, auch mit alternativen Kraftstoffen, dargestellt.

Im Bereich des (hoch-)automatisierten Fahrens werden neben den technischen Grundlagen auch der aktuelle Stand der Einführung und die verkehrlichen Auswirkungen entsprechend ausgestatteter Fahrzeuge behandelt.

Darüber hinaus werden die Themen Gesamtfahrzeugentwicklung und Car2X-Kommunikation behandelt.

Neben den technischen Grundlagen liegt ein Schwerpunkt auf den Auswirkungen der neuen Technologien auf den Fahrzeugverkehr und deren Umweltauswirkungen.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studenten haben einen fundierten Überblick über den aktuellen Entwicklungsstand der Kraftfahrzeugtechnik sowie über zukünftige Entwicklungspotentiale. Sie kennen und verstehen den technischen Aufbau, die Funktion und das Zusammenwirken neuartiger Systeme und Komponenten eines Kraftfahrzeugs sowie die Auswirkungen neuer Technologien auf den Fahrzeugverkehr und die Umwelt.

**Description / Content English**

Developments in vehicle systems engineering are increasingly focusing on the areas of electromobility, driver assistance, and (highly) automated driving. These topics are covered in detail in the lecture.

The term electromobility includes, on the one hand, purely battery electric vehicles but, on the other hand, also partially electrified hybrid drives, as well as possible energy storage systems and charging technologies. Furthermore, in addition to alternative primary drives, the potentials of the conventional combustion engine, also with alternative fuels, are presented. In the area of (highly) automated driving, the current status of introduction and the traffic effects of correspondingly equipped vehicles will be dealt with in addition to the technical fundamentals.

In addition, the topics of complete vehicle development and Car2X communication will be covered.

In addition to the technical fundamentals, a focus is on the impact of the new technologies on vehicle traffic and their environmental impact.

### **Learning objectives / skills English**

The students have a sound overview of the current state of development of automotive technology as well as future development potentials. They know and understand the technical structure, function and interaction of novel systems and components of a motor vehicle as well as the impact of new technologies on vehicle traffic and the environment.

### **Literatur**

Eigenes Manuskript/Foliensatz

Schramm, D. et al.: Fahrzeugtechnik. Technische Grundlagen aktueller und zukünftiger Kraftfahrzeuge. De Gruyter Oldenbourg, 2017

Schramm, D. et al.: Vehicle Dynamics. Springer Verlag, 2018 (also available in German and Chinese)

Schramm, D. et.al.: Vehicle Technology. De Gruyter Oldenbourg, 2018

Modulname laut Prüfungsordnung			
Hydrodynamics of sustainable maritime systems 2			
Module title English			
Hydrodynamics of sustainable maritime systems 2			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Hydrodynamics of sustainable maritime systems 2			
Course title English			
Hydrodynamics of sustainable maritime systems 2			
Verantwortung			Lehreinheit
el Moctar, Bettar Ould; Neugebauer, Jens			MB
Kreditpunkte	Turnus		Sprache
5	WiSe		E
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		1
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Vorlesung befasst sich mit der speziellen Aspekten der Hydrodynamik nachhaltiger maritimer Systeme. In diesem Zusammenhang werden insbesondere Inhalte zu den spezifischen Eigenschaften und Wirkungsweisen verschiedener Propulsionssysteme vermittelt, die zur Auswahl geeigneter Propulsionssysteme vor dem Aspekt der wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit genutzt werden können. Es werden detaillierte Kenntnisse zur Propellertheorie und der Hydrodynamik von Propulsionsorganen vermittelt.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind fähig, die Hydrodynamik von Propulsionsorganen zu erklären, sowie die gängigen Werkzeuge zu deren Auslegung anzuwenden.

Description / Content English
The lecture deals with specific hydrodynamic aspects of sustainable maritime systems. In this context, specific knowledge is conveyed on the particular properties and modes of operation of various propulsion systems. Implications on the selection of suitable propulsion systems based on economic and sustainability considerations are given. Detailed knowledge is provided on propeller theory and the hydrodynamics of propulsion devices.
Learning objectives / skills English
The students are able to explain the hydrodynamics of propulsion systems as well as to apply the common tools for their design.

Literatur
J. S. Carlton: Marine Propellers and Propulsion, Butterworth-Heinemann, 2007 V. Bertram: Practical Ship Hydrodynamics, Butterworth-Heinemann, 2000

Modulname laut Prüfungsordnung			
Industrial Engineering			
Module title English			
Industrial Engineering			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Industrial Engineering			
Course title English			
Industrial Engineering			
Verantwortung			Lehreinheit
Noche, Bernd; Goudz, Alexander; Marrenbach, Frank			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			1
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Themenschwerpunkte der Veranstaltung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Untersuchung und Gestaltung komplexer betrieblicher Systeme</li> <li>- Produkte und Produktionssysteme, Arbeitsprozesse</li> <li>- Management Team, Geschäftssystem und Organisation</li> <li>- Realisierungs- und Ablaufplanung, Risikomanagement</li> <li>- Wirtschaftlichkeitsanalyse und Investitionsrechnung</li> <li>- Anwendung von IE-Methoden</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden erhalten interdisziplinäre Fähigkeiten und Kenntnisse. Sie sind in der Lage, Methoden und Techniken des IE einzusetzen, in Teamarbeit eine wissenschaftliche Dokumentation zu erstellen und die Ergebnisse zu präsentieren und kritisch zu diskutieren.</p>

Description / Content English
<p>Main topics of the lecture are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Examination and design of complex industrial systems</li> <li>- Products and production systems, work processes and human factor</li> <li>- Management team, business system and organization</li> <li>- Implementation and operations planning, risk management</li> <li>- Economic and investment analysis</li> <li>- Application of IE-methods.</li> </ul>
Learning objectives / skills English
<p>The students will gain interdisciplinary skills and knowledge. They are able to apply methods and techniques of IE, to prepare a scientific documentation by teamwork and to present and discuss the results critically.</p>



## Literatur

- Bachthaler, M.: Entwicklung und Anwendung der Systemtechnik bei komplexen innovativen Vorhaben sowie bei Mensch-Maschine-Systemen, Fortschritt- Berichte VDI, Reihe 16, Nr. 114, VDI-Verlag, Düsseldorf 2000
- Bullinger, H.-J.: Einführung in das Technologiemanagement - Modelle, Methoden, Praxisbeispiele, Teubner-Verlag, Stuttgart 1994
- Riggs, James L.; Bedworth, David D.; Randhawa, Sabah U.: Engineering Economics, McGraw-Hill, New York 1996
- Salvendi, Gavriel: Handbook of Industrial Engineering, J. Wiley and Sons, New York 2001
- Zadin, Kjell B.: Maynard's Industrial Engineering Handbook, McGraw-Hill, New York 2001

Modulname laut Prüfungsordnung			
Informationssysteme der Logistik			
Module title English			
Information Systems of Logistics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Informationssysteme der Logistik			
Course title English			
Information Systems of Logistics			
Verantwortung			Lehreinheit
Noche, Bernd; Goudz, Alexander			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2		1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Im Rahmen der Vorlesung werden operative und planerische Informationssysteme aus der Logistik vorgestellt. Ein Themenkreis behandelt Manufacturing Execution Systems (MES) aus wissenschaftlicher und anwendungs-bezogener Sicht. Ein zweiter Themenkreis betrifft das Advanced Planning and Scheduling (APS) auf einer taktischen Ebene. In einem dritten Themenkreis wird die Digitale Fabrik mit ihren Schnittstellen und Moduln präsentiert.</p> <p>Inhaltsverzeichnis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspekte der Softwareentwicklung</li> <li>- Manufacturing Execution Systems (MES)</li> <li>- Lagerverwaltungssysteme (WMS)</li> <li>- Aufbau von Enterprise Resource Planning Systemen (ERP)</li> <li>- PPS-Systeme (Produktionsplanung und-steuerung)</li> <li>- Prognoseverfahren</li> <li>- Blockchain in der Logistik</li> <li>- Einführung in die Digitale Fabrik</li> <li>- Informationssysteme im Supply Chain Management (SCM)</li> <li>- Datenqualität und Softwarewartung</li> <li>- u.a.</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Teilnehmer lernen grundlegende Informationssysteme der Logistik und Produktion kennen. Sie können die Anwendungen verstehen und den Nutzen der Softwaresysteme erkennen. Die Studierenden sind in der Lage Softwaresysteme zu beurteilen und Systemlösungen zu skizzieren. Des Weiteren erwerben sie die Fähigkeit Anwender aus dem Bereich der Logistik zu verstehen, Probleme zu analysieren und aus der Sicht der Informatik zu beraten.</p>

Description / Content English
-------------------------------

The lecture presents operational information systems and planning information systems in logistics. One subject area deals with Manufacturing Execution Systems (MES) from a scientific and application-related point of view. Another subject area concerns advanced planning and scheduling (APS) on a tactical level. Furthermore, the lecture presents the digital factory with its interfaces and modules.

Table of contents:

- Aspects of software development
- Manufacturing Execution Systems (MES)
- Warehouse management systems (WMS)
- Structure of Enterprise Resource Planning Systems (ERP)
- PPS systems (production planning and control)
- Forecasting methods
- Blockchain in logistics
- Introduction to the digital factory
- Information systems in supply chain management (SCM)
- Data quality and software maintenance
- etc.

### Learning objectives / skills English

The participants get to know basic information systems of logistics and production. They are able to understand the applications and recognize the benefits of the software systems. The students are able to assess software systems and sketch system solutions. Furthermore, they acquire the ability to understand users from the field of logistics, to analyze problems and to advise from the perspective of computer science.

### Literatur

- Goyal S. B., Nijalingappa Pradeep, Piyush Kumar Shukla, Mangesh M. Ghonge, and Renjith V. Ravi, (2022). Utilizing blockchain technologies in manufacturing and logistics management.
- Peter H. Voß (Hrsg.) (2020). Logistik – die unterschätzte Zukunftsindustrie. Strategien und Lösungen entlang der Supply Chain 4.0. 2. Aufl. Springer Gabler.
- Swapan Basu (2023). Plant intelligent automation and digital transformation.. Volume I :. process and factory automation. London, England ; San Diego, California ; Cambridge, Massachusetts : : Academic press.
- Kurbel, Karl (2021). ERP und SCM Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management in der Industrie: Von MRP bis Industrie 4.0. 9., überarb. und erw. Auflage ed., De Gruyter Oldenbourg.
- Arnold, D.; Furmans, K. (2019). Materialfluss in Logistiksystemen, Springer-Verlag.
- Hausladen, I. (2020). IT Gestützte Logistik: Systeme Prozesse Anwendungen. 4th ed. 2020 ed., Springer Fachmedien Wiesbaden, 2020.

**Modulname laut Prüfungsordnung**

Integration von Strömungsmaschinen in Systemen

**Module title English**

Integration of Turbomachinery into Systems

**Kursname laut Prüfungsordnung****Integration von Strömungsmaschinen in Systemen****Course title English**

Integration of Turbomachinery into Systems

**Verantwortung**

Schuster, Sebastian; Brillert, Dieter

**Lehreinheit**

MB

**Kreditpunkte**

5

**Turnus**

SoSe

**Sprache**

D

**SWS Vorlesung**

2

**SWS Übung****SWS Praktikum/Projekt****SWS Seminar**

2

**Studienleistung****Prüfungsleistung**

Klausur oder Mündliche Prüfung

**Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Vorlesung behandelt die Auswahl und das Design von Strömungsmaschinen für den Einsatz in einem gegebenen Energiewandlungsprozess bzw. Industrieprozess. Beispiele sind Energiespeichersysteme wie Carnot-Batterien und Pumpspeicherkraftwerke aber auch Prozesse in der Chemieindustrie. Aus dem System ergeben sich unter anderem Anforderungen hinsichtlich des Prozessmediums, der Energiedichte, des Volumen- bzw. Massenstroms sowie des Druck- und Temperaturbereichs.

Sie lernen, wie Sie aus dem Prozess die geforderten Maschinen- und Anlagenkennfelder ableiten und passende Maschinen auswählen. Weiterhin lernen Sie, mit welchen Maßnahmen ein hoher Wirkungsgrad auch in Teillast eines Prozesses erreicht werden kann. Sie lernen verschiedene Methoden wie zum Beispiel das inverse Design zur Auslegung von Strömungsmaschinen im System kennen.

Nach der Vorlesung können Sie die Auswirkung des Prozesses auf die Gestaltung der Strömungsmaschine beurteilen. Sie sind in der Lage entsprechende Konstruktionselemente für die Anforderungen des Prozesses auszuwählen. Diese Komponenten sind beispielsweise Lager, Dichtungen, Antriebe aber auch Sekundärsysteme wie Druckluftaggregate, Kühlmittel- sowie eine Öl- bzw. Schmierstoffversorgung.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Sie (die Studierenden) verstehen die Interaktion zwischen System und Strömungsmaschine. Sie sind in der Lage, die Auswirkung des Prozesses auf die Gestaltung der Strömungsmaschine zu beurteilen. Weiterhin sind Sie in der Lage, geeignete Strömungsmaschinen und deren Komponenten für einen gegebenen Prozess auszuwählen.

**Description / Content English**

This class deals with the selection and design of turbomachinery in energy conversion systems and industrial processes. Examples are energy storage systems such as Carnot Batteries, Pumped-storage hydroelectricity, and chemical industry processes. Among other aspects, the system provides the requirements regarding the fluid, energy density, volume or mass flow rate, pressure and temperature range.

You will learn how to derive the required machine and system characteristics from the process and how to select suitable machines. You will learn which measures can be applied to achieve a high degree of efficiency even at part load operation of a process. You will learn different methods, such as inverse design for turbomachinery design in the system.

After the lecture, you will be able to assess the effect of the process on the turbomachinery design. You will be able to select appropriate design elements for the requirements of the process. These components are, for example, bearings, seals, drives but also secondary systems such as compressed air units, coolant and an oil or lubricant supply.

#### **Learning objectives / skills English**

You (the students) understand the interaction between the system and the turbomachine. You are able to assess the effect of the process on the design of the turbomachine. You can select suitable turbomachinery and its components for a given process.

#### **Literatur**

siehe Webseite des Lehrstuhls Strömungsmaschinen

Modulname laut Prüfungsordnung			
Intermodale Distributionsnetze			
Module title English			
Intermodal Distribution Networks			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Intermodale Distributionsnetze			
Course title English			
Intermodal Distribution Networks			
Verantwortung			Lehreinheit
Noche, Bernd; Goudz, Alexander			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D/E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		1
Studienleistung			
Hausarbeit			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
In logistischen Distributionsnetzen werden Transporte häufig intermodal durchgeführt. Die Gestaltung intermodaler Distributionsnetze und Optimierung von Transportketten sind Gegenstand dieser Veranstaltung. Dabei werden insbesondere verschiedene Verfahren des Operations Research zur Lösung von Transport-problemen, die Routenplanung mittels dynamischer Optimierung und genetischer Algorithmen sowie die Lösung von Problemen der Tourenplanung behandelt. Außerdem wird die mehrstufige Entscheidungsplanung unter Unsicherheit betrachtet und Anwendungsszenarien wie die Transportoptimierung eines Container Netzwerks vorgestellt.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden können Aspekte zur Gestaltung intermodaler Distributionsnetze erläutern. Sie können die Merkmale von logistischen Knoten (Terminals, Güterverkehrszentren) beschreiben. Die Studierenden können den Beitrag der Verkehrsträger für den Aufbau von Transportketten beurteilen und Systemlösungen skizzieren. Sie kennen Lösungsverfahren für verschiedene logistische Optimierungsprobleme, können ihre Anwendbarkeit einschätzen und die Ergebnisse interpretieren.

Description / Content English
In logistical distribution networks, transports are often carried out intermodally. This lecture deals with the design of logistical distribution networks and the optimization of transport chains. In particular, various operations research procedures for solving transportation problems, routing problems using dynamic optimization and genetic algorithms as well as solving route scheduling problems are presented. In addition, the lecture considers the multi-stage decision planning under uncertainty and application scenarios such as the transport optimization of a container network.
Learning objectives / skills English

The students are able to explain aspects of designing intermodal distribution networks. They can describe the characteristics of logistics nodes (terminals, freight transport centers). Students will be able to assess the contribution of modes of transport to the development of transportation chains and outline system solutions. They are familiar with solution methods for various logistical optimization problems, can assess their applicability and interpret the results.

## Literatur

Lasch, R. (2023). Tourenplanung. In Strategisches und operatives Logistikmanagement: Distribution, 2023, p.157-197. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Nickel S., Rebennack S., Stein O., Waldmann K.-H. (2022). Operations Research. Berlin Heidelberg Imprint: Springer Gabler.

Haben, S., Voss, M., Holderbaum, W. (2023). Core Concepts and Methods in Load Forecasting: With Applications in Distribution Networks. Cham : Springer Nature.

Mattfeld D., Vahrenkamp R. (2014). Logistiknetzwerke : Modelle für Standortwahl und Tourenplanung. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler.

Tempelmeier H. (2018). Planung Logistischer Systeme. Springer Berlin / Heidelberg.

Modulname laut Prüfungsordnung			
International Design and Engineering Project			
Module title English			
International Design and Engineering Project			
Kursname laut Prüfungsordnung			
International Design and Engineering Project			
Course title English			
International Design and Engineering Project			
Verantwortung			Lehreinheit
Nagarajah, Arun			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
			4
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Präsentation der Teamarbeit und mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>In dieser Lehrveranstaltung arbeiten Studierende in Projektteams zusammen, die sich aus Teilnehmenden verschiedener Universitäten aus Asien, Nord- und Südamerika sowie Europa zusammensetzen. Das Ziel ist die Entwicklung eines Produktkonzepts mit der Design-Thinking-Methode, das ein spezifisches Problem in Entwicklungsländern adressiert. Dabei treten die Teams in einem Wettbewerb gegeneinander an, um kreative und innovative Lösungen zu erarbeiten. Die Projektarbeit mündet in einer Abschlussveranstaltung, bei der die Siegerteams in verschiedenen Kategorien wie Design, Engineering und Präsentation ausgezeichnet werden. An dieser Lehrveranstaltung können maximal vier Studierende teilnehmen.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Das Modul „International Design and Engineering Project“ vermittelt Kenntnisse in der Entwicklung von Produktkonzepten unter Anwendung der Design-Thinking-Methode. Teilnehmende werden befähigt, innovative Lösungen für komplexe Problemstellungen in Entwicklungsländern zu entwickeln. Darüber hinaus erweitern sie ihre Kompetenzen in interdisziplinärer und interkultureller Teamarbeit. Das Modul zielt nicht nur darauf ab, fachliches Wissen in den Bereichen Design und Engineering zu vertiefen, sondern auch die Fähigkeit zur effektiven Kommunikation und Präsentation in einem internationalen Kontext zu schärfen. Durch die Zusammenarbeit mit Studierenden aus unterschiedlichen kulturellen Hintergründen und Disziplinen entwickeln die Teilnehmenden ein ausgeprägtes Bewusstsein für kulturelle Unterschiede und lernen, diese produktiv in den Entwicklungsprozess einzubinden. Abschließend sollen die Studierenden in der Lage sein, ihre erarbeiteten Produktkonzepte kritisch zu reflektieren und die erzielten Ergebnisse professionell zu präsentieren. Diese umfassende Bildungserfahrung bereitet die Teilnehmenden darauf vor, in ihrer zukünftigen beruflichen Laufbahn erfolgreich in internationalen und interkulturellen Projekten tätig zu sein.</p>

Description / Content English
-------------------------------



In this course, students work together in project teams made up of participants from various universities in Asia, North and South America and Europe. The aim is to develop a product concept using the design thinking method that addresses a specific problem in developing countries. The teams compete against each other to develop creative and innovative solutions. The project work ends in a final event at which the winning teams are honoured in various categories such as design, engineering and presentation. A maximum of four students can take part in this course.

#### **Learning objectives / skills English**

The „International Design and Engineering Project“ module teaches skills in the development of product concepts using the design thinking method. Participants are enabled to develop innovative solutions for complex problems in developing countries. They also expand their skills in interdisciplinary and intercultural teamwork. The module aims not only to deepen technical knowledge in the fields of design and engineering, but also to strengthen the ability to communicate and present effectively in an international context. By working together with students from different cultural backgrounds and disciplines, participants develop a keen awareness of cultural differences and learn to integrate these productively into the development process. Finally, students should be able to critically reflect on the product concepts they have developed and present the results in a professional manner. This comprehensive educational experience prepares participants to work successfully in international and intercultural projects in their future careers.

#### **Literatur**

Modulname laut Prüfungsordnung			
Kinematics of Robots and Mechanisms			
Module title English			
Kinematics of Robots and Mechanisms			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Kinematics of Robots and Mechanisms			
Course title English			
Kinematics of Robots and Mechanisms			
Verantwortung			Lehreinheit
Kecskemethy, Andrés; Geu Flores, Francisco			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Schwerpunkt der Veranstaltung ist die Kinematik von Getrieben und Robotern. Folgende Aspekte werden erläutert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vektorräume</li> <li>- Kinetostatisches Übertragungsprinzip, Dualität der Bewegungs- und Kraftübertragung</li> <li>- Räumliche Bewegungen</li> <li>- Beschreibung von Drehungen (Euler-Winkel, Drehzeiger, Rodrigues-Parameter, Quaternionen)</li> <li>- Infinitesimale Drehungen</li> <li>- Kinematik serieller Ketten und Roboter, Denavit-Hartenberg-Parametrisierung</li> <li>- Kinematik geschlossener Schleifen (Zählung von Freiheitsgraden mit Grübler-Kutzbach-Kriterium, Kopplung von mehrschleifigen Systemen, kinematische Netze, Methode der kinematischen Transformatoren)</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Vermittlung der theoretischen Grundlagen der kinematischen Zusammenhänge serieller und paralleler Roboter und Mechanismen. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, selbständig industrierelevante Probleme aus kinematischer Sicht zu erarbeiten.</p>

Description / Content English
<p>Emphasis of the lecture is the kinematics of mechanisms and robots. The following aspects are regarded:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vector spaces</li> <li>- Kinetostatic transmission, duality of transmission of motion and forces, power transmission</li> <li>- Parameterizations of rotations (Euler angles, rotation vector, Quaterniones, Rodrigues parameters)</li> <li>- Infinitesimal rotations</li> <li>- Kinematics of serial chains and robots, Denavit-Hartenberg parameters</li> <li>- Kinematics of closed loops (counting of degrees of freedom using Grübler-Kutzbach formula, coupling of multiloop systems, kinematical networks, method of kinematical transformers)</li> </ul>
Learning objectives / skills English

Conveying of the theoretical foundations governing the kinematics of serial and closed spatial mechanisms. The students will develop the skills necessary to handle industry-relevant problems related to the kinematics of spatial motion.

### Literatur

Bottema , Roth: Theoretical Kinematics; Dover Publications

Hunt: Kinematic Geometry of Mechanisms; Oxford Universits Press

Altmann: Rotations, Quaternions and Double Groups; Dover Publications

Paul: Robot Manipulators: Mathematics, Programming and Control; The MIT Press

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Kognitive technische Systeme			
<b>Module title English</b>			
Cognitive Technical Systems			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Kognitive technische Systeme</b>			
<b>Course title English</b>			
Cognitive Technical Systems			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Söffker, Dirk			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung</li> <li>- Motivation</li> <li>- Aufgabenfelder</li> <li>- Prinzipien</li> <li>- Agenten</li> <li>- Verhaltenskoordination (bei Agenten)</li> <li>- Verhaltensbeschreibung</li> <li>- Modellbildung menschlicher Interaktion</li> <li>- Kognitive Architekturen</li> <li>- Wissensrepräsentation</li> <li>- Planen, Handeln, Suchen</li> <li>- Lernen</li> </ul> <p>Tools I: Filterung</p> <p>Tools II: Klassifikation und Lernen</p> <p>Aktuelle Forschungsanwendungen des Lehrstuhls SRS aus dem Arbeitsbereich Kognitive Technische Systeme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Situations-Operator-Modellbildung</li> <li>- Stabilisierung nichtlinearer dynamischer Systeme ohne Modellkenntnis</li> <li>- Personalisierte, lernfähige und interaktive Fahrerassistenz</li> <li>- Planungs- und Assistenzsysteme im Luftverkehr</li> <li>- Lernfähige mobile Robotik</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>

Die Automatisierungstechnik ist – auf Grund ihres fachübergreifenden, system-orientierten Ansatzes – eine interdisziplinäre Ingenieurdisziplin. Das Ziel der Veranstaltung Kognitive Technische Systeme ist, die Studierenden mit den Grundlagen der modernen Informatik, mit Filtermethoden, mit Methoden der Künstlichen Intelligenz sowie der Kognitiven Technischen Systeme vertraut zu machen, so dass sie die Weiterentwicklung der Regelungs- und Automatisierungstechnik mit den Mitteln der kognitiven künstlichen Intelligenz im Sinne einer Erweiterung erkennen können, die zugrundeliegenden Methoden beherrschen und anwenden können.

### Description / Content English

- introduction
- motivation
- Task fields basics
- principle
- agents
- Behavior coordination (with agents)
- behavioral description
- Modelling human interaction
- cognitive architectures
- knowledge Representation
- Planning, action, Search
- learning

Tools I: Filtering

Tools II: Classification and Learning

Current research applications of the Department of SRS the workspace Cognitive Technical Systems:

- Situations operator modeling
- Stabilization of nonlinear dynamic systems without model knowledge
- Personalized, adaptive and interactive driver Assistance
- Planning and assistance systems in aviation
- Adaptive mobile robotics

### Learning objectives / skills English

Automation technology - due to their interdisciplinary, systems-oriented approach - is an interdisciplinary engineering discipline. The aim of the lecture Cognitive Technical Systems, is to familiarize the students with the basics of modern computer science, with filtering methods, with methods of artificial intelligence and cognitive technical systems, enabling them to recognize the development of control and automation technology with the means of cognitive artificial intelligence in the sense of an expansion, and to master and use the underlying methods.

### Literatur

Alpaydin, E.: Maschinelles Lernen, Oldenbourg, 2008. (idt.: Machine Learning, MIT Press, 2003).  
Cacciabue, P.C.: Modelling and Simulation of Human Behaviour in System Control, Springer, 1998.

**Modulname laut Prüfungsordnung**

Kolbenkraftmaschinen

**Module title English**

Piston engines

**Kursname laut Prüfungsordnung**

Kolbenkraftmaschinen

**Course title English**

Piston engines

**Verantwortung**

Kaiser, Sebastian

**Lehreinheit**

MB

**Kreditpunkte**

5

**Turnus**

SoSe

**Sprache**

D

**SWS Vorlesung**

2

**SWS Übung**

1

**SWS Praktikum/Projekt**

1

**SWS Seminar****Studienleistung**

Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum

**Prüfungsleistung**

Klausur

**Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Veranstaltung führt in die Grundlagen der Kolbenkraftmaschinen, insbesondere des Verbrennungsmotors, ein. Der Schwerpunkt ist sind die thermochemischen Prozesse der Energiewandlung im Zylinder der Maschine.

1. Einleitung, Kursorganisation. Anwendungsbeispiele.
2. Leistungskenngrößen
3. Kraftstoffe
4. Modelle und Arbeitsprozesse
5. Ladungswechsel
6. Aufladung
7. Ottomotor
8. Dieselmotor
9. Emissionen

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden verstehen die Konzepte der Kolbenkraftmaschinen und können die Grundlagen des innermotorischen Prozesse und die Grundlagen der technischen Realisierung erklären. Sie sind in der Lage, einfache Rechnungen zur überschlägigen Auslegung von Kolbenkraftmaschinen durchzuführen. Sie verstehen die Entwicklungsziele und deren Bedeutung.

**Description / Content English**

This course introduces the fundamentals of piston engines, in particular internal combustion engines. It focuses on the thermochemical in-cylinder processes in engines.

1. Introduction, course organization. Application examples.
2. Performance metrics of engines
3. Fuels
4. Models and thermodynamic cycles
5. Gas exchange
6. Boosting
7. Spark ignition engines
8. Diesel engines
9. Emissions

#### **Learning objectives / skills English**

The students understand the concepts of piston engines. They are able to explain the fundamentals of in-cylinder processes and the basic practical implementation. The students are able to perform basic calculations needed in first-order design analysis of engines. They understand the targets of the development of engines and their relevance.

#### **Literatur**

Merker/Kessen; Technische Verbrennung, Verbrennungsmotoren; Teubner, Stuttgart. ISBN 3-519-06379-4  
Merker/Stiesch; Technische Verbrennung: Motorische Verbrennung; Teubner, Stuttgart. ISBN 3-519-06381-6  
Heywood; Internal Combustion Engines; McGraw-Hill, New York 1988

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>				
Konstruieren mit Kunststoffen				
<b>Module title English</b>				
Designing with Plastics				
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>				
<b>Konstruieren mit Kunststoffen</b>				
<b>Course title English</b>				
Designing with Plastics				
<b>Verantwortung</b>				<b>Lehreinheit</b>
Schiffers, Reinhard				MB
<b>Kreditpunkte</b>		<b>Turnus</b>		<b>Sprache</b>
5		SoSe		D
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>		<b>SWS Seminar</b>
2	1			
<b>Studienleistung</b>				
<b>Prüfungsleistung</b>				
Klausur				
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>				
<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>				



Der Einsatz von Kunststoffen im täglichen Gebrauch oder auch als funktionales technisches Bauteil hängt sehr stark von der werkstoffgerechten und verarbeitungsgerechten Konstruktion ab. Diese Grundlagen und Anforderungen werden in der Veranstaltung Konstruieren mit Kunststoffen detailliert betrachtet. Die Vorlesung gliedert sich wie folgt:

- Methodisches Konstruieren
- Anforderungslisten und Lösungskonzepte
- Dimensionierungskennwerte
- Werkstoffauswahl
- Fertigungsverfahren
- Fertigung und Eigenschaften
- Werkstoffgerechte Konstruktion
- Simulation der Fertigung
- Simulation der Eigenschaften
- Fügen und Verbinden
- Rapid Prototyping
- Spritzgießwerkzeuge
- Qualitätssicherung
- Produkterprobung
- Kostenkalkulation

Konstruieren mit Kunststoffen Übung:

- Methodisches Konstruieren, Anforderungslisten
- Werkstoffauswahl, Fertigungsverfahren
- Werkstoffgerechte Konstruktion
- Fügen und Verbinden
- Simulation in der Fertigung,
- Simulation der Eigenschaften
- Rapid Prototyping, Spritzgießwerkzeuge
- Qualitätssicherung
- Produkterprobung, Kostenkalkulation

Das Lehrangebot wird ergänzt durch umfangreiches Material für das Selbststudium, das über die Moodle-Plattform bereitgestellt wird (weitergehende Literatur, Kurzanleitungen, Videos).

### **Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden lernen in der Veranstaltung Konstruieren mit Kunststoffen die abweichenden mechanischen Eigenschaften von Kunststoffen gegenüber anderen Werkstoffen (Metallen) durch werkstoffgerechte Konstruktionen zu kompensieren. Sie sind nach dem Besuch der Veranstaltung z. B. in der Lage das Motto „Viel hilft viel!“ in Bezug auf die Anwendung von Kunststoffen begründet zu widerlegen und an Stelle dessen sinnvolle Lösungsmöglichkeiten für die oben genannten Anforderungen zu entwerfen. Zudem wird die Bedeutung von Kunststoffrecycling und die Verwendung biobasierter Kunststoffe im Bezug auf das Konstruieren mit Kunststoffen vermittelt und die Studierenden dazu angeregt sich kritisch mit diesen Themen auseinander zu setzen.

### **Description / Content English**

The use of plastics in daily use or as a functional technical component depends very much on the design that is suitable for the material and the processing. These basics and requirements are considered in detail in the course Designing with Plastics. The lecture is structured as follows:

- Methodical design
- Request lists and solutions
- Sizing parameters
- Material Selection
- Manufacturing Processes
- Production and Properties
- Material - design
- Simulation of Manufacturing
- Simulation of the properties
- Joining and Connecting
- Rapid Prototyping
- Injection Moulding-Moulds
- Quality control
- Product testing
- Expense budgeting

Design with Plastics exercise:

- Methodical design, requirement lists
- Material selection, manufacturing processes
- Material-design
- Joining and Connecting
- Simulation of Manufacturing
- Simulation of the properties
- Rapid Prototyping, Injection Moulding-Moulds
- Quality control
- Product testing, expense budgeting

The teaching offer is supplemented by extensive material for self-study, which is provided via the Moodle platform (further literature, short instructions, videos).

### Learning objectives / skills English

The use of plastics in everyday use or as a functional technical component depends very strongly on the material and processing specific construction. The students learn to compensate the poorer mechanical properties of plastics compared to other materials (metals) by an intelligent design. At the end of the course the students are able to refute the overall device „A lot helps a lot!“ with regard to the use of plastic materials by developing reasonable solutions to plastic specific questions. In addition, the importance of plastics recycling and the use of bio-based plastics in relation to the construction with plastics is conveyed and the students are encouraged to critically examine these topics.

### Literatur

Hopmann, Michaeli, Einführung in die Kunststoffverarbeitung, 2010, ISBN: 3-446-42488-1  
Ehrenstein, Mit Kunststoffen konstruieren, 2015, ISBN: 3-446-41322-7  
Erhard, Konstruieren mit Kunststoffen, 2008, ISBN: 3-446-41646-3  
Osswald, Polymer Processing Fundamentals, 1998, ISBN: 3-446-19571-8

Modulname laut Prüfungsordnung			
Kunststoffmaschinen und -verarbeitung: Extrusionstechnik			
Module title English			
Plastics Machinery and Processing: Extrusion Technology			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Kunststoffmaschinen und -verarbeitung: Extrusionstechnik			
Course title English			
Plastics Machinery and Processing: Extrusion Technology			
Verantwortung			Lehreinheit
Schiffers, Reinhard			MB
Kreditpunkte	Turnus		Sprache
5	SoSe		D
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Vorlesung vermittelt den an der Kunststofftechnik interessierten Studenten sowohl die zum Verständnis der Prozesse grundlegenden Kenntnisse in der Verfahrenstechnik als auch ein breitgefächertes Basiswissen zur Konstruktion und Dimensionierung solcher Anlagen. Die Vorlesung Kunststoffmaschinen und -verarbeitung: Extrusionstechnik setzt hierbei den Schwerpunkt im Bereich der sogenannten Extrusion, der kontinuierlichen Herstellung von Halbzeugen wie Rohre, Folien, Platten und Profile. Die Vorlesung gliedert sich wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenschaften der Kunststoffe</li> <li>- Einschnckenextruder</li> <li>- Extrusionswerkzeuge</li> <li>- Mischen und Homogenisieren</li> <li>- Doppelschnckenextruder</li> <li>- Verfahren der Extrusion</li> <li>--Blasfolienextrusion</li> <li>--Flachfolienextrusion</li> <li>--Extrusionsblasformen</li> <li>--Rohrextrusion</li> <li>--Profilextrusion</li> <li>- Prozessüberwachung und Sensorik</li> </ul> <p>In den Übungen werden ausgewählte Vorlesungskapitel vertieft und anhand von Rechenbeispielen erweitert. Zu folgenden Themen finden Übungen statt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rheologische und thermodynamische Eigenschaften von Kunststoffschmelzen</li> <li>- Strömungen in Extrusionswerkzeugen</li> </ul> <p>Das Lehrangebot wird ergänzt durch umfangreiches Material für das Selbststudium, das über die Moodle-Plattform bereitgestellt wird (weitergehende Literatur, Kurzanleitungen, Videos).</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden verfügen sowohl über die zum Verständnis der Prozesse grundlegenden Kenntnisse in der Verfahrenstechnik als auch über ein vertieftes Wissen über Konstruktion und Dimensionierung kunststoffverarbeitender Maschinen, Werkzeuge und Anlagen. Die Veranstaltung mit dem Schwerpunkt, Extrusionstechnik“ vermittelt ein breites, physikalisch fundiertes Wissen über den technologisch anspruchsvollen und zugleich wirtschaftlichen Einsatz der Extrusionstechnik für die kontinuierliche Herstellung von Halbzeugen wie Rohren, Folien, Platten und Profilen. Die Studierenden beherrschen die Berechnung von Strömungen in Extrusionswerkzeugen auf Grundlage des Gesetzes von Hagen-Poiseuille und haben zulässige Vorgehensweisen bei der Berechnung kennengelernt. Sie haben die Eigenschaften der Kunststoffe und speziell von Kunststoffschmelzen kennengelernt und sind mit den wichtigsten Verfahren zur Herstellung von Extrusionsprodukten vertraut.

### Description / Content English

The lecture provides students interested in plastics technology with both the basic knowledge of process engineering required to understand the processes and a broad basic knowledge of the design and dimensioning of such systems. The course focuses on extrusion - the continuous production of products such as pipes, films, sheets and profiles. The lecture is structured as follows:

- Properties of plastics
- Single screw extruders
- Extrusion dies
- Mixing and homogenization
- Twin screw extruders
- Process forms in extrusion
- Blown film extrusion
- Flat film extrusion
- Extrusion blow molding
- Pipe extrusion
- Profile extrusion
- Process monitoring and sensor technology

In the exercises, selected lecture chapters are deepened and expanded on the basis of calculation examples.

Exercises will be held on the following topics:

- Rheological and thermodynamic properties of plastic melts
- Flows in extrusion dies

The teaching offer is supplemented by extensive material for self-study, which is provided via the Moodle platform (further literature, short instructions, videos).

### Learning objectives / skills English

Students will have both the basic knowledge of process engineering required to understand the processes and in-depth knowledge of the design and dimensioning of plastics processing machines, tools and systems. The course focusing on „Extrusion Technology“ imparts a broad, physically sound knowledge of the technologically sophisticated and at the same time economical use of extrusion technology for the continuous production of products such as pipes, films, sheets and profiles. Students have mastered the calculation of flows in extrusion dies based on Hagen-Poiseuille's law and have become familiar with different procedures for the calculation. They are experienced in the properties of plastics and specifically of plastic melts and are familiar with the most important processes for manufacturing extrusion products.

### Literatur

Johannaber, Kunststoff-Maschinenführer, Hanser (2003), ISBN: 3-446-22042-9

Handbuch der Kunststoff-Extrusionstechnik, Bd.1: Grundlagen, Hanser (1989), ISBN-10: 3-446-14339-4

Rauwendaal, Polymer Extrusion, Hanser (2014), ISBN: 1-569-90516-9

Michaeli, Extrusionswerkzeuge für Kunststoffe und Kautschuk: Bauarten, Gestaltung und Berechnungsmöglichkeiten, Hanser (2009), ISBN: 3-446-42026-6

Michaeli, Extrusion Dies for Plastics and Rubber, Design and Engineering Computations, Hanser (2003), ISBN: 3-446-22561-7

Modulname laut Prüfungsordnung			
Kunststoffmaschinen und -verarbeitung: Spritzgießtechnik			
Module title English			
Plastics Machinery and Processing: Injection Molding Technology			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Kunststoffmaschinen und -verarbeitung: Spritzgießtechnik			
Course title English			
Plastics Machinery and Processing: Injection Molding Technology			
Verantwortung			Lehreinheit
Schiffers, Reinhard			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Vorlesung vermittelt den an der Kunststofftechnik interessierten Studenten sowohl die zum Verständnis der Prozesse grundlegenden Kenntnisse in der Verfahrenstechnik als auch ein breitgefächertes Basiswissen zur Konstruktion und Dimensionierung solcher Anlagen. Die Vorlesung Kunststoffmaschinen und -verarbeitung: Spritzgießtechnik setzt hierbei den Schwerpunkt im Bereich des sogenannten Spritzgießen, der diskontinuierlichen Herstellung von Bauteilen wie Verschlusskappen, Stoßfängern und Prüfkörpern. Die Vorlesung gliedert sich wie folgt:</p> <p>Im Rahmen der Vorlesung werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau und Funktionsweise von Spritzgießmaschinen und der Spritzgießzyklus;</li> <li>- Die Antriebstechnik;</li> <li>- Die Werkzeugtechnik;</li> <li>- Anwendungen der Spritzgießtechnik;</li> <li>- Die Steuerung- und Regelung;</li> <li>- Simulation des Spritzgießprozesses;</li> <li>- Fehlerbehebung beim Spritzgießen;</li> <li>- Elastomere / TPE / Duroplaste;</li> <li>- Exkursionen zu externen Firmen oder Gastvorträge zu aktuellen Industriethemen im Bereich der Spritzgießtechnik.</li> </ul> <p>In den Übungen werden ausgewählte Themen aus der Vorlesung Kunststoffmaschinen und -verarbeitung: Spritzgießtechnik anhand von Versuchen an den Technikumsanlagen vertieft. Zu folgenden Verarbeitungsverfahren finden Übungen statt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Werkzeug und Maschine einrichten;</li> <li>- Prozessdatennutzung ;</li> <li>- Füllbildsimulation;</li> </ul> <p>Das Lehrangebot wird ergänzt durch umfangreiches Material für das Selbststudium, das über die Moodle-Plattform bereitgestellt wird (weitergehende Literatur, Kurzanleitungen, Videos).</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden verfügen sowohl über die zum Verständnis der Prozesse grundlegenden Kenntnisse in der Verfahrenstechnik, als auch über ein vertieftes Wissen über Konstruktion und Dimensionierung kunststoffverarbeitender Maschinen, Werkzeuge und Anlagen. Die Veranstaltung mit dem Schwerpunkt „Spritzgießverfahren, -maschinen und -werkzeuge“ vermittelt ein breites, physikalisch fundiertes Wissen über den technologisch anspruchsvollen und zugleich wirtschaftlichen Einsatz der Spritzgießtechnik für die Bauteilherstellung unter besonderer Berücksichtigung innovativer Anwendungsbeispiele. Die Studierenden beherrschen die Modellbildung und Simulation der z.T. gekoppelten Strömungs- und Wärmeaustauschprozesse in Spritzgießwerkzeugen. Sie haben die Wechselwirkungen zwischen Rohstoffeigenschaften, den in den Anlagenabschnitten ablaufenden Verarbeitungsprozessen und den Produkteigenschaften insbesondere an Beispielen zur „Prozess- und Produktqualitätsbeeinflussung“ kennen gelernt. Ferner kennen Sie gängige Fehlerbilder des Spritzgießens und deren jeweiligen Maßnahmen zur Behebung und die Besonderheiten bei der Verarbeitung von Elastomeren, thermoplastischen Elastomeren (TPE), sowie Duroplasten.

### Description / Content English

The lecture provides students interested in plastics technology with both the basic knowledge of process engineering for understanding the processes and a broad basic knowledge of the construction and dimensioning of such plants. The lecture *Plastics Machinery and Processing: Injection Moulding Technology* focuses on the field of so-called injection moulding, the discontinuous production of components such as caps, bumpers and test specimens. The lecture is structured as follows: During the lecture the following themes will be discussed:

- Assembly and functionality of injection molding machines and the injection molding process;
- Drive technology;
- Mold technology;
- Application of injection molding technology;
- Control and regulation;
- Simulation of the injection molding process;
- Troubleshooting during injection molding;
- Elastomers / TPE / Duroplastics;
- Excursions to external companies or guest lectures on current industrial topics in the field of injection moulding technology.

The exercises engross selected chapters of the lectures *Plastics Machinery and Processing: Injection Moulding Technology* by means of practical training at institutes machinery. About the following themes exercises are given:

- set up tool and machine;
- process data use;
- filling pattern simulation;

The teaching offer is supplemented by extensive material for self-study, which is provided via the Moodle platform (further literature, short instructions, videos).

### Learning objectives / skills English

The students get the basic skills to understand processes in the process engineering as well as a deepened knowledge in construction and dimensioning of plastics processing machines, tools and plants. The course, which has its focus on „injection moulding processes, machines and tools“ conveys a wide, physical based knowledge about the technologic ambitiously and economic application of the injection moulding technique for component manufacturing in consideration of innovative application examples. The students handle modelling and simulation of partly connected streaming processes and heat exchange processes in injection moulding tools. They got to know the interaction between resource characteristics, manufacturing processes which expire in the different parts of plants and product characteristics especially on examples like „process and product quality influence“. Furthermore, they will be familiar with common error patterns in injection moulding and their respective remedial measures, as well as the special aspects of processing elastomers, thermoplastic elastomers (TPE) and Duroplastics.

### Literatur

Johannaber, Kunststoff-Maschinenführer 4. Auflage, Hanser (2003), ISBN: 3-446-22042-9  
Johannaber, Injection Molding Machines, A User's Guide, Hanser (2007), ISBN: 1-569-90418-9  
Johannaber, Michaeli, Handbuch Spritzgießen, Hanser (2004), ISBN: 3-446-22966-3  
Stitz, Keller, Spritzgießtechnik, Verarbeitung – Maschine – Peripherie, Hanser (2004), ISBN: 3-446-22921-3  
Jaroschek, Spritzgießen für Praktiker, Hanser (2013), ISBN: 3-446-43360-0  
Steinko, Optimierung von Spritzgießprozessen, Hanser (2007), ISBN-10: 3-446-40977-7  
Menges, Michaeli, Mohren, Spritzgießwerkzeuge, Auslegung, Bau, Anwendung, Hanser (2007), ISBN-10: 3-446-40601-8  
Gastrow, Injection Molds. 130 Proven Designs, Hanser (2006), ISBN-10: 3-446-40592-5  
Osswald, Turng, Gramann, Injection Molding Handbook, Hanser (2007), ISBN-10: 3-446-40781-2  
Greener, Wimberger-Friedl, Precision Injection Molding, Process, Materials and Applications, Hanser (2006), ISBN-10: 3-446-21670-7  
Shoemaker, Moldflow Design Guide, A Resource for Plastics Engineers, Hanser (2006), ISBN-10: 3-446-40640-9  
Osswald, Polymer Processing Fundamentals, Hanser (1998), ISBN: 1-569-90262-3

Modulname laut Prüfungsordnung			
Logistik und Materialfluss 2			
Module title English			
Logistics and Material Flow 2			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Logistik und Materialfluss 2			
Course title English			
Logistics and Material Flow 2			
Verantwortung			Lehreinheit
Noche, Bernd; Goudz, Alexander			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	W/S	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		1
Studienleistung			
Hausarbeit			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Veranstaltung zielt auf ein vertieftes und erweitertes Studium der Planung, Steuerung und Optimierung von Materialflüssen, der Anwendung analytischer Methoden des Bestandsmanagements und der effizienten Lagerorganisation. Die Übungen im Rahmen der Veranstaltung dienen dazu, das theoretische Wissen der Studierenden in praktischen Anwendungen zu konkretisieren und ihre Fähigkeiten in der Lösung von logistischen Herausforderungen zu entwickeln.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Auf der Grundlage der erworbenen theoretischen Kenntnisse und deren praktischer Anwendung können die Studierenden komplexe logistische Problemstellungen systematisch analysieren, optimale Entscheidungen treffen und eine Effizienzsteigerung logistischer Prozesse in der Material-, Beschaffungs- und Lagerwirtschaft erreichen.

Description / Content English
The course aims to deepen and expand the study of planning, control and optimisation of material flows, the application of analytical methods of inventory management and efficient warehouse organisation. The exercises in the course help to concretise the students' theoretical knowledge in practical applications and to develop their skills in solving logistical challenges.
Learning objectives / skills English
Based on the theoretical knowledge acquired and its practical application, students can systematically analyze complex logistical problems, make optimal decisions and achieve an increase in the efficiency of logistical processes in materials, procurement and warehouse management.

Literatur
-----------



Lasch, R. (2022). Strategisches und operatives Logistikmanagement: Beschaffung, 4 Aufl., Springer Gabler.

Huijun Wu (2024). Material Flows with Nexus of Regional Socioeconomic System. Springer Cham.

Peter H. Voß (Hrsg.) (2023). Die Neuerfindung der Logistik. Wie sich die Logistikindustrie für das Zeitalter der Volatilität rüstet. Springer Gabler.

Gwynne R. (2022). Warehouse management: the definitive guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. London: Kogan Page.

Martin H. (2021). Technische Transport- und Lagerlogistik. Springer Vieweg Wiesbaden.

Wehking, K.-H. (2020). Technisches Handbuch Logistik: Fördertechnik, Materialfluss, Intralogistik. Netherlands: Springer Nature.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Machine Learning			
Module title English			
Machine Learning			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Machine Learning			
Course title English			
Machine Learning			
Verantwortung			Lehreinheit
Söffker, Dirk			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1			3
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Hausarbeit			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die wichtigsten Inhalte des Kurses sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Optimierungsstrategien</li> </ul> <p>Anwendung von maschinellen Lernmodellen für Clustering, Klassifikation und Regression</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlegender Entwurf von intelligenten Reglern mittels Reinforcement Learning</li> <li>- Anwendung von Deep Learning und Implementierung von Netzwerkarchitekturen</li> </ul> <p>Die verwendeten Datensätze sind Standard-Mathworks-Datensätze, öffentlich bekannte Datensätze (in Bezug auf Fehlererkennung und Diagnoseaufgaben) sowie SRS-Datensätze.</p> <p>Der Kurs kann während des Semesters vollständig entkoppelt von Ort und Zeit durchgeführt werden, lediglich die Übungsaufgaben (als Voraussetzung für die Zulassung zur Hausarbeit) muss zu einem spezifischen Zeitpunkt erbracht sein.</p> <p>Die Benotung erfolgt ausschließlich auf Basis der eigenständig zu erbringen Hausarbeit, die ebenfalls im Semester zu einem spezifischen Termin vorzulegen ist.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Studierende lernen die Grundlagen des Maschinellen Lernens, Maschinelle Lernmethoden umzusetzen und anzuwenden sowie an ausgewählten unbekannten Datensätzen individuell auszuprobieren. Im Vordergrund stehen die praktische Nutzung und Anwendung von Toolboxes, im Hintergrund steht die Methodik (Vorlesung, die online verfügbar ist).</p>

Description / Content English
-------------------------------

The most important contents of the course are

- Basics of optimization strategies

Application of machine learning models for clustering, classification and regression

- Basic design of intelligent controllers using reinforcement learning

- Application of deep learning and implementation of network architectures

The datasets used are standard Mathworks datasets, publicly known datasets (related to fault detection and diagnosis tasks) and SRS datasets.

The course can be carried out during the semester completely decoupled from time and place, only the exercises (as a prerequisite for admission to the term paper) must be completed at a specific time. Grading is based solely on the independent assignment, which must also be submitted on a specific date during the semester.

### **Learning objectives / skills English**

Students learn the basics of Machine Learning, how to implement and apply machine learning methods and how to try them out individually on selected unknown data sets. The focus is on the practical use and application of toolboxes, with the methodology (lecture, available online) in the background.

### **Literatur**

Vorlesungsbeschreibung mit weiterführenden Literaturangaben

Modulname laut Prüfungsordnung			
Manipulatortechnik			
Module title English			
Manipulator Technology			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Manipulatortechnik			
Course title English			
Manipulator Technology			
Verantwortung			Lehreinheit
Bruckmann, Tobias			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>In dieser Vorlesung werden die wesentlichen Grundlagen der Robotik zusammengestellt, wobei sich die Betrachtungen in erster Linie auf Industrieroboter als frei programmierbare multifunktionale Manipulatoren konzentrieren. Im Einzelnen werden folgende Schwerpunkte behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Der Industrieroboter als mechatronisches System</li> <li>- Einführung der Bauformen und Gestaltungselemente wie Hebel, Gelenke und Antriebe</li> <li>- Grundlagen der Starrkörpertransformation (Rotationsmatrizen, homogene Transformationen)</li> <li>- Aufstellung der Roboterkinematik (direkte Kinematik, inverse Kinematik)</li> <li>- Modellierung der Kinematik nach Denavit-Hartenberg</li> <li>- Kinematik auf Geschwindigkeitsebene, Aufstellung der Jacobi-Matrix</li> <li>- Trajektorienberechnung (Trajektorienberechnung für einzelne Antriebe, synchronisierte Punkt-zu-Punkt-Bewegung mehrerer Antriebe, Vorgabe kartesischer Bewegungen)</li> <li>- Einfache Verfahren zur Kollisionsvermeidung auf Basis von Potentialfeldern</li> </ul> <p>In Beispielen wird die Anwendung dieser Verfahren demonstriert.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden sind mit typischen Bauformen von Industrierobotern vertraut und in der Lage, die kinematische Beschreibung für Roboterarme aufzustellen. Sie sind in der Lage, Verfahren der Trajektorienberechnung anzuwenden. Die Studierenden sind für weiterführende Themen wie die Aufstellung der Dynamikgleichungen oder die Regelung von Manipulatoren vorbereitet.</p>

Description / Content English
-------------------------------

In this course, the basic equations of robotic systems are derived. The considerations mainly focus on industrial robots as free programmable multifunctional manipulators. In particular, these topics are treated:

- the industrial robot as a mechatronic system
- introduction of typical structures and design elements like links, joints and drives
- fundamental of rigid body transformations (rotation matrices, homogeneous Transformations)
- formulation of robot kinematics (direct kinematics, inverse kinematics)
- modelling of kinematics based on the Denavit-Hartenberg approach
- velocity kinematics, formulation of the Jacobian
- calculation of trajectories (trajectories for individual drives, synchronised point-to-point motion of multidrive systems, prescription of cartesian motion)
- Simple approaches for collision avoidance based on potential fields

Examples demonstrate the application of these methods.

### **Learning objectives / skills English**

The students will become familiar with the typical constructions of industrial robots and will be in a position to set up the kinematic description of robot arm. They will be in a position to apply methods to compute the trajectories of a robot.

The students are prepared for subsequent topics like the modeling of the robot dynamics and the control of manipulators.

### **Literatur**

Spong, M.; et. al.: Robot Modeling and Control. Wiley, 2006

Craig: Introduction to Robotics: Mechanism and Control. Addison Wesley, 1989.

Mc Kerrow: Introduction to Robotics. Addison Wesley, 1991.

Paul: Robot Manipulators. MIT Press, 1981.

Fu, Gonzales, Lee: Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence. 1987

Modulname laut Prüfungsordnung			
Master-Arbeit (einschließlich Kolloquium)			
Module title English			
Master-Thesis (including colloquium)			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Master-Arbeit (einschließlich Kolloquium)			
Course title English			
Master-Thesis (including colloquium)			
Verantwortung			Lehreinheit
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
30	W/S	D/E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Masterarbeit			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Master-Arbeit ist eine Prüfungsarbeit, in der die oder der Studierende zum Abschluss des Studiums zeigen soll, dass er innerhalb einer vorgegebenen Frist von 6 Monaten ein Problem selbstständig unter Anleitung nach wissenschaftlichen Methoden bearbeiten kann. Die Arbeit soll wie ein Projekt in der Praxis unter Beachtung von Methoden des Projektmanagements betreut und durchgeführt werden. Dokumentation und Präsentation (Kolloquium, deutsch oder englisch) sollen zeigen, dass die oder der Studierende in der Lage ist, Zusammenhänge und Ergebnisse verständlich und präzise darzustellen.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Master-Abschlussarbeit stellt eine Prüfungsleistung dar. Neben der fachlichen Vertiefung an einem Beispiel dient sie auch dem Erwerb und der Vertiefung folgender Soft-Skills:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selbstlernfähigkeit,</li> <li>- Teamfähigkeit (Zusammenarbeit mit den Betreuern),</li> <li>- Anwendung von Methoden des Projektmanagements,</li> <li>- Kommunikationsfähigkeit: technische Dokumentation und Präsentation,</li> <li>- im Fall englischer Präsentation auch Übung von Sprachkenntnissen</li> </ul>

Description / Content English
The master-thesis is an examination paper, in which the student should show that he can solve a problem self-contained under guidance by using scientific methods, within 6 months at the end of his studies. This thesis is supervised and conducted like a project in practice considering methods of project management. Documentation and presentation (colloquium, German or English) should show that the student is able to illustrate relations and results in a coherent and precise way.
Learning objectives / skills English

The master-thesis represents an examination. Besides the professional engrossing by using an example the acquisition of soft skills are also gained:

- self-learning ability
- capacity of teamwork (working together with the supervisor)
- application of methods of project management
- communications skills: technical documentation and presentation,
- in case of an English presentation also practice of language skills

## Literatur

Spezifisch für das gewählte Thema

Modulname laut Prüfungsordnung			
Material selection for high-temperature applications and lightweight construction			
Module title English			
Material selection for high-temperature applications and lightweight construction			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Material selection for high-temperature applications and lightweight construction			
Course title English			
Material selection for high-temperature applications and lightweight construction			
Verantwortung			Lehreinheit
Hanke, Stefanie			MB
Kreditpunkte	Turnus		Sprache
5	WiSe		D/E
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
In dieser Veranstaltung werden zunächst physikalische und mechanische Eigenschaften von Werkstoffen zum Einsatz in Leichtbauanwendungen sowie unter hohen Einsatztemperaturen an beispielhaften Anwendungen vertieft. Dabei wird ein besonderer Fokus auf die für solche Anwendungen wichtigsten Werkstoffeigenschaften gesetzt, sowie auf mögliche Schäden bei ungünstiger Werkstoffauswahl. Insbesondere werden Leichtmetalle einschließlich Magnesium, Aluminium und Titan, Verbundwerkstoffe und Nickellegierungen betrachtet. Es wird vorgestellt, wie für spezifische Anwendungen die erforderlichen Werkstoffeigenschaften hergeleitet werden können, und Strategien und Methoden vermittelt, um anhand dieser Eigenschaften geeignete Werkstoffe auszuwählen. Hierbei werden auch weitere Parameter berücksichtigt, einschließlich Verfügbarkeit, Fertigungseigenschaften, Kosten, Rezyklierbarkeit und CO <sub>2</sub> -Äquivalent.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage für eine gegebene Anwendung und ein definiertes Bauteil die wichtigsten erforderlichen Werkstoffeigenschaften zu benennen. Sie wählen anhand dieser Eigenschaften, sowie weiterer ökonomischer und ökologischer Kriterien geeignete Werkstoffe für eine vorgegebene Anwendung aus.

Description / Content English
In this course, the physical and mechanical properties of materials for use in lightweight construction applications and under high operating temperatures will be examined in depth using application examples. A special focus will be placed on the most important material properties for such applications, as well as on possible damage caused by unfavorable material selection. In particular, light metals including magnesium, aluminum and titanium, composite materials and nickel alloys are considered. It is presented how to derive the required material properties for specific applications and strategies and methods are provided to select suitable materials based on these properties. Other parameters are also considered, including availability, manufacturing properties, cost, recyclability and CO <sub>2</sub> equivalent.
Learning objectives / skills English



Students will be able to name the most important material properties required for a given application and a defined component. They select suitable materials for a given application based on these properties and further economical and ecological criteria.

## Literatur

Modulname laut Prüfungsordnung			
Mechanical and Biological Waste Treatment			
Module title English			
Mechanical and Biological Waste Treatment			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Mechanical and Biological Waste Treatment			
Course title English			
Mechanical and Biological Waste Treatment			
Verantwortung			Lehreinheit
Widmann, Renatus			BW
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Hausarbeit			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
In der Vorlesung werden die Grundlagen der mechanischen und biologischen Abfallbehandlung vermittelt. Es werden die für die Abfallbehandlung relevanten Parameter zur Charakterisierung und die entsprechenden Nachweisverfahren behandelt. Weitere Schwerpunkte sind die Energiegewinnung aus Abfällen und die Grundlagen von Abfallwirtschaftskonzepten. Die rechtlichen und wirtschaftlichen Grundlagen der HOAI runden die Vorlesung ab. In der Übung werden die in der Vorlesung vermittelten Grundlagen an praktischen Beispielen vertieft.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage, abfalltechnische Anlagen analog zur Vorplanung der HOAI zu projektieren und eine ökobilanzielle Bewertung im Rahmen einer Genehmigungsplanung zu erstellen. Sie sind fähig, die rechtlichen und naturwissenschaftlichen Zusammenhänge mit eigenen Worten zu erklären und Abfallkonzepte kritisch zu hinterfragen.

Description / Content English
The lecture communicates the basics of mechanical and biological waste management techniques. It covers those parameters, and the corresponding analytics relevant for waste treatment. Other focuses are set on the production of energy from waste and the basics of waste management concepts. The legal and economical basics of HOAI rounds off the lecture. During the exercise course, the knowledge conveyed during the lecture is consolidated by applying practical examples.
Learning objectives / skills English
The students are capable of designing waste treatment facilities in accordance with HOAI towards the approval planning level, including a life-cycle assessment. They are able to explain legal and natural scientific interactions using their own words, and question waste management concepts critically.

Literatur
-----------

White, P.; Franke, M.; Hindle, P. (2008): Integrated Solid Waste Management: A Lifecycle Inventory. Springer-Verlag GmbH  
Rhyner, C.; Schwartz, L.; Wenger, R.; Kohrell, M. (1995): Waste Management and Resource Recovery. CRC Press, Inc.  
[Download der aktuellen Übungen und Vorlesungen](#)

Modulname laut Prüfungsordnung			
Mechatroniklabor			
Module title English			
Mechatronics Practicals			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Mechatroniklabor			
Course title English			
Mechatronics Practicals			
Verantwortung			Lehreinheit
Söffker, Dirk; Kracht, Frederic; Geu Flores, Francisco			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		3	
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Studierende können aus einem Katalog von Projektangeboten der Mechatronikbezogenen Lehrstühle Mechanik, Mechatronik und Regelungstechnik und Systemdynamik geeignete Projekte auswählen. Projektangebote können sein:</p> <p>(1) interdisziplinäre Teamprojekte mit einem Umfang von 3 SWS, in denen Studierende in Teams von ca. 5 Teilnehmern mit unterschiedlichen Spezialdisziplinen (z.B. Mechanik, Steuerungs- und Regelungstechnik, Systemdynamik, Sensorik, Informatik, Mechatronik) eine technische Lösung eines komplexen Problems gemeinsam bearbeiten, lösen, in Betrieb nehmen und dokumentieren. Neben einer Zielsetzung mit hohem Motivationsgrad wird hier der Umgang mit modernster industrieller Technologie erlernt. Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ball fangender Roboter</li> <li>- autonom fahrendes Fahrzeug</li> <li>- mobiler Roboter Adonis</li> <li>- skalierter Prototyp CARina für Fahrdynamikuntersuchungen.</li> </ul> <p>(2) Auswahl von 3 Praktikumseinheiten à 1 SWS aus den Angeboten der Lehrstühle. Solche Praktikumseinheiten können Zusammenstellungen von Einzelversuchen sein oder aus Begleitpraktika bestehen, die neben der Vorlesung und Übung für einzelne Fächer angeboten werden: Beispiele sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hardware-in-the-Loop-Prüfstand für aktives Lenksystem</li> <li>- Zustandsregelung eines inversen Pendels</li> <li>- Beobachterbasierte Regelung eines Torsionsschwingers</li> <li>- Entwurf eines Störgrößenbeobachters für eine rotierende Welle</li> <li>- Begleitpraktikum Industrieroboter</li> <li>- Begleitpraktikum Fahrzeugtechnik und -dynamik</li> <li>- Begleitpraktikum Optimierung</li> <li>- Begleitpraktikum Mehrkörpersysteme</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Studierende erlernen anhand von ausgewählten praktischen Problemstellungen der Mechatronik den Umgang mit modernen Methoden der Systemanalyse und -realisierung sowie der Messdatenerfassung und -verarbeitung. Dabei findet ein Teil der Arbeiten an Prüfständen statt, so dass eine Hardware-Erfahrung auf jeden Fall sichergestellt werden kann.

### Description / Content English

Students can choose a suitable project from a catalogue of projects offered by the mechatronic related Chairs of Mechanics, Mechatronics, and Control and System Dynamics. Projects can be:

(1) interdisciplinary team projects with a scope of around 3 SWS, in which the students in teams of around 5 members from different specialisations (for eg. Mechanics, Control and System Dynamics, Sensors, Computer Science, Mechatronics) come up together with a technical solution for a complex problem, its implementation and its documentation. Alongside the requirement with a high degree of motivation the handling of modern industrial technology will be learnt. Examples:

- Ball catching Robot
- Autonomous Driving Vehicle
- Mobile Robot Adonis
- Scaled Prototype CARina for testing vehicle dynamics.

(2) Choice of 3 practical units at 1SWS from the choices offered by the chairs. Such units can be set up with individual tests or from a lecture accompanying practicals. Examples are

- Hardware-in-the-loop test rig of an active steering system
- State-space control of an inverted pendulum
- Observer-based control of a torsion oscillator
- Design of a disturbance observer for a rotating shaft
- Lecture-accompanying practicals related to an industrial robot.
- Lecture-accompanying practicals related to vehicle technology and dynamics
- Lecture-accompanying practicals related to optimisation
- Lecture-accompanying practicals related to multi-body simulation

### Learning objectives / skills English

Students learn with the help of specific practical problems of mechatronics the handling of modern methods of system analysis and realisation as well as the collection of measuring data, and its processing. A part of the work will take place on test-rigs, such that a certain hardware experience is guaranteed.

### Literatur

Projekt- bzw. Versuchsbeschreibungen mit weiterführenden Literaturangaben

Modulname laut Prüfungsordnung			
Membrane Technology for Water Treatment			
Module title English			
Membrane Technology for Water Treatment			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Membrane Technology for Water Treatment			
Course title English			
Membrane Technology for Water Treatment			
Verantwortung			Lehreinheit
Panglisch, Stefan			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Druckgetriebenen Membranverfahren</li> <li>- Elektrodialyse</li> <li>- Transportphänomene an und durch Membranen</li> <li>- Vor- / Nachbehandlung</li> <li>- Hybride Prozesse</li> <li>- Betrieb von Umkehrosmoseanlagen zur Entsalzung</li> <li>- Fouling und Scaling</li> <li>- Fallbeispiele von Membrananlagen</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden sind in der Lage, die Grundlagen der Membrantechnik (inkl. Transportphänomene an und durch Membranen, die speziellen Membraneigenschaften und die verschiedenen Membranprozesse mit ihren unterschiedlichen Aufbereitungszielen) zu erläutern und zu beschreiben. Weiterhin sind die Studierenden dazu fähig, verschiedene Membranprozesse grundlegend zu dimensionieren.</p>

Description / Content English
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pressure driven membrane processes</li> <li>- Electrodialysis,</li> <li>- Transport phenomena to and across membranes,</li> <li>- Pre- and post-treatment of water,</li> <li>- Hybrid processes</li> <li>- Operation of reverse osmosis plants for desalination</li> <li>- Fouling and Scaling</li> <li>- Case studies of membrane systems</li> </ul>
Learning objectives / skills English

The students are able to explain and to describe the basics of membrane processes (incl. transport phenomena to and through membranes, membrane properties and various membrane processes with different treatment targets). Further on, students are able to design fundamentally different membrane processes.

### Literatur

Synthetic Membrane Processes: Fundamentals and Water Applications; Belfort; Academic Press Inc., Orlando (1984)  
Basic Principles of Membrane Technology; Mulder; Kluwer Academic Publisher (1991)  
Reverse Osmosis Technology; Applications for High-Purity-Water Production; Ed.: B.S. Parekh; Marcel Dekker Inc, New York (1988)  
Salt-Water Purification; K.S. Spiegler; Wiley&sons, Chichester (1962)  
Winston Ho, W. S.; Sirkar, K. K.; Membrane Handbook; Chapman & Hall New York, London 1992  
Membranverfahren - Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung; Thomas Melin; Springer-Verlag 2007, ISBN 3-540-00071-2  
Richard W. Baker; Membrane Technology and Applications; John Wiley & Sons Ltd.2004, ISBN: 0-07-135440-9  
Wang, Chen, Hung, Shamas (eds.); Membrane and Desalination Technologies; Volume 13 – Handbook of Environmental Engineering; Springer 2011, ISBN: 978-1-58829-94

Modulname laut Prüfungsordnung				
Methoden der Systemtechnik				
Module title English				
Systems Engineering Methods				
Kursname laut Prüfungsordnung				
Methoden der Systemtechnik				
Course title English				
Systems Engineering Methods				
Verantwortung				Lehreinheit
Noche, Bernd; Goudz, Alexander				MB
Kreditpunkte		Turnus	Sprache	
5		SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar	
2	1			
Studienleistung				
Prüfungsleistung				
Mündliche Prüfung				
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung				

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Themenschwerpunkte der Veranstaltung sind u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung und Anwendung der Systemtechnik</li> <li>- Planung komplexer innovativer Systeme</li> <li>- Systemtechnischer Ansatz bei der Anlagenplanung</li> <li>- Systemtechnische Planungsmethodik</li> <li>- Planungs- und Problemlösungstechniken</li> <li>- Systemtechnische Methodenbank (SMB)</li> <li>- Bewertung und Auswahl von Systemen und Projekten</li> <li>- Spezielle Problemstellungen der Anlagenplanung</li> <li>- Fallstudien.</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden erhalten interdisziplinäre Fähigkeiten und Kenntnisse. Sie sind in der Lage, Methoden und Techniken der Systemtechnik auszuwählen und anzuwenden, in Teamarbeit eine wissenschaftliche Dokumentation zu erstellen und die Ergebnisse zu präsentieren und kritisch zu diskutieren.</p>

Description / Content English
-------------------------------



Main topics of the lecture are:

- Systems Engineering Development and Application
- Designing Complex Systems
- Systems Engineering Approaches in Facilities Planning
- Methodology of Planning
- Problem Solving and Planning Techniques
- Methods of Systems Engineering
- Evaluation and Selection of Systems and Projects
- Special Cases in Complex System Planning
- Case Studies etc.

#### **Learning objectives / skills English**

The students will gain interdisciplinary knowledge and skills. They are able to select and apply systems engineering methods and techniques, to work in teams, to prepare a scientific documentation, to give a successful presentation and discuss the solutions.

#### **Literatur**

- Watter H. (2022). Regenerative Energiesysteme: Grundlagen, Systemtechnik Und Analysen Ausgefuehrter Beispiele Nachhaltiger Energiesysteme. Springer Verlag.
- Huang, C.-Y., Dekkers R., Chiu S.F., Popescu D., Quezada L. (2023). Logistics Engineering and Management. In: Intelligent and Transformative Production in Pandemic Times. Switzerland: Springer International Publishing AG.
- Bruns, M. (2013). Systemtechnik: Ingenieurwissenschaftliche Methodik zur interdisziplinären Systementwicklung. Springer.
- Furterer, S. (2021): Systems Engineering.
- David D. Walden, ESEP, Garry J. Roedler, ESEP, Kevin J. Forsberg, ESEP, R. Douglas Hamelin, Thomas M. Shortell (2023). Systems engineering handbook : a guide for system life cycle processes and activities. 5th ed. Hoboken, N.J. : Wiley.
- Lindemann, Udo (2009). Methodische Entwicklung technischer Produkte. 3 Aufl. Springer.
- Schlink H. (2019). Wirtschaftlichkeitsrechnung für Ingenieure: Grundlagen für die Entwicklung technischer Produkte. Wiesbaden: Springer.

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Modellierung von Logistiksystemen			
<b>Module title English</b>			
Modeling of Logistics Systems			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Modellierung von Logistiksystemen</b>			
<b>Course title English</b>			
Modeling of Logistics Systems			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Noche, Bernd; Goudz, Alexander			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	E	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Vorlesung enthält eine Einführung in die ereignisdiskrete Simulation zur Abbildung diskreter stochastischer Prozesse. Es werden grundlegende Kapitel der Stochastik behandelt sowie die Vorgehensweise bei der Modellierung und Analyse logistischer Systeme anhand von Projekten aus der industriellen Praxis. Des Weiteren wird in die Optimierung in Verbindung mit der Simulationstechnik eingeführt. Die Teilnehmer werden zunächst mit kleineren Modellen konfrontiert und später an die Lösung komplexerer Aufgabenstellungen herangeführt.</p> <p>Inhalte im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlegende Begriffe</li> <li>- Stochastische Grundlagen</li> <li>- Erzeugung von Zufallszahlen</li> <li>- Einführung in bausteinorientierte Simulationssysteme</li> <li>- Beschreibung von Bausteingruppen</li> <li>- Spezielle Programmiersprachen</li> <li>- Validierung von Simulationsmodellen</li> <li>- Ergebnisdienste und Interpretationen</li> <li>- Durchführung von Simulationsstudien</li> <li>- Simulationstechnik als Bestandteil von Beratungsprojekten u.a.</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Teilnehmer haben die ereignisdiskrete Simulationstechnik im Unterschied zur kontinuierlichen Simulation kennen gelernt und sind in der Lage für konkrete Aufgabenstellungen die jeweils günstigste Technik zu nutzen. Sie verstehen die Grundprinzipien der jeweiligen Technik und beherrschen eine konkrete Software. Sie sind in der Lage Modelle mittlerer Größe und moderater Komplexität zu erstellen. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit verschiedene Softwarefunktionen zu nutzen um das Verhalten der Modelle zu analysieren und die Ergebnisse zu erklären. Die Teilnehmer können die Güte von Simulationsstudien beurteilen und Kriterien zur Validierung der Modelle anwenden.</p>

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

The lecture contains an introduction in discrete event simulation for the modelling of discrete stochastic processes. Basic chapters of stochastics are discussed as well as procedures for the modeling and analysis of logistic systems explained with examples from industrial projects. Furthermore there is an introduction in optimisation in conjunction with simulation technology. At the beginning students have to analyze small models, later a guidance for solving complex models is given. The lesson has the following content:

- Basic concepts
- Stochastic basics
- Generation of random numbers
- Introduction to block-oriented simulation systems
- Description of block groups
- Special programming languages
- Validation of simulation models
- Result services and interpretations
- Implementation of simulation studies
- Simulation technology as a component of consulting projects, etc.

### Learning objectives / skills English

The participants will be familiar with discrete-event simulation technology as opposed to continuous simulation and will be able to use the most favorable technology for specific tasks. They will understand the basic principles of the respective technique and be able to use specific software. They are able to create models of medium size and moderate complexity. Students acquire the ability to use various software functions to analyze the behavior of the models and explain the results. Students will be able to assess the quality of simulation studies and apply criteria to validate the models.

### Literatur

Arnold, D.; Furmans, K. (2019). Materialfluss in Logistiksystemen, Springer-Verlag.  
Volosencu, C.; Seoung Ryoo, C. (2022). Simulation Modeling. IntechOpen.  
Tempelmeier, H. (2018). Modellierung logistischer Systeme, Springer-Verlag.  
Abou Jaoudé, Abdo (2024). Simulation Modeling : Recent Advances, New Perspectives, and Applications.  
Engelhardt-Nowitzki, C., Nowitzki, O.; Krenn, B. (2008). Management komplexer Materialflüsse mittels Simulation: State-of-the-Art und innovative Konzepte; Deutscher Universitäts-Verlag.  
Altiock, T.; Melamed, B. (2007). Simulation Modeling and Analysis with ARENA; Elsevier.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Modelling and control of internal combustion engines and hybrid Propulsion Systems M (UniBo)			
Module title English			
Modelling and control of internal combustion engines and hybrid Propulsion Systems M (UniBo)			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Modelling and control of internal combustion engines and hybrid Propulsion Systems M (UniBo)			
Course title English			
Modelling and control of internal combustion engines and hybrid Propulsion Systems M (UniBo)			
Verantwortung			Lehreinheit
Cavina, Nicolò			UniBo
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Mündliche oder schriftliche Prüfung im Ausland			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Description / Content English
<p>The first part of the course deals with modeling and simulation of internal combustion engines, with a control-oriented approach.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Model objectives: to determine the main engine operating parameters time (or crank-angle based) histories.</li> <li>- Mass and energy balance application to the main engine sub-volumes.</li> <li>- Crank-angle vs time based simulation. Discrete vs continuous engine models. Intake air mass flow simulation: throttle model. Four-cylinder engine model.</li> <li>- Wide Open Throttle (WOT) and load step simulations.</li> <li>- Engine control calibration.</li> <li>- Simulation of steady-state and transient conditions.</li> <li>- Comparison between Alfa-N, Speed-Density and MAF systems for determining intake air mass flow.</li> <li>- Lambda closed-loop control. Fuel film model and compensator.</li> <li>- Cruise control system. Idle speed control system.</li> <li>- Overview of the main control and diagnostics issues related to the application of hydrogen in internal combustion engines.</li> </ul> <p>After discussing the main motivations for hybrid powertrains, the second part of the course presents an overview of optimal control theory and introduces a control-oriented model of a hybrid vehicle. Possible solutions for energy consumption minimization are then developed and analyzed in a simulation environment.</p>
Learning objectives / skills English

The course has the objective of better understanding modern internal combustion engines for motor vehicles and hybrid propulsion systems, with particular reference to their architecture, functionality, environmental impact and control system. Students develop the ability to model dynamic systems, with a control-oriented approach and with particular application to internal combustion engines and hybrid powertrains (electric, mechanical, hydraulic,...). An overview of the main control and diagnostics issues related to the application of hydrogen in internal combustion engines will be provided too. Finally, the course provides the knowledge necessary to develop control strategies based on physical models of the system (powertrain and / or vehicle), and oriented to the minimization of fuel consumption and pollutant emissions.

### Literatur

Handouts concerning some elements of the program, exercises and examples, are available on AMS Campus. The following list presents the main publications that could be used by the students to deepen specific topics, or to complement their background on the subject.

- „Introduction to modeling and control of internal combustion engine systems“, L. Guzzella, C. H. Onder, Springer, 2010, ISBN 978-3-642-10775-7
- „Engine Modeling and Control“, R. Isermann, Springer, 2014, ISBN 978-3-662-50629-5
- “Vehicle Propulsion Systems: Introduction to Modeling and Optimization”, L. Guzzella, A. Sciarretta, Springer, 2013, ISBN 978-3-642-43847-9
- „Hybrid Electric Vehicles - Energy Management Strategies“, S. Onori, L. Serrao, G. Rizzoni, Springer, 2016, . ISBN 978-1-4471-6779-2

Modulname laut Prüfungsordnung			
Moderne Energiesysteme			
Module title English			
Modern Energy Systems			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Moderne Energiesysteme			
Course title English			
Modern Energy Systems			
Verantwortung			Lehreinheit
Hoster, Harry; Roes, Jürgen			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

### Beschreibung / Inhalt Deutsch

Im Rahmen dieser Veranstaltung werden ausgewählte Energiesysteme, die für die Transformation der Energiewirtschaft (Energiewende) bedeutsam sein werden, stofflich, energetisch und hinsichtlich ihrer Kostenstrukturen bilanziert. Nach der einführenden Darstellung wesentlicher energiewirtschaftlicher Zusammenhänge werden die Funktionsweise wichtiger Prozesse und die erforderlichen Methoden zur Bewertung vorgestellt. Ein Schwerpunkt der Modernen Energiesysteme liegt im Bereich der Anlagen, die die Residuallast darstellen können. Die Residuallast ist die in einem Elektrizitätsnetz nachgefragte Leistung abzüglich des Anteils fluktuierender, nicht steuerbarer Einspeisung von Erneuerbaren Energien, also die Restnachfrage, die von regelbaren Kraftwerken erbracht werden muss. Dazu werden u.a. moderne Konzepte fossil gefeuerter Kraftwerke (u.a. Gasturbinen und GuD-Anlagen) und von Blockheizkraftwerken zur dezentralen Strom- und Wärmeversorgung (KWK) vorgestellt und bilanziert. Ein Kapitel behandelt die Brennstoffzelle als innovativer elektrochemischer Energiewandler. Des Weiteren werden die Grundlagen der Kernenergie, der international eine bedeutsame Rolle bei der CO<sub>2</sub>-freien Stromerzeugung beigemessen wird, vorgestellt und aktuelle und zukünftige Reaktorkonzepte dargestellt. Auch der Bereich der Wärmeversorgung weist ein hohes Einsparpotenzial für Kohlendioxidemissionen auf. Zur Aktivierung der Wärmewende werden u.a. Wärmepumpen und im urbanen Raum Wärmenetze zur Einbindung erneuerbarer Energien als notwendig angesehen. Dazu werden moderne Methoden der Wärme- und Kältebereitstellung beleuchtet.

1. Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen
2. Prinzip von modernen Dampfkraftanlagen
3. Gasturbinen und GuD-Anlagen
4. Kraft-Wärme-Kopplung
5. Brennstoffzellen
6. Kernenergie
7. Wärme- und Kältebereitstellung

Die Vorlesung strebt das vertiefte Verständnis wichtiger komplexer Systeme der Energietechnik unter technischen, ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten an, so dass der Studierende anhand praxisnaher Beispiele zu eigenen qualitativen und quantitativen Aussagen kommt.

### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden kennen moderne Systeme zur Strom- und Wärmeversorgung nach dem aktuellen Stand der Technik sowie die in der Entwicklung befindlichen zukünftigen Energiesysteme. Die Studierenden können diese modernen Energiesysteme anhand der grundlegenden Methoden zur technischen bzw. ökologischen Beurteilung von Prozessen und Verfahren bewerten und die Wirtschaftlichkeit von Prozessen der Energietechnik (Verfahrensvergleich) beurteilen. Die Studierenden haben dadurch tiefergehende Fachkenntnisse im komplexen Technologiefeld von Energietechnik und Energiewirtschaft.

### Description / Content English

Selected energy systems, that will be important for the transformation of the energy industry (energy transition), will be analysed in terms of materials, energy and cost structures. After an introductory presentation of key energy industry relationships, the functioning of important processes and the methods required for evaluation will be presented. One focus of Modern Energy Systems lies in the area of systems that can represent the residual load. The residual load is the power demanded in an electricity grid minus the share of fluctuating, uncontrollable feed-in from renewable energies, i.e. the residual demand that must be met by controllable power plants. To this end, modern concepts of fossil-fuelled power plants (including gas turbines and CCGT plants) and combined heat and power plants for decentralised electricity and heat supply (CHP) are presented and balanced. One chapter deals with the fuel cell as an innovative electrochemical energy converter. In addition, the basics of nuclear energy, which is internationally recognised as playing an important role in CO<sub>2</sub>-free power generation, are presented and current and future reactor concepts are outlined. The heat supply sector also has a high potential for reducing carbon dioxide emissions. To activate the heat transition, heat pumps and, in urban areas, heating networks for the integration of renewable energy sources will be presented.

1. Energy-economic framework conditions
2. Principle of modern steam power plants
3. Gas turbines and combined cycle plants
4. Combined heat and power generation
5. Fuel cells
6. Nuclear energy
7. Heat and cold generation

The lecture aims to a deep understanding of important complex systems in energy technology from a technical, economic and ecological point of view so that own qualitative and quantitative statements based on practical examples are possible.

### Learning objectives / skills English

Students are familiar with modern systems for electricity and heat supply according to the current state of the art as well as future energy systems currently under development. Students will be able to evaluate these modern energy systems using the basic methods for the technical and ecological assessment of processes and procedures and assess the economic efficiency of energy technology processes (process comparison). As a result, students have in-depth specialist knowledge in the complex technology field of energy technology and energy management.

### Literatur

K. Strauß; Kraftwerkstechnik zur Nutzung fossiler, regenerativer und nuklearer Energiequellen; Springer-Verlag, Berlin 2006  
K. Lucas; Thermodynamik - Die Grundgesetze der Energie- und Stoffumwandlungen; Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York (1995)  
R. Zahoransky (Hrsg.); Energietechnik; Verlag Springer Vieweg 2022  
A. Heinzl, F. Mahlendorf, J. Roes (Hrsg.); Brennstoffzellen – Entwicklung, Technologie, Anwendung; 3. Auflage, ISBN 3-7880-7741-7, C.F. Müller Verlag, Hüthig GmbH & Co., Heidelberg 2006

Modulname laut Prüfungsordnung			
Motions of sustainable and autonomous maritime systems 1			
Module title English			
Motions of sustainable and autonomous maritime systems 1			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Motions of sustainable and autonomous maritime systems 1			
Course title English			
Motions of sustainable and autonomous maritime systems 1			
Verantwortung			Lehreinheit
el Moctar, Bettar Ould; Neugebauer, Jens			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			2
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Vorlesung befasst sich mit dem Seeverhalten nachhaltiger und autonomer maritimer Systeme, wie Schiffe und Offshore-Strukturen. Es werden die lineare Wellentheorie, die Bewegungsgleichungen starrer Körper und die mathematische Modellierung des natürlichen Seegangs behandelt. In einem zweiten Abschnitt wird ein Überblick über die verschiedenen Manövrierorgane von Schiffen gegeben. Es numerische und experimentelle Methoden zum Nachweis der Manövrierfähigkeit vermittelt. Aspekte der Nachhaltigkeit werden in Bezug auf die Minimierung des seegangsbedingten Zusatzwiderstands behandelt.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage, gängige Methoden zur Beurteilung des Seeverhaltens von Schiffen und Offshore-Strukturen anzuwenden und deren physikalischen Hintergründe zu erklären. Die Studierenden kennen die Wirkungsweise und Charakteristiken typischer Manövrierorgane von Schiffen und sind in der Lage, anhand technischer Randbedingungen geeignete Manövrierorgane auszuwählen und Konzepte für die Manövrieranlagen auf Schiffen zu erstellen. Die Studierenden kennen die relevanten Methoden für die Untersuchung des Manöviervhaltens von Schiffen und sind in der Lage, die Manövrierfähigkeit anhand von Messdaten zu analysieren.

Description / Content English
The lecture deals with the seakeeping of sustainable and autonomous maritime systems, such as ships and offshore structures. The linear wave theory, the equations of motion for rigid bodies and the mathematical modeling of natural seaway are covered. In a second section, an overview of the various maneuvering devices of ships is provided. Numerical and experimental methods for demonstrating maneuverability are covered. Aspects of sustainability are addressed with regard to minimizing the wave-induced additional resistance.
Learning objectives / skills English



Students are able to apply state-of-the-art methods to assess the seakeeping of ships and offshore structures as well as their physical background. Students know the working principles and characteristics of typical maneuvering devices of ships and are able to select suitable maneuvering devices based on technical boundary conditions and to develop concepts for maneuvering systems on ships. Students know the relevant methods for investigating the maneuvering behavior of ships and are able to analyze maneuverability based on measurement data.

## Literatur

- V. Bertram: Practical Ship Hydrodynamics, Butterworth-Heinemann, 2000  
A. R. J. M. Lloyd: Seakeeping - Ship behaviour in rough weather, Ellis Horwood, 1998  
J. J. Jensen: Load and Global Response of Ships, Elsevier Science, Oxford, UK, 2001  
O. M. Faltinsen: Hydrodynamics of High-Speed Marine Vehicles, Cambridge University Press, UK, 2006  
I. Fossen: Handbook of Marine Craft Hydrodynamics and Motion Control, Wiley & Sons Ltd., 2011  
V. Bertram: Practical Ship Hydrodynamics, Butterworth-Heinemann, 2000  
J. E. Brix (Hrsg.): Manoeuvring Technical Manual, Seehafen Verlag, 1993  
C. L. Crane, H. Eda, A. Landsberg: Controllability, In: Principles of Naval Architecture, Volume III, Chapter 9, SNAME, 1989

Modulname laut Prüfungsordnung			
Motions of sustainable and autonomous maritime systems 2			
Module title English			
Motions of sustainable and autonomous maritime systems 2			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Motions of sustainable and autonomous maritime systems 2			
Course title English			
Motions of sustainable and autonomous maritime systems 2			
Verantwortung			Lehreinheit
el Moctar, Bettar Ould; Neugebauer, Jens			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			2
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Vorlesung vertieft die Kenntnisse über das Seeverhalten nachhaltiger und autonomer maritimer Systeme, wie z.B. Schiffe und Offshore-Strukturen. Es werden Methoden zur Ermittlung der seegangsbedingten Belastungen auf maritime Strukturen vermittelt. Dies schließt die Berechnung der Schnitt- und lokalen Lasten ein. In einem zweiten Abschnitt werden Methoden zur mathematischen Beschreibung des Manövrierverhaltens von Schiffen vermittelt. Es werden Vorgehensweisen zur Identifikation relevanter Parameter von Manövriermodellen thematisiert. Aspekte der Nachhaltigkeit werden hinsichtlich der Reduktion des Widerstands beim Manövrieren thematisiert. Es werden wirksame Modellierungen für das Manövrierverhalten automatisierter Systeme vermittelt.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage, die seegangsbedingten Belastungen auf Schiffe und Offshore-Strukturen zu ermitteln. Sie kennen unterschiedliche Ansätze zur mathematischen Modellierung des Manövrierverhaltens von Schiffen. Sie sind in der Lage, Koeffizienten für Manövriermodelle zu ermitteln und Manöviervorgänge zu berechnen.

Description / Content English
The lecture extends the knowledge of the seakeeping behavior of sustainable and autonomous maritime systems, such as ships and offshore structures. Methods for determining the wave-induced loads acting on maritime systems are conveyed, including the calculation of sectional and local loads. In a second section, methods for the mathematical description of the maneuvering behavior of ships are conveyed. Approaches for identifying relevant parameters of maneuvering models are discussed. Sustainability is addressed with regard to reducing resistance during maneuvering. Sufficient maneuvering models for automated systems are discussed.
Learning objectives / skills English
Students are able to determine the wave-induced loads on ships and offshore structures. They are familiar with different approaches to mathematical modeling of ship maneuvering behavior and are able to calculate coefficients for maneuvering models and simulate maneuvering processes.

## Literatur

- V. Bertram: Practical Ship Hydrodynamics, Butterworth-Heinemann, 2000  
A. R. J. M. Lloyd: Seakeeping - Ship behaviour in rough weather, Ellis Horwood, 1998  
J. J. Jensen: Load and Global Response of Ships, Elsevier Science, Oxford, UK, 2001  
O. M. Faltinsen: Hydrodynamics of High-Speed Marine Vehicles, Cambridge University Press, UK, 2006  
I. Fossen: Handbook of Marine Craft Hydrodynamics and Motion Control, Wiley & Sons Ltd., 2011  
V. Bertram: Practical Ship Hydrodynamics, Butterworth-Heinemann, 2000  
J. E. Brix (Hrsg.): Manoeuvring Technical Manual, Seehafen Verlag, 1993  
C. L. Crane, H. Eda, A. Landsberg: Controllability, In: Principles of Naval Architecture, Volume III, Chapter 9, SNAME, 1989

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Motorcycle Vehicle Dynamics (UniBo)			
<b>Module title English</b>			
Motorcycle Vehicle Dynamics (UniBo)			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Motorcycle Vehicle Dynamics (UniBo)</b>			
<b>Course title English</b>			
Motorcycle Vehicle Dynamics (UniBo)			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Martini, Leonardo			UniBo
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
6	WiSe	E	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Mündliche oder schriftliche Prüfung im Ausland			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

#### Motorcycle kinematics

- geometry and kinematic parameters
- steering angle and trim
- tire cross section and trajectory in a turn

#### Suspensions

- architecture and kinematics of front and rear suspensions
- stiffness and damping characteristics
- determination of the reduced parameters

#### Tire modelling

- analytical models
- semi-empirical models
- tire-road contact forces

#### Motorcycle dynamics

- steady state rectilinear motion
- in-plane vibration modes
- road excitation models
- analysis of the effects of the motorcycle response on grip/handling and rider's comfort
- transient rectilinear motion: acceleration and braking
- steady turning
- transient phases of cornering
- gyroscopic effects
- stability and motorcycle vibration modes
- influence of the main design parameters on stability
- techniques for experimental identification of the motorcycle modal parameters
- rider-motorcycle interaction (brief introduction)

#### Numerical modelling of the motorcycle dynamics

- Lagrangian approach: stability in rectilinear motion; sensitivity analysis of the main parameters; stability in cornering; effects of structural stiffness on stability
- modelling with commercial software: simulating maneuvers characterized by high non-linearity; simulating critical events and scenarios; simplified models for traction-control/anti-wheelie and/or anti-lock braking systems

#### Experimental tests and model validation

- experimental identification of physical parameters (mass, inertia tensor, tire characteristics, suspension characteristics, steering torque)
- estimation of kinematic quantities
- estimation of dynamic quantities
- virtual tests for implementing strategies to optimize the motorcycle performance: case studies

#### Learning objectives / skills English

Students are introduced to procedures and methods for modelling, identification, design, analysis of dynamical models of motorcycle systems. Tools: - analytical tools, to understand the basic system mechanical behaviour; - numerical tools, in order to simulate complex mechanical systems; - experimental tools, to make it possible critical parameters to be identified.

#### Literatur

The slides shown during the course will be made available for download.

Suggested books (not mandatory):

- Cossalter V. Motorcycle Dynamics. 2nd ed. LULU, 2006.
- Pacejka HB. Tire and Vehicle Dynamics. 3rd ed. Oxford, Butterworth-Heinemann. 2012.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Multibody Dynamics			
Module title English			
Multibody Dynamics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Multibody Dynamics			
Course title English			
Multibody Dynamics			
Verantwortung			Lehreinheit
Geu Flores, Francisco; Kowalczyk, Wojciech			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Der Kurs ist in fünf Abschnitte untergliedert, welche sich auf das Verständnis der Grundlagen der Mehrkörperdynamik konzentrieren:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Die Abstraktion von mechanischen Bauteilen / Subsystemen als kinetostatische Übertragung von Bewegung und Kräften</li> <li>2) Die Idee, Mehrkörper-Dynamikgleichungen nur unter Verwendung von Kinematiken zu generieren („kinematische Differentiale“)</li> <li>3) Die Idee der Generierung von Mehrkörper-Dynamikgleichungen unter Verwendung der Bewegungs- und Kraftübertragung</li> <li>4) Konzepte und Methoden zur Lösung von Bewegungsgleichungen mit kinematischen Schleifen</li> <li>5) Eine Einführung in den methodischen Ansatz von ADAMS</li> </ol>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Das Ziel dieser Lehrveranstaltung ist es, einen Einblick in die grundlegenden mechanischen und rechnerischen Prozesse bei der Erzeugung und numerischen Lösung von Bewegungsgleichungen komplexer 3D-Mehrkörpersysteme zu geben und die Studierenden in deren Anwendung zu schulen. Darüber hinaus erwerben die Studierenden Kenntnisse über die numerischen Hintergründe der Mehrkörper-Software ADAMS sowie Kenntnisse über deren Anwendung im Computerlabor.</p>

Description / Content English
<p>The course is organized in five parts, each part focusing in the understanding of one principal idea in complex multibody dynamics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) The abstraction of a mechanical part/subsystem/system as a kinetostatic transmission of motion and forces</li> <li>2) The idea of generating multibody dynamics equations using only kinematics („kinematical differentials“)</li> <li>3) The idea of generating multibody dynamics equations using solely motion and force transmission</li> <li>4) The concepts and methods to solve kinematical-loop constraint equations</li> <li>5) Quick tour through the methodological approach of ADAMS</li> </ol>
Learning objectives / skills English

The goal of the course is to offer insight into the fundamental mechanical and computational processes involved in the generation and numerical solution of the equations of motion of complex 3D multibody systems, and to train students on how to apply them. In addition, students are imparted understanding of the numerical background behind the multibody software ADAMS and acquire skills in the use of it in a computer lab.

### Literatur

Nikravesh; Computer-aided analysis of mechanical systems; Prentice Hall

Haug; Computer-Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems; Allyn and Bacon

Modulname laut Prüfungsordnung			
Nachhaltige Energievektoren			
Module title English			
Sustainable Energy Vectors			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Nachhaltige Energievektoren			
Course title English			
Sustainable Energy Vectors			
Verantwortung			Lehreinheit
Hoster, Harry; Mahlendorf, Falko			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Im Rahmen der Vorlesung werden die physikalischen und systemtechnischen Grundlagen der Nutzung der Windenergie (Leistungsdichte des Winds, Windmessung, Windenergiekonverter), der Wasserkraft (Aufbau und Komponenten einer Wasserkraftanlage, Pumpspeicherkraftwerke), Meeresenergie (Leistung von Wasserwellen, Meeresströmungskraftwerke), Gezeitenenergie (Entstehung von Ebbe und Flut, Gezeitenkraftwerke) und der Geothermie (oberflächennahe und hydrothermale Erdwärmenutzung, heiße Gesteinsschichten) behandelt. Ein weiteres Schwerpunktthema bildet die Photosynthese und die Möglichkeiten der energetischen Biomassenutzung (Verbrennung, Vergasung, Pyrolyse, Biogaserzeugung, Äthanolherstellung). Bei jeder Technologie wird auf den erreichten Stand der Technik eingegangen sowie die technischen und wirtschaftlichen Potentiale diskutiert.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Der Student ist in der Lage, regenerative Energiesysteme auf Basis Wind, Wasserkraft, Geothermie, und Biomasse technisch und ökonomisch zu bewerten. Das zukünftige Potential und der Stand der Technik sind bekannt.

Description / Content English
The physical and technical fundamentals of wind energy conversion like power density of wind, measurement of wind speed and wind energy conversion principles will be explained. For water power, the relevant topics are construction principles and components, especially types of turbines, and pumped storage stations as well as energy conversion of tidal and ocean current and waves. The different types of geothermal energy (near surface, hydrothermal, hot dry rock) and biomass are further main foci, including combustion and gasification technology, fermentation for ethanol and biogas generation. For each of these technologies, the achieved state-of-the-art will be presented, the future technical and economical potential will be discussed.
Learning objectives / skills English
The students are able to judge regenerative energy systems on basis of wind and water power, biomass and geothermal energy with respect to technology and economics. The future potential and the state-of-the-art are known.



## Literatur

- Martin Kaltschmitt, Andreas Wiese, „Erneuerbare Energien“, Springer Verlag
- Manfred Kleemann, Michael Meliß, „Regenerative Energiequellen“, Springer Verlag
- Jochen Fricke, Walter Borst, „Energie – Ein Lehrbuch der physikalischen Grundlagen“, R. Oldenbourg Verlag
- Volker Quaschnig, „Regenerative Energiesysteme“, Hanser Verlag

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Noise and vibrations of sustainable maritime systems			
<b>Module title English</b>			
Noise and vibrations of sustainable maritime systems			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Noise and vibrations of sustainable maritime systems</b>			
<b>Course title English</b>			
Noise and vibrations of sustainable maritime systems			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
el Moctar, Bettar Ould; Lantermann, Udo			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	E	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		1
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die Vorlesung befasst sich mit Vibrationen und Schallemissionen maritimer Systeme. Es werden globale und lokale Vibrationen auf maritimen Strukturen, deren Erregungsquellen, Berechnungsmethoden und Auswirkungen behandelt. Schallemissionen können durch Vibrationen dieser Strukturen oder durch andere Schallquellen maritimer Systeme generiert werden. Zu den wichtigsten Schallquellen zählen rotierende Strömungsmaschinen im Wasser wie Turbinen oder Propeller und damit verbundene Druckschwankungen, die durch Phänomene wie Kavitation verstärkt werden können.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
The lecture deals with vibrations and acoustic emissions of maritime systems. Global and local vibrations on maritime structures, their excitation sources, calculation methods and effects are covered. Acoustic emissions can be generated by vibrations of these structures or by other sound sources of maritime systems. Among the most important sound sources are rotating fluid machinery in the water such as turbines or propellers and associated pressure fluctuations, which can be amplified by phenomena such as cavitation.

<b>Description / Content English</b>
Die Studierenden sind in der Lage, die Berechnungsmethoden zur Vorhersage von Vibrationen an maritimen Strukturen zu erläutern. Weiterhin sind sie fähig, Erregerquellen sowie Maßnahmen zur Reduktion bzw. Vermeidung von Schwingungen zu identifizieren. Die Studierenden sind weiterhin in der Lage, die wichtigsten Ursachen Schallemissionen maritimer Systeme zu erkennen und Vorhersagen für Schallemissionen mit verschiedenen empirischen und numerischen Methoden zu treffen.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students are able to explain the calculation methods for the prediction of vibrations on maritime structures. Furthermore, they are able to identify excitation sources as well as measures to reduce or avoid vibrations. The students are furthermore able to identify the most important causes of acoustic emissions of maritime systems and to make predictions for acoustic emissions using different empirical and numerical methods.

## Literatur

I. Asmussen, W. Menzel, H. Mumm: Ship Vibration, GL Technology, Germansicher Lloyd, Hamburg, 2001  
H. Söding, W. Fricke, G. Jensen: Schiffsvibrationen, Vorlesungsmanuskript, TUHH, 2007  
J. M. Ross: Human Factors for Naval Marine Vehicle Design and Operation, Ashgate Publishing, 2009  
D. Gross, W. Hauger, J. Schröder, W.A. Wall: Technische Mechanik – Band 3: Kinetik, Springer, 2006

Modulname laut Prüfungsordnung			
Numerics and Flow Simulation			
Module title English			
Numerics and Flow Simulation			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Numerics and Flow Simulation			
Course title English			
Numerics and Flow Simulation			
Verantwortung			Lehreinheit
Kempf, Andreas Markus			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Vorlesung vermittelt detailliertes Verständnis numerischer Verfahren zur Simulation strömungsmechanischer Probleme (CFD, computational fluid dynamics). Die Inhalte gliedern sich in zwei Teile:</p> <p>Teil 1: mathematische Grundlagen der Lösung von Transport- und Erhaltungsgleichungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpolationsverfahren, numerische Integration und Differentiation</li> <li>- Finite Volumen Diskretisierung konvektiver und diffusiver Flüsse, Zeitintegration</li> <li>- Druck-Geschwindigkeits Kopplung</li> <li>- 3D-CFD, Simulation der turbulenten Strömung mit Reynolds-gemittelter Gleichungen, Simulation der turbulenten Strömung mit Grobstruktur-Modellen (LES)</li> </ul> <p>Teil 2: Einführung in die Simulationspraxis am Beispiel von OpenFOAM</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Integration der Strömungssimulation im CAE Prozess, Grundkonzepte von OpenFOAM</li> <li>- Simulation turbulenter, inkompressibler Strömungen</li> <li>- Simulation kompressibler, reibungsfreier und reibungsbehafteter Strömungen</li> <li>- Programmierung von Löser-Erweiterungen</li> </ul> <p>Die Übung im Teil 1 wird durch Programmierung von Matlab Programmen begleitet, im Teil 2 wird die Bedienung von OpenFOAM vermittelt.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Studierende die die Vorlesung erfolgreich besucht haben:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kennen die Stärken und Schwächen numerischer Verfahren im Kontext der Strömungssimulation</li> <li>2. Sind in der Lage numerische Verfahren angepasst an die Problemstellung auszuwählen</li> <li>3. Erwerben Verständnis für Quellen numerischer Fehler die für strömungsmechanische Probleme besonders wichtig sind</li> <li>4. Verstehen die Methoden und sind in der Lage einfache Programme zur Lösung partieller Differentialgleichungen mit einer höheren Programmiersprache zu erstellen</li> <li>5. Können komplexe CFD Programme anwenden um technische Probleme zu Simulieren</li> <li>6. Können die Software OpenFOAM installieren und anwenden</li> <li>7. Können selbstständig einfache Löser-Erweiterungen für OpenFOAM programmieren</li> </ol>

### Description / Content English

The lecture teaches detailed understanding of numerical methods for simulation of fluid flows (CFD, computational fluid dynamics). Main topics are split in two parts:

Part 1: mathematical basics of numerics for transport- and conservation-equations

- Interpolation methods, numerical differentiation and integration
- Finite volume discretisation of convective and diffusion fluxes, time integration methods
- Pressure-velocity coupling
- 3-D CFD, simulation of turbulent flows using Reynolds-averaged equations, large-eddy simulation (LES) of turbulence

Part 2: Introduction to fluid flow simulation with OpenFOAM

- Integration of CFD in the CAE process, basic concepts of OpenFOAM
- Simulation of turbulent, incompressible flows
- Simulation of compressible, viscous and inviscid flows
- Introduction to high-level programming with OpenFOAM

The tutorial seminar of Part 1 requires writing of Matlab programs. Tutorial seminar of Part 2 teaches the usage of OpenFOAM.

### Learning objectives / skills English

Students which attended the lecture:

1. Are aware of strengths and weaknesses of numerical schemes in the context of flow simulation
2. Are capable to choose the adequate numerical methods for a particular flow problem
3. Learned to understand the sources of numerical errors, especially their importance in context of flow simulation
4. They understand the numerical methods and their computational implementation; they are capable to write simple programs for solution of partial differential equations using a high level programming language
5. They can apply complex CFD software for solution of practical flow problems
6. Can install and use OpenFOAM
7. Are capable to write simple solver extensions using the OpenFOAM library functions

### Literatur

Lecture slides, über Moodle zur Verfügung gestelltes Material

Modulname laut Prüfungsordnung			
Offshore renewable energy converters			
Module title English			
Offshore renewable energy converters			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Offshore renewable energy converters			
Course title English			
Offshore renewable energy converters			
Verantwortung			Lehreinheit
el Moctar, Bettar Ould			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			2
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Veranstaltung behandelt Konzepte von Offshore-Energieumwandlungssystemen. Die Studierenden lernen die verschiedenen Arten von Offshore-Energiequellen, einschließlich Wind, Wellen und Gezeiten, sowie die entsprechenden Umwandlungstechnologien kennen. Der Kurs umfasst sowohl theoretische als auch praktische Aspekte der Offshore-Energiegewinnung.</p> <p>Inhalt der Vorlesung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Überblick über Offshore-Energiequellen</li> <li>- Bedeutung und Vorteile von Offshore-Energie</li> <li>- Offshore-Windkraftanlagen</li> <li>- Energieumwandlung aus Wellen und Gezeiten</li> <li>- Kombination verschiedener Offshore-Energiequellen</li> </ul> <p>Inhalt der Übung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in gängige Software für die Berechnung von Offshore-Anlagen</li> <li>- Entwicklung eines Offshore-Energieumwandlers</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verständnis der verschiedenen Offshore-Energiequellen und deren Potenziale</li> <li>- Kenntnis der Technologien zur Energieumwandlung</li> <li>- Fähigkeit zur Analysen und Bewertungen von Offshore-Energieumwandler</li> <li>- Entwicklung praktischer Fähigkeiten zur Planung und Entwurf von Offshore-Energieanlagen</li> </ul>

Description / Content English
-------------------------------

The course covers concepts of offshore renewable energy converters. Students will learn about the different types of offshore energy sources, including wind, wave and tidal, and the corresponding technologies. The course covers both theoretical and practical aspects of offshore energy production.

Content of the lecture

- Overview of offshore energy sources
- Relevance and benefits of offshore energy
- Offshore wind turbines
- Energy conversion from waves and tides
- Combination of different offshore energy sources

Content of the exercise

- Introduction to common software for the calculation of offshore structures
- Development of an offshore energy converter

### **Learning objectives / skills English**

- Understanding the various offshore energy sources and their potentials
- Knowledge of the technologies for energy conversion
- Ability to analyse and evaluate offshore renewable energy converters
- Development of practical skills for the planning and design of offshore energy converters

### **Literatur**

- T. Burton, D. Sharpe, N. Jenkins, E. Bossanyi (2011), Wind Energy Handbook. Wiley.
- D. Greaves (Edit.), G. Iglesias (Edit.) (2017), Wave and Tidal Turbine. Wiley.
- S.P. Neill, M. Hashemi (2018). Fundamentals of Ocean Renewable Energy“ - R. S. Academic Press

Modulname laut Prüfungsordnung			
Partikel Prozesstechnik			
Module title English			
Particle Process Technology			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Partikel Prozesstechnik			
Course title English			
Particle Process Technology			
Verantwortung			Lehreinheit
Segets, Doris			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Partikuläre Produkte sind von zentraler Bedeutung für die chemische Industrie, aber auch im Bereich der Fertigungstechnik (u.a. 3D-Druck), der Stahlerzeugung, oder der Elektrokatalyse unverzichtbar. Ziel der Vorlesung ist die Einführung und vertiefte Diskussion der klassischen Grundoperationen zur Partikelherstellung (bottom up, top down) und Partikelverarbeitung (Dispergierung, Strukturbildung durch Beschichten und Agglomeration, Benetzung, Wechselwirkungen), sowie deren moderne Erweiterung durch das Produktdesign (Eigenschaftsfunktion, Prozessfunktion). Letzteres soll insbesondere am Beispiel der Nanopartikeltechnik und elektrooptischen Eigenschaften erläutert werden.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Studierende sind in der Lage, ausgehend von einem Produkt bzw. den geforderten Projekteigenschaften, Prozesse für Materialien auszuwählen und zu gestalten. Sie beherrschen die zugrunde liegenden Grundoperationen und sind mit den Herstellungs- und Verarbeitungsmethoden von (Nano-)Partikeln in ausgewählte Produkte sowie geeigneten Charakterisierungsmethoden vertraut.</p>

Description / Content English
<p>Particulate Products are of central importance to the chemical industry, as well as to manufacturing technology (e.g., 3D printing), steel production, and electrocatalysis. The aim of this lecture is to introduce and provide an in-depth discussion of the fundamental unit operations for particle production (bottom-up, top-down) and particle processing (dispersion, structure formation through coating and agglomeration, wetting, interactions). Additionally, the course will cover modern extensions of these concepts through product design (property function, process function). The latter will be particularly illustrated using examples from nanoparticle technology and electro-optical properties.</p>
Learning objectives / skills English
<p>Students will be able to select and design material processes based on a given product and the required project properties. They will have a solid understanding of the fundamental unit operations and be familiar with the production and processing methods of (nano-)particles for selected products, as well as appropriate characterization methods.</p>



## Literatur

Mewis, N.J. Wagner: Colloidal suspension rheology, Cambridge University Press, 2012  
N. Israelachvili: Intermolecular and surface forces, Academic press, 2011  
K. Higashitani, H. Makino, S. Matsusaka, Powder Technology Handbook, CRC press, 2020  
H. Rumpf, Particle Technology, Chapman and Hall (Translation) 1990, Carl Hanser Verlag (deutsch) 1975  
H. Schubert, Handbuch der mechanischen Verfahrenstechnik, Wiley-VCH, 2003

Modulname laut Prüfungsordnung			
Planung, Bau und Betrieb von Chemieanlagen			
Module title English			
Design, Engineering and Operation of Chemical Plants			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Planung, Bau und Betrieb von Chemieanlagen			
Course title English			
Design, Engineering, and Operation of Chemical Plants			
Verantwortung			Lehreinheit
Bathen, Dieter			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die wichtigsten Arbeitsgebiete für Ingenieur:innen in der chemischen Industrie sind die Planung und Bau sowie der sichere Betrieb von Chemieanlagen. Die Vorlesung befasst sich daher mit den wesentlichen Aspekten aus beiden Bereichen, wobei neben theoretischen Konzepten ein besonderer Schwerpunkt auf praxisrelevanten Arbeitsmethoden liegt. Im Einzelnen werden die Planungsunterlagen (z.B. diverse Fließbildtypen), die verschiedenen Typen von Chemieanlagen, die notwendigen Infrastruktur, die Planung einer Anlage von der Prozesssynthese über die Aufstellungsplanung bis zur Wirtschaftlichkeitsrechnung sowie der Betrieb und die Optimierung von Chemieanlagen angesprochen. Begleitend zur Vorlesung wird eine Übung angeboten, in der bestimmte Teilbereiche vertieft werden. Zudem lernen die Teilnehmenden im Rahmen einer Exkursion zu einem Chemiepark in der näheren Umgebung die Arbeitsweise von Ingenieur:innen und Planungsprozesse in der Industrie kennen.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden kennen die theoretischen Konzepte und praxisrelevanten Arbeitsmethoden bei der Planung und dem Bau von Chemieanlagen und können die notwendigen Planungsunterlagen (z.B. diverse Fließbildtypen, Aufstellungspläne, ...) erstellen. Sie sind in der Lage, systematisch die verschiedenen Arbeitsschritte bei der Planung einer Anlage von der Prozesssynthese über die Aufstellungsplanung bis zur Wirtschaftlichkeitsrechnung durchzuführen.</p>

Description / Content English
<p>Most engineers in chemical industry work in two fields. One is planning and building of plants, the other is the safe running and maintaining of these plants. The lecture deals with both aspects, focussing on theoretical concepts, as well as on practical working methods. In detail, topics like planning documents (e.g. different types of flowsheets), types of chemical plants, and the necessary infrastructure are discussed. The planning process from process synthesis to plant layout, piping, and economic feasibility studies is described.</p> <p>In addition, exercises for special topics and an excursion to a chemical site in the closer Ruhr area are offered.</p>
Learning objectives / skills English

The students get to know theoretical concepts and practical working methods in the field of planning, building, and running of chemical plants. They are able to create the necessary documents like, e.g., flowsheets and layout plans. In addition, they are able to execute the steps of the planning process in a systematic way.

### Literatur

Ignatowitz / Fastert, Chemietechnik, Europa Lehrmittelverlag, Haan, 2007

Onken / Behr, Lehrbuch der techn. Chemie Bd. 3 Chemische Prozesskunde, Thieme-Verlag, Stuttgart, 1996

Schembecker, Prozesssynthese in Gödecke (Hrsg.), Fluidverfahrenstechnik Bd. 1, Wiley-VCH, 2006

Modulname laut Prüfungsordnung			
Practical Optimization for Mechanical Engineers			
Module title English			
Practical Optimization for Mechanical Engineers			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Practical Optimization for Mechanical Engineers			
Course title English			
Practical Optimization for Mechanical Engineers			
Verantwortung			Lehreinheit
Geu Flores, Francisco			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Diese Lehrveranstaltung widmet sich den Grundalgorithmen zur Lösung von linearen und nichtlinearen Optimierungsproblemen mit Nebenbedingungen, einschließlich der direkten Diskretisierung von Optimalsteuerungsproblemen und einfachen neuronalen Netze. Der Schwerpunkt wird auf den geschulten Einsatz von den modernsten Algorithmen der Optimization-Toolbox von Matlab gelegt. Die meisten Beispiele und Übungen beziehen sich auf realen Anwendungen der Mechanik und der Robotik.</p> <p>Der Inhalt dieser Lehrveranstaltung besteht aus 5 Kapiteln. Jedes Kapitel widmet sich einer Familie von Optimierungsproblemen und bietet einen tiefen Einblick in mindestens ein praxisrelevantes Problem, einschließlich dessen Lösung mit Matlab.</p> <p>1) Lineare Optimierungsprobleme. Simplex-Verfahren.</p> <p>2) Nichtlineare Optimierungsprobleme. Notwendige und hinreichende Bedingungen für ein Minimum. Gradientenverfahren, Newton-Verfahren.</p> <p>3) Nichtlineare Optimierungsprobleme mit Nebenbedingungen. Notwendige und hinreichende Bedingungen für ein Minimum. Lagrange-Verfahren, Penalty-Verfahren, SQP-Verfahren.</p> <p>4) Einführung in neuronale Netze</p> <p>5) Einführung in Variationsrechnung und Optimalsteuerung</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden werden in die Lage versetzt, praktische Optimierungsprobleme mit Softwarepaketen wie Matlab effizient anzugehen.

Description / Content English
-------------------------------

This course focuses on the basic methods for solving linear and nonlinear constrained optimization problems, including the direct discretization of optimal control problems and simple neural networks, making special emphasis in the educated use of the state-of-the-art routines offered by Matlab's optimization toolbox. Most of the examples and exercises presented in this course are derived from actual applications in the fields of mechanics and robotics.

The course is organized in five parts, each part focusing on the understanding of one family of optimization problems. In each part, at least one practical problem will be discussed in detail and subsequently solved using Matlab.

1) Linear optimization problems. Simplex method.

2) Unconstrained nonlinear problems. Necessary and sufficient conditions for a minimum. Basic descent methods, Newton methods.

3) Constrained nonlinear problems. Necessary and sufficient conditions for a minimum. Penalty and barrier methods, Lagrange methods, Sequential quadratic programming methods.

4) Introduction to neural networks

5) Introduction to calculus of variations and optimal control

### Learning objectives / skills English

The goal of the course is to train the students on how to solve practical optimization problems efficiently using tools like Matlab.

### Literatur

Luenberger, D. G. (1984). Linear and nonlinear programming. Columbus, Ohio: Addison-Wesley.

Martins, J. R., & Ning, A. (2021). Engineering design optimization. Cambridge University Press.

Gill, P. E., Murray, W., & Wright, M. H. (2019). Practical optimization. Society for Industrial and Applied Mathematics.

Fletcher, R. (2013). Practical methods of optimization. John Wiley & Sons.

This is an advanced textbook by the famous developers of quasi-Newton methods.

Boyd, S., Boyd, S. P., & Vandenberghe, L. (2004). Convex optimization. Cambridge university press.

Brunton, S. L., & Kutz, J. N. (2022). Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control. Cambridge University Press.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Praktikum zur Verfahrens- und Anlagentechnik			
Module title English			
Laboratory Experiments in Chemical Process Engineering			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Praktikum zur Verfahrens- und Anlagentechnik			
Course title English			
Laboratory Experiments in Chemical Process Engineering			
Verantwortung			Lehreinheit
Pasel, Christoph; Bathen, Dieter			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	W/S	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		5	
Studienleistung			
Versuchsprotokoll			
Prüfungsleistung			
Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Praktikumsversuche im Labor - Adsorptive Entfeuchtung von Luft - Absorption und Desorption von CO <sub>2</sub> - Flüssig-flüssig Extraktion im Kreuzstrom - Kontinuierliche Rektifikation eines binären Gemisches - Wärmeübertrager
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden können selbstständig Experimente zu verfahrenstechnischen Grundoperationen durchführen und auswerten.

Description / Content English
Practical training in laboratory experiments - Dehumidification of air by adsorption - Absorption and desorption of CO <sub>2</sub> - Cross-flow liquid-liquid extraction - Continuous rectification of a binary mixture - Heat exchanger
Learning objectives / skills English
Students are able to perform and analyse experiments on chemical unit operations on their own.

Literatur
-----------

Klaus Sattler, Thermische Trennverfahren. Wiley-VCH, 3. Auflage (2001)

J.D. Seader, E.J. Henley, Separation Process Principles. John Wiley & Sons, 2. Auflage (2006)

R. Goedecke (Hrsg.), Fluidverfahrenstechnik. Wiley VCH Verlag (2006)

Modulname laut Prüfungsordnung			
Product Engineering			
Module title English			
Product Engineering			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Product Engineering			
Course title English			
Product Engineering			
Verantwortung			Lehreinheit
Lobeck, Frank			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Aufbauend auf vorherigen Vorlesungen aus dem Grundstudium dient diese Vorlesung als Einführungsveranstaltung in den Studienschwerpunkt Produkt Engineering. Bestandteil der Vorlesung ist die Wertschöpfungskette im Unternehmen mit Interaktion (Produktentwicklung und -zulassung, AV, Produktion, Materialfluss/Logistik, Quality Management (QM) und Normung), die aktuellen IT- Werkzeuge des Produktdatenmanagements, sowie als Beispiel die Entwicklung und Produktion in der Medizintechnik (Anforderungsprofil, Zulassungsprozedur, Produktentwicklung, Produktion) und das Quality Management.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Den Studierenden werden die Wertströme entlang der Wertschöpfungskette und die daraus resultierenden Grundzüge für eine integrierte Produktgestaltung vermittelt. Sie sind danach in der Lage, die vielfältigen Aspekte und Tätigkeitsfelder im Produkt Engineering zu überblicken.

Description / Content English
Based on previous lectures from Bachelor courses the present lecture is the introductory course to the major field of study of Produkt Engineering. Part of the lecture is the value adding chain in the enterprise including interaction (product development and product accreditation, production planning, production, material flow and logistics, quality management (QM), and standardization), the current IT-tools of product data management as well as example the development und production in biomedical engineering (requirement profile, accreditation, product development, production) and QM.
Learning objectives / skills English
The students will get to know the processes along the value adding chain including the resulting basics of integrated product design. Afterwards, they will be able to see the variety and fields of work in Produkt Engineering.

Literatur
-----------



Vorlesungsskript (online)

Ergänzende Literatur: Literaturangaben sind dem Online-Foliensatz zu entnehmen

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Prozessautomatisierungstechnik			
<b>Module title English</b>			
Process Control Engineering			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Prozessautomatisierungstechnik</b>			
<b>Course title English</b>			
Process Control Engineering			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Söffker, Dirk, Jelali, Mandana			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Grundbegriffe der Automatisierungstechnik, Netzdarstellung mit Petri-Netzen, Automatisierungsstrukturen, Prozessrechner-Hardware, Sensoren und Aktoren, Software für die Echtzeit-Datenverarbeitung, technische Ausprägung von Prozessrechensystemen, Datenkommunikation in verteilten Automatisierungssystemen, Steuern und Regeln mit Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS), Zuverlässigkeit und Sicherheit von Automatisierungssystemen Vorlesungsbegleitende Übungen.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>

Zentrales Lernziel der Veranstaltung ist es, die Studierenden in die Lage zu versetzen,

- die Beschreibung sequentieller Abläufe bei Automatisierungssystemen mit Hilfe von Petri-Netzen vorzunehmen,
- die Besonderheiten der Hardware von Digitalrechnern einschließlich der Prozessperipherie sowie der notwendigen Sensoren und Aktoren für den Online-Einsatz im Rahmen der Automatisierung technischer Prozesse zu erkennen,
- den Aufbau eines Echtzeit-Betriebssystems und die speziellen Probleme der Echtzeitprogrammierung zu verstehen,
- den Datenaustausch innerhalb dezentral organisierter Automatisierungssysteme durch die Wahl geeigneter Bussysteme zu realisieren,
- SPS als Automatisierungsgeräte einzusetzen.

Im Detail sollen Kenntnisse zu folgenden Themengebieten vermittelt werden:

- Grundbegriffe der Automatisierungstechnik
- Einsatzgebiete und Beispiele
- Netzdarstellung mit Petri-Netzen
- Automatisierungsstrukturen
- Prozessrechner-Hardware
- Prozessperipherie
- Sensoren und Aktoren
- Aufbau eines Echtzeit-Betriebssystems
- Programmiersprachen
- Spezielle Probleme der Echtzeit-Programmierung
- Technische Ausprägung von Prozessrechensystemen
- Datenkommunikation in verteilten Automatisierungsstrukturen
- Lokale Netzwerke
- Feldbusse
- Steuern und Regeln mit Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS)
- Zuverlässigkeit und Sicherheit von Automatisierungssystemen.

### Description / Content English

Basic notion on automation engineering, network representations, petri-nets, automation structures, process computer-hardware, sensors and actuators, software for real-time data processing, technical characteristics of process computer systems, controllers and regulators with Programmable logic controller(PLC), reliability and security of and in automated systems, lecture-accompanied exercises.

### Learning objectives / skills English

The central aim of the course is to put the students in a position where:

- They can describe sequential processes in automation systems using petri-nets,
- They can recognize the particularities of the hardware of digital computers including the process peripherals and the essential sensors and actuators for the online usage in the scope of automating technical processes,
- They can understand the structure of a real-time operating system and the special issues related to real-time programming,
- They can realize the data exchange within decentralized organized automation systems by choosing appropriate bus systems,
- They can use SPS as automation devices.

Knowledge on the following topics should be transmitted in a detailed way:

- Basic terms related to automation engineering
- Areas of application and examples
- network representations with petri-nets
- automation structures,
- process computer-hardware,
- sensors and actuators,
- Structure of a real-time operating system
- Programming languages
- special issues related to real-time programming,
- technical characteristics of process computer systems,
- Data communication in distributed automation structures,
- Local networks
- Field busses,
- controllers and regulators with Programmable logic controller(PLC)
- reliability and security of and in automated systems

## Literatur

Vorlesungsskript (online) und ergänzende Literatur

Braun; Speicherprogrammierbare Steuerungen in der Praxis; 2. Aufl. Braunschweig Wiesbaden: Vieweg 2000

Lauber, Göhner; Prozessautomatisierung; 13. Aufl. Berlin: Springer 1999

Schnell; Bussysteme in der Automatisierungstechnik; Braunschweig Wiesbaden: Vieweg 1994

Schnieder; Methoden der Automatisierung; Braunschweig Wiesbaden: Vieweg 1999

Wellenrether, Zastrow; Automatisieren mit SPS; Braunschweig Wiesbaden: Vieweg 2001

Modulname laut Prüfungsordnung			
Qualitative Methoden der Regelungstechnik 2: Automaten und Netze			
Module title English			
Qualitative Methods in Automation 2: Automata and Nets			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Qualitative Methoden der Regelungstechnik 2: Automaten und Netze			
Course title English			
Qualitative Methods in Automation 2: Automata and Nets			
Verantwortung			Lehreinheit
Söffker, Dirk			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Ingenieurwissenschaftliche Anwendungsfelder für Automaten und Netze</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorbereitungen: Zeit, Logik, Modelle</li> <li>- Zustandsautomaten: Theorie, Umsetzung und Anwendung</li> <li>- Petrinetze: Theorie, Variationen, Umsetzung und Anwendung</li> <li>- Hybride Modellbildung</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Regelungs- und Automatisierungstechnik ist – auf Grund ihres fachübergreifenden, systemorientierten Ansatzes – eine moderne und grundlegende Ingenieurdisziplin. In zahlreichen Anwendungen der Automatisierungstechnik, z. B. Verkehrstechnik, Logistik, Ablaufsteuerungen etc. bzw. verwandter Disziplinen wie der Zuverlässigkeitstechnik kommen häufig qualitative Methoden der Regelungstechnik zum Einsatz, z. B. als Zustandsautomaten, Petrinetze, farbige Petrinetze etc. Die Veranstaltung führt in deren grafentheoretische Grundlagen ein, stellt die Zusammenhänge zur Regelungstheorie wie zur Systemtheorie dar. Studierende sollen die entsprechenden Zusammenhänge und Begriffe erlernen und anzuwenden beherrschen.</p>

Description / Content English
<p>Scientific engineering applications for machines and networks</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparations: Time, logic, models</li> <li>- State Machines: Theory, Implementation and Application</li> <li>- Petri nets: theory, variations, implementation and application</li> <li>- Hybrid Modeling Description (English):</li> </ul>
Learning objectives / skills English

The control and automation technology - due to their interdisciplinary, system-oriented approach - is a modern and basic engineering discipline. In numerous applications of automation technology, such as transportation, logistics, process controls, etc. or related disciplines such as reliability engineering often qualitative methods of control technology are used, for example, as state machines, Petri nets, colored Petri nets, etc. The event will introduce the theoretical principles of graphs and links to control theory and to systems theory. Students should learn the corresponding relationships and concepts and to apply them.

## Literatur

J. Lunze: Automatisierungstechnik, 2003  
L. Litz: Grundlagen der Automatisierungstechnik, 2005  
E. Alpaydin: Maschinelles Lernen, 2008  
A. Angermann et al: Matlab, Simulink, Stateflow, 2005  
V. Thureau: Algorithmische Graphentheorie, 2004  
U. Kiencke: Ereignisdiskrete Systeme, 2006

Modulname laut Prüfungsordnung				
Qualitative Methods in Automation 1: Programming in Process Control Systems				
Module title English				
Qualitative Methods in Automation 1: Programming in Process Control Systems				
Kursname laut Prüfungsordnung				
Qualitative Methods in Automation 1: Programming in Process Control Systems				
Course title English				
Qualitative Methods in Automation 1: Programming in Process Control Systems				
Verantwortung				Lehreinheit
Söffker, Dirk				MB
Kreditpunkte		Turnus		Sprache
5		SoSe		D
SWS Vorlesung	SWS Übung		SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1			
Studienleistung				
Prüfungsleistung				
Klausur				
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung				

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Überblick über die Architektur automatisierter Systeme, Aufbau und Funktion von Automatisierungssystemen, SPS-Programmierung (klassische IEC 61131-3-Sprachen, objektorientierte Erweiterung der IEC 61131-3-Sprachen), Bussysteme und Bewegungssteuerung.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden lernen die Grundlagen der industriellen Automatisierung mit Schwerpunkt auf speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS). Dies umfasst einen Überblick über Steuerungs- und Regelungstechnik und die Grundlagen der Normen IEC 61131-3, wie sie in gängigen SPS-Systemen implementiert sind. Darüber hinaus wird ein Überblick über gängige Netzwerktopologien und Bewegungssteuerung gegeben. Die Studierenden lernen, Steuerungsaufgaben mit Hilfe von Kontaktplänen, Funktionsblöcken, Anweisungslisten, strukturiertem Text und strukturierten Flussdiagrammen sowie kontinuierlichen Funktionsplänen zu implementieren. Darüber hinaus lernen die Studenten in der Vorlesung und in praktischen Übungen, wie man mit Hilfe der Programmierplattform CODESYS einfache Programme auf einem industriellen SPS-System erstellt, Fehler behebt, lädt und ausführt.

Description / Content English
Overview of automated systems architecture, Design and function of automation systems, PLC programming (Classic IEC 61131-3 Languages, Object-oriented extension of IEC 61131-3 languages), Bus systems and motion control.
Learning objectives / skills English

Students learn the fundamentals of industrial automation with a focus on Programmable Logic Controllers (PLCs). This comprises an overview of open loop and closed loop control and the fundamentals of IEC 61131-3 standards as implemented in common PLC systems. In addition, an overview of common network topologies and motion control is presented. The students learn to implement control tasks using ladder diagram, function blocks, instruction list, structured text, and structured flow charts, as well as continuous function charts. Further, the students learn in the lecture and hands-on practical exercises how to create, troubleshoot, load and run simple programs on an Industrial PLC system using the CODESYS programming platform.

### Literatur

K.-H John und M. Tiegelkamp: IEC61131-3: Programming Industrial Automation Systems, Springer, 2001.  
G. Wellenreuther und D. Zastrow: Automatisieren mit SPS – Theorie und Praxis, Vieweg Verlag, 2005.  
B. Vogel-Heuser und A. Wannagat: Modulares Engineering und Wiederverwendung mit CoDeSys V3, Oldenbourg Industrieverlag, München, 2009.



Modulname laut Prüfungsordnung			
Reactive Flows			
Module title English			
Reactive Flows			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Reactive Flows			
Course title English			
Reactive Flows			
Verantwortung			Lehreinheit
Schulz, Christof			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Reaktive Strömungen spielen eine große Rolle in technischen Prozessen zur Energiegewinnung und Materialsynthese und werden in zahlreichen technischen Anlagen eingesetzt. Ein zentrales Element ist die Kopplung von Fluidodynamik, chemischer Reaktion sowie Stoff- und Wärmeübergang. Zum Verständnis derartiger Prozesse wird die chemische Thermodynamik und die chemische Kinetik herangezogen. Darüber hinaus ist die Interaktion zwischen Reaktion und Strömung in Gasphasenprozessen mit großem Energieumsatz von großer Bedeutung. Hochtemperaturreaktionen erfordern das Verstehen von Radikalreaktionen und Reaktionsmechanismen.</p> <p>1 Einleitung  2 Ergebnisse der chemischen Thermodynamik  3 Kinetik homogener und heterogener Reaktionen  4 Allgemeine Flammenerscheinungen und verbrennungstechnische Kenngrößen  5 Theoretische Beschreibung von reaktiven Strömungen  6 Verbrennungswellen in homogenen, vorgemischten Gasen</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage die thermodynamischen und kinetischen Aspekte von Gasphasenreaktionen bei hohen Temperaturen zu erklären und zu bewerten.

Description / Content English
-------------------------------

Reactive flows play a major role in technical processes for energy generation and material synthesis and are used in numerous technical plants. A central element is the coupling of fluid dynamics, chemical reaction and mass and heat transfer. The understanding of these processes strongly relies on chemical thermodynamics and chemical kinetics. The interaction between reaction and fluid flow is of special interest in reactive gas-phase processes with strong energy release. High temperature gas-phase reactions require the fundamental understanding of radical reactions and complex reaction schemes.

- 1 Introduction
- 2 Results of Chemical Thermodynamics
- 3 Kinetics of Homogeneous and Heterogeneous Reactions
- 4 General flame phenomena and parameters of combustion technology
- 5 Theoretical description of reactive flows
- 6 Combustion waves in homogeneous premixed gases

#### **Learning objectives / skills English**

The students learn to explain and critically review the thermodynamical and kinetics background of high-temperature gas-phase reactions.

#### **Literatur**

Grundlagen (Thermodynamik, Kinetik): Lehrbücher der Physikalischen Chemie, z.B.  
P.W. Atkins, Physikalische Chemie, VCH  
Verbrennung // Combustion  
J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble, Verbrennung, Springer, 2001  
Chemically Reacting Flow  
R.J. Kee, M.E. Coltrin, P. Glarborg; Wiley-Interscience, 2003

**Modulname laut Prüfungsordnung**

Reale und zweiphasige Fluide in Strömungsmaschinen

**Module title English**

Real-gas and two-phase flow in turbomachinery

**Kursname laut Prüfungsordnung****Reale und zweiphasige Fluide in Strömungsmaschinen****Course title English**

Real-gas and two-phase flow in turbomachinery

**Verantwortung**

Brillert, Dieter; Schuster, Sebastian

**Lehreinheit**

MB

**Kreditpunkte**

5

**Turnus**

WiSe

**Sprache**

D

**SWS Vorlesung**

2

**SWS Übung****SWS Praktikum/Projekt****SWS Seminar**

2

**Studienleistung****Prüfungsleistung**

Klausur oder Mündliche Prüfung

**Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Diese Vorlesung baut auf der Vorlesung Energiewandlung in Strömungsmaschinen des Bachelor-Studienganges Maschinenbau auf. Diese Vorlesung schließt die aero- und thermodynamische Behandlung der Strömungsmaschinen ab. In der Vorlesung wird die Betrachtung der Fluide zunächst auf die sogenannten Real-Gase im einphasigen Zustand verallgemeinert. Anschließend werden die Grundlagen für die Auslegung und den Betrieb von Strömungsmaschinen mit zwei Phasen erarbeitet.

Sie lernen, wie die Zweiphasenströmung gezielt eingesetzt werden kann, um den Wirkungsgrad von Energiewandlungsprozessen zu steigern. Sie lernen im Detail, welche Auswirkungen die Zweiphasenströmung auf die Strömungsmaschine hat und wie die Strömungsmaschine gestaltet werden muss.

Nach diesem Abschnitt der Vorlesung kennen Sie die zulässigen Annahmen hinsichtlich der Zustandsgrößen in den einzelnen Phasengebieten. Weiterhin haben Sie die Fähigkeit erworben, passende Zustandsgleichungen für einen vorgegebenen Prozess auszuwählen. Sie haben die verschiedenen Effekte, die bei Zweiphasenströmungen in Strömungsmaschinen auftreten, kennengelernt. Sie sind in der Lage, Aussagen über das Einsetzen von Kondensation und Kavitation zu treffen. Sie können die Ablagerungsrate von Flüssigkeit auf Bauteilen abschätzen. Ferner gelingt Ihnen die Beschreibung der Bewegung von Flüssigkeit in Strömungsmaschinen.

Die erarbeiteten Grundlagen für die Real-Gas- und Zweiphasenströmung werden dann auf die Berechnungsmethoden angewendet. Insbesondere werden Sie solche Berechnungsmethoden kennenlernen, welche die Nachrechnung einer bestehenden Geometrie erlauben. Die ingenieurmäßige Interpretation dieser Daten erlaubt Ihnen eine Anpassung der Maschine an die geforderten Betriebsdaten und die Optimierung von Wirkungsgrad, An- und Abfahrzeiten etc.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Sie (die Studierenden) lernen die Grundlagen der Real-Gas- und Zweiphasenströmung im Hinblick auf Strömungsmaschinen kennen. Sie beherrschen die Klassifizierung von Zweiphasenströmungen und können ihre Auswirkung auf die Gestaltung und den Betrieb von Strömungsmaschinen beurteilen. Sie lernen numerische Verfahren für die Entwicklung von Strömungsmaschinen für Real-Gas- und Zweiphasenströmungen kennen. Sie sind in der Lage, eigene Programme für die Berechnung der Strömung im Hinblick auf die Anwendung in Strömungsmaschinen zu entwickeln.

### Description / Content English

This lecture continues the lecture on Energy conversion in turbomachinery of the Bachelor's programme in Mechanical Engineering. This lecture concludes the aero- and thermodynamic treatment of turbomachinery. In the lecture, the consideration of fluids is first generalized to the so-called real gases in the single-phase state. Subsequently, the basics for designing and operating turbomachines with two phases are worked out.

You will learn how two-phase flow can be used to increase the efficiency of energy conversion processes. You will learn in detail what effects the two-phase flow has on the turbomachine and how the turbomachine must be designed.

After this lecture section, you will know the permissible assumptions regarding the state variables in the individual phase regions. Furthermore, you have acquired the ability to select suitable equations of state for a given process. You have become familiar with the effects of two-phase flows in turbomachines. You can make statements about the onset of condensation and cavitation. You can estimate the deposition rates of liquid on components. You will be able to describe the movement of drops and bubbles in the turbomachine.

The acquired basics for real gas and two-phase flow are then applied to the calculation methods. The engineering interpretation of the results allows you to adapt the machine to the required operating data and optimize efficiency, start-up and shut-down times etc.

### Learning objectives / skills English

You (the students) learn the basics of real gas and two-phase flow with regard to turbomachinery. You master the classification of two-phase flow and can assess its effect on the design and operation of turbomachines. You learn the application of numerical methods for developing turbomachines with real gas and two-phase flow. You are able to develop your own programs for calculating the flow.

### Literatur

siehe Webseite des Lehrstuhls Strömungsmaschinen

Modulname laut Prüfungsordnung			
Rechnergestützte Netzanalysen			
Module title English			
Computational Network Analysis			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Rechnergestützte Netzanalysen			
Course title English			
Computational Network Analysis			
Verantwortung			Lehreinheit
Noche, Bernd; Goudz, Alexander			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D/E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Vorlesung befasst sich mit Simulationsumgebungen für die ereignisdiskrete Modellierung. Ausgehend von allgemeinen theoretischen Ansätzen werden Konzepte amerikanischer Softwaresysteme erläutert. Die Elemente orientieren sich an den Bausteinen der Warteschlangentheorie. Über templates werden aggregierte Bausteingruppen eingeführt, die eine effiziente Modellierung und Analyse der Systeme erlauben. Vorgestellt werden insbesondere Betriebsprozesse die unterschiedliche Ebenen von Logistiksystemen adressieren.</p> <p>Behandelte Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlegende Begriffe aus der Warteschlangentheorie</li> <li>- Stochastische Verteilungen</li> <li>- Überprüfung von Eingangsdaten</li> <li>- Abstraktion und Reduktion</li> <li>- Modelle und Experimenteller Rahmen</li> <li>- Experimente</li> <li>- Betriebsprozesse und ihre Modelle</li> <li>- Computational Methods</li> <li>- Integration von Simulationssoftware in die Digitale Fabrik</li> <li>- Testumgebungen</li> <li>- Scheduling in Verbindung mit Simulationsmodellen</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Teilnehmer haben sich mit den theoretischen Grundlagen der Simulationstechnik auseinandergesetzt und haben Warteschlangenmodelle und ihre Modellierung kennen gelernt. Sie beherrschen die Grundfunktionen von Simulationssoftware und sind in der Lage, damit einfache abgeschlossene logistische Systeme zu modellieren und zu analysieren. Sie können den Nutzen der Technik im betrieblichen Alltag und im Rahmen wissenschaftlicher Arbeit beurteilen und die Technik einsetzen. Sie erwerben die Kompetenz für die Nutzung der Technologie in der Forschung und industriellen Praxis.</p>

### Description / Content English

The lesson presents simulation environments for discrete event modelling. Starting with general theoretic approaches concepts of american software systems are explained. The elements consider building blocks of queueing theory, with templates aggregated groups of elements are introduced which allow efficient modelling and analysis of systems. In the lesson business processes are presented which address different levels of logistic systems.

Subjects covered:

- Basic terms and definitions of queueing theory
- Stochastic distributions
- Check of input data
- Abstraction and reduction
- Modelling and experimental frame
- Experiments
- Business processes and their models
- Computational models
- Integration of simulation software in the digital factory
- Testing environments
- Scheduling in combination with simulation models

### Learning objectives / skills English

The participants have dealt with theoretical foundations of simulation technology and have been acquainted with queueing theory and modelling. They have a good command over corresponding software and are able to model and analyse simple logistic processes. They can judge the value of the technology for daily operations and for the elaboration of scientific researches and use simulation. They acquire the competence for the utilization of the technology in industrial as well as in research environments.

### Literatur

Systems Engineering: Analysis, Modeling and Simulation of Systems. 1st ed.; 2024. Wiley-ISTE.  
Herzog, A. (2021). Simulation Mit Dem Warteschlangensimulator. Springer Fachmedien Wiesbaden.  
Arnold, D.; Furmans, K. (2019). Materialfluss in Logistiksystemen. Springer-Verlag.  
Tempelmeier, H. (2018). Modellierung logistischer Systeme. Springer-Verlag.  
Shortle F., Thompson J., Gross D., Harris C. (2018): Fundamentals of queueing theory. Hoboken New Jersey: John Wiley & Sons Inc.  
Henze, N. (2017). Stochastik für Einsteiger: Eine Einführung in die faszinierende Welt des Zufalls. Wiesbaden: Springer.  
Lauer, C. (2013). Integriertes Modell zur Materialflusssimulation und zur Visualisierung in der virtuellen Realität; Produktionstechnische Berichte aus dem FBK; Bd. 01.

**Modulname laut Prüfungsordnung**

Rechnerintegrierte Produktentwicklung (CAE)

**Module title English**

Computer Aided Engineering (CAE)

**Kursname laut Prüfungsordnung****Rechnerintegrierte Produktentwicklung (CAE)****Course title English**

Computer Aided Engineering (CAE)

**Verantwortung**

Nagarajah, Arun

**Lehreinheit**

MB

**Kreditpunkte**

5

**Turnus**

WiSe

**Sprache**

D

**SWS Vorlesung**

2

**SWS Übung**

2

**SWS Praktikum/Projekt****SWS Seminar****Studienleistung****Prüfungsleistung**

Klausur

**Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Im Rahmen der Lehrveranstaltung „Rechnerintegrierte Produktentwicklung“ werden zunächst aktuelle Herausforderungen der Produktentwicklung und informationstechnische Aspekte zur Unterstützung des Produktentstehungsprozesses behandelt. Anschließend werden rechnerbasierte Methoden, wie modellbasierte Systementwicklung und Produktdatenmanagement zur Optimierung von Entwicklungsprozessen vermittelt. Darüber hinaus werden Grundlagen und Anwendung des Projektmanagements für die Durchführung von Entwicklungsprojekten den Studierenden dargelegt. In den Übungen wird die praxisnahe Anwendung mit geeigneten Engineering-Tools vertieft.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Lernziele sind die Vermittlung grundlegender Kenntnisse der rechnergestützten Produktentwicklung unter Anwendung entsprechender Tools. Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, für abgegrenzte Entwicklungsaufgaben Projektplanungen durchzuführen, entsprechende Prozesse und Produktstrukturen aufzubauen und die Strukturen mit der Modellierungssprache SysML zu beschreiben.

**Description / Content English**

The objective of the „Computer Aided Engineering“ course is to impart the necessary knowledge for current challenges of product development and how to master these challenges with methods from computer sciences. Subsequently, computer-based methods, such as model-based system development and product data management, are imparted to optimize the development process. In addition, the basics and application of project management for the implementation of development projects are presented to the students. In the exercises, the practical application is deepened with suitable engineering tools.

**Learning objectives / skills English**

Learning objectives are the teaching of basic knowledge of computer-aided product development using appropriate tools. After attending the course, the students are able to carry out project planning for delimited development tasks, to set up corresponding processes and product structures and to describe the structures with the modeling language SysML.

## Literatur

Vorlesungsfolien (pdf-Dateien)



Modulname laut Prüfungsordnung			
Recycling of Oxidic and Metallic Materials			
Module title English			
Recycling of Oxidic and Metallic Materials			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Recycling of Oxidic and Metallic Materials			
Course title English			
Recycling of Oxidic and Metallic Materials			
Verantwortung			Lehreinheit
Deike, Rüdiger			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Mit Kriterien wie Rohstoffeffizienz und Energieproduktivität werden die Rahmenbedingungen für die technologische Entwicklung der Zukunft definiert. Die Veränderungen im Bereich der Verfügbarkeit sich nicht regenerierender Rohstoffe für die Produktion von Metallen wird unter Ressourcen und Kostengesichtspunkten dargestellt. Auf der Basis dieser Entwicklungen werden Abfallstoffe (Filterstäube, Schlämme usw.) in ihrer Zusammensetzung und ihrem mengenmäßigen Aufkommen diskutiert. Verfahren zur Extrahierung von Wertstoffen (z.B. Zink, Nickel usw.) aus diesen Konzentraten werden beschrieben. Dabei wird auf die metallurgischen Besonderheiten eingegangen, die in vielen Fällen die Entwicklungen komplexer Verfahrenstechniken bei hohen Temperaturen notwendig machen.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden sind in der Lage zu beurteilen, welche Probleme beim Recycling von oxidischen (z.B. Filterstäube) im Vergleich zu metallischen (z.B. Schrott) Reststoffen existieren und welche Arten von Anlagen notwendig sind, um einen Recyclingprozess ökonomisch und ökologisch sinnvoll gestalten zu können.</p>

Description / Content English
<p>Raw material and energy productivity are important items for future developments. The changes in non-sustainable raw material markets for the production of metals are discussed under technical and economic aspects. The composition and the produced tonnages of typical waste materials from the iron and steel industry and the processes to extract valuable raw materials from waste materials are described. The lecture focuses on the metallurgical problems of the mainly high temperature processes.</p>
Learning objectives / skills English
<p>The students are able to understand and to evaluate the problems that do exist, if waste oxides in comparison to metallic waste materials are recycled. The students are qualified to describe the different requests that must be fulfilled, if recycling processes should run successful under economic and ecological conditions.</p>

## Literatur

Förstner, U.: Umweltschutztechnik, Springer 1995

Schlacken in der Metallurgie, GDMB Gesellschaft für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik, Clausthal-Zellerfeld 1999

Koch, K.; Janke, D.: Schlacken in der Metallurgie, Verlag Stahleisen GmbH, 1984,

Turkdogan, E.T.: Physicochemical properties of molten slags and glasses, The Metals Society, 1983

Richardson, F.D.: Physical Chemistry of Melts in Metallurgy (Vol 1 and 2) Academic Press, London and New York, 1974

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Regelungstheorie			
<b>Module title English</b>			
Control Theory			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Regelungstheorie</b>			
<b>Course title English</b>			
Control Theory			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Söffker, Dirk			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1	1	
<b>Studienleistung</b>			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Zustandsraummethoden und Mehrgrößensysteme, Zustandsraum, Beobachtbarkeit etc., Steuerbarkeit etc., Reglerentwurf, Beobachterentwurf, Entwurfsverfahren, Entwurf von Folgeregelungen, Stabilität von Regelungssystemen, Ljapunov Stabilität, Modelreference Regelungen, Linear quadratisch optimale Regelungen, Beobachtergestützte Regelungen, Moderne Methoden
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden werden hier in die Lage versetzt, regelungstechnische Probleme selbstständig zu formulieren und zu lösen.

<b>Description / Content English</b>
State space and Multi-Input, Multi-Output systems, state space, observability etc, controllability etc., control design, observer design, design approaches, design of servo systems, stability of control systems, Lyapunov stability, model-reference control, linear quadratic optimal control, observer-based control, advanced approaches
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students will be enabled to formulate, analyze, and synthesize MIMO-control tasks by themselves.

<b>Literatur</b>
Ogata; Modern control engineering; Int. Ed. Prentice Hall Lunze; Regelungstechnik II; Springer

Modulname laut Prüfungsordnung			
Robotik-Anwendungen			
Module title English			
Robotic Applications			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Robotik-Anwendungen			
Course title English			
Robotic Applications			
Verantwortung			Lehreinheit
Bruckmann, Tobias			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1			2
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Projektergebnisse, Präsentation, Dokumentation der Projektarbeiten			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>In dieser Veranstaltung erlernen die Teilnehmer die Grundlagen zur Realisierung moderner Robotik-Anwendungen. Dazu gehört eine Einführung in Kreativitätstechniken, die systematische Erfassung von Anforderungen an ein System sowie die Konzeptionierung und Umsetzung von automatisierten Lösungen. In der Veranstaltung werden die Grundlagen für die mechatronische Auslegung solcher Systeme erlernt (z.B. Einsatz von Mikrocontrollern, Sensoren und Aktuatoren). Schwerpunkt der Veranstaltung ist die Auslegung und Entwicklung eines Robotersystems in Teamarbeit. Dazu wird in der ersten Vorlesungsstunde eine Aufgabenstellung präsentiert, die von den jeweiligen Teams in Form eines Projekts gelöst werden muss. Während der Veranstaltung muss der Projektfortschritt von den Teams kontinuierlich dokumentiert und präsentiert werden.</p> <p>Während des Seminars wird Anwesenheit erwartet. Das unentschuldigte Fehlen kann zum Ausschluss von der Veranstaltung führen!</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden sind in der Lage, den Einsatz von Automatisierungslösungen mit ihren individuellen Anforderungen zu verstehen, Lösungen zu konzeptionieren und praxisgerecht auszulegen.</p> <p>Weiterhin sind die Studierenden mit dem Einsatz typischer technischer Komponenten von Robotersystemen vertraut. Die Teams lernen, die richtigen Technologien und Methoden zielgerecht einzusetzen und üben die Organisation eines Entwicklungsprojekts sowie die Präsentation der Projektergebnisse.</p>

Description / Content English
-------------------------------

In this course, participants learn the basics for realizing modern robotics applications. This includes an introduction to creativity techniques, the systematic collection of requirements for a system, as well as the conceptual design and implementation of automated solutions. In the course, the fundamentals for the mechatronic design of such systems are learned (e.g. use of microcontrollers, sensors and actuators). The focus of the course is the design and development of a robot system in teamwork. For this purpose, a task is presented in the first lecture hour, which must be solved by the respective teams in the form of a project. During the course, the progress of the project must be continuously documented and presented by the teams. During the seminar, attendance is expected. Unexcused absence may lead to exclusion from the event!

#### **Learning objectives / skills English**

The students are able to understand the use of automation solutions with their individual requirements, to conceptualize solutions and to design them in a practical manner.

Furthermore, the students are familiar with the use of typical technical components of robot systems.

The teams learn to use the right technologies and methods in a targeted manner and practice organizing a development project and presenting the project results.

#### **Literatur**

Siegwart, R., Introduction to Autonomous Mobile Robots. MIT Press, 2004. ISBN 978-0262195027

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Rule development and application			
<b>Module title English</b>			
Rule development and application			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Rule development and application</b>			
<b>Course title English</b>			
Rule development and application			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
el Moctar, Bettar Ould			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	E	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Für den Entwurf, die Konstruktion und den Betrieb maritimer Systeme stehen umfangreiche, international akzeptierte Regelwerke zur Verfügung. Diese Regelwerke unterliegen einer regelmäßigen Revision, Anpassung und Erweiterung durch Klassifikationsgesellschaften, Ausschüsse und gesetzgebende Stellen.</p> <p>Die Veranstaltung vermittelt Grundlagen über die für maritime Systeme relevanten nationalen und internationalen Vorschriften und Genehmigungsverfahren sowie die Anwendung von Vorschriften. Des Weiteren werden die Methoden zur Entwicklung von Vorschriften vermittelt.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sind mit den gebräuchlichen nationalen und internationalen Vorschriften im maritimen Kontext vertraut. Sie können für individuelle maritime Fragestellungen die jeweils relevanten Vorschriftenwerke identifizieren und anwenden. Die Studierenden kennen die wichtigsten technischen Hintergründe für Vorschriften und sind dadurch in der Lage, die Anwendung und Anwendbarkeit von Vorschriften kritisch zu prüfen. Sie kennen darüber hinaus die Methoden zur Entwicklung von Vorschriften und können diese anwenden.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>Comprehensive, internationally accepted regulations are available for the construction and operation of maritime systems. Those regulations are subjected to periodic revisions, adaptations and amendments by classification societies, committees and legislative authorities.</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>The students are familiar with common national and international regulations within the maritime context. They are able to identify and apply the according regulations and regulatory frameworks for individual problems. The students know the most prominent technical backgrounds for regulations and are able to assess the applicability of regulations in the context of a given task. Furthermore, they know common methods for the development of regulations and are able to apply them.</p>

## Literatur

Papanikolaou, 2009, Risk-Based Ship Design, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, DOI: 10.1007/978-3-540-89042-3

J.E. Vinnem, 2010, Offshore Risk Assessment, Kluwer Academic Publishers, ISBN 978-90-481-5279-7

Vorschriftenwerke der IMO, IACS und Klassifikationsgesellschaften, z. B.:

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS),
- International Convention for the Prevention of Marine Pollution from Ships (MARPOL),
- Common Structural Rules (CSR),
- Lloyds Register Classification Rules, DNV GL Classification Rules
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), 2015, Standard Konstruktion
- Mindestanforderungen an die konstruktive Ausführung von Offshore-Bauwerken in der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ), BSH-Nr. 7005
- Europäische Codes und Normen

Modulname laut Prüfungsordnung			
Safety and risk analysis of sustainable and autonomous maritime systems			
Module title English			
Safety and risk analysis of sustainable and autonomous maritime systems			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Safety and risk analysis of sustainable and autonomous maritime systems			
Course title English			
Safety and risk analysis of sustainable and autonomous maritime systems			
Verantwortung			Lehreinheit
el Moctar, Bettar Ould; Lantermann, Udo			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		1
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Vorlesung befasst sich mit wahrscheinlichkeitstheoretischen und statistischen Grundlagen zur Zuverlässigkeitsbewertung im Bereich maritimer Systeme. Es werden spezielle Verteilungsfunktionen, Zuverlässigkeits- und Sicherheitskenngrößen erläutert und Zuverlässigkeitsanalysen an einfachen maritimen Systemstrukturen durchgeführt. Außerdem wird ein Einblick in Monte-Carlo-Methoden sowie die Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse (FMEA) gegeben.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage, die wahrscheinlichkeitstheoretischen und statistischen Ansätze zu erklären. Weiterhin können sie Zuverlässigkeits- bzw. Risikountersuchungen analysieren und verstehen sowie Analysen an einfachen Systemen selbst durchführen.

Description / Content English
The lecture deals with the probabilistic and statistical principles for reliability assessment in the maritime sector. Special distribution functions, reliability and safety parameters are explained and reliability analyses of simple maritime structures are made. Additionally, an insight is given into Monte-Carlo failure mode and effects analysis.
Learning objectives / skills English
The students are able to explain the probabilistic and statistical approaches. Moreover, they can analyse and understand reliability and risk analyses and carry out their own analyses of simple structures.

Literatur
A. Meyna, B. Pauli: Zuverlässigkeitstechnik - Quantitative Bewertungsverfahren, Carl Hanser Verlag, 2010 O. Krappinger: Die quantitative Berücksichtigung der Sicherheit und Zuverlässigkeit bei der Konstruktion von Schiffen, Schriftenreihe Schiffbau, Nr. 213, Technische Universität Hamburg-Harburg, 1967



Modulname laut Prüfungsordnung			
Schweißtechnische Fertigungsverfahren			
Module title English			
Welding Technical Manufacturing Method			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Schweißtechnische Fertigungsverfahren			
Course title English			
Welding Technical Manufacturing Methods			
Verantwortung			Lehreinheit
Winkler, Reinhardt; Kleszczynski, Stefan			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>In der Vorlesung Schweißtechnik wird ein Überblick über die wesentlichsten Verfahren im Bereich Schweißen, Schneiden und thermische Beschichtungsverfahren gegeben. So werden grundlegende Hinweise zu den Verfahrensprinzipien, Anwendungsgebieten und Vor- und Nachteile dargestellt. Die Ausführungen werden mittels moderner Medien, z.B. Videos, Power-Point-Präsentationen etc. ergänzt.</p> <p>Des Weiteren wird ein 1-tägiges Praktikum in der SLV Duisburg angeboten, in dem die Studierenden die Schweißverfahren praktisch erleben und auch selbst schweißen können.</p> <p>Angeboten werden neben den klassischen Schutzgasverfahren (MIG/MAG/WIG) das LASERSchweißen, Plasma-Schweißen und besondere Widerstands-Schweißverfahren. Die bestandene schriftliche Prüfung ermöglicht die Zulassung zum Teil 1 der EWE-Prüfung (SFI).</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sollen die schweißtechnischen Fertigungsverfahren für industrielle Anwendungen einsetzen und anwenden.

Description / Content English
<p>The welding technology lecture provides an overview of the most important welding, cutting and thermal coating processes. Basic information on the process principles, areas of application, and advantages and disadvantages are presented. The explanations are supplemented using modern media, e.g., videos, PowerPoint presentations, etc.</p> <p>In addition, a one-day practical course is offered at SLV Duisburg, where students can experience the welding processes in practice and also weld themselves.</p> <p>In addition to the classic inert gas processes (MIG/MAG/WIG), LASER welding, plasma welding, and special resistance welding processes are offered. Passing the written examination allows admission to part 1 of the EWE examination (SFI).</p>
Learning objectives / skills English
Students will be expected to use and apply welding production processes for industrial applications.

## Literatur

Fahrenwaldt, Schuler, Twrdek; Praxiswissen Schweißtechnik  
Davim; Welding Technology

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Sensoren für Fortgeschrittene - Anwendungen, Schnittstellen und Signalverarbeitung			
<b>Module title English</b>			
Advanced Sensors - Applications, Interfacing and Signal Processing			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Sensoren für Fortgeschrittene - Anwendungen, Schnittstellen und Signalverarbeitung</b>			
<b>Course title English</b>			
Advanced Sensors - Applications, Interfacing and Signal Processing			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Schramm, Dieter; Hesse, Benjamin			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D/E	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Diese Vorlesung baut auf der Bachelor-Vorlesung „Sensorik und Aktuatorik“ oder ähnlichen einführenden Vorlesungen zur Sensorik oder Mechatronik auf. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf komplexen Sensoranwendungen und deren Integration in mechatronische Systeme. Dabei werden auch Themen wie Verbindungstechnik, Sensorabschirmung und Signalverarbeitung behandelt. Speziell bei der Signalverarbeitung werden Filterentwurf, adaptive Filter und Messrauschen behandelt.</p> <p>Gliederung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensorcharakteristik</li> <li>- Fortgeschrittene Anwendungen</li> <li>- Sensor Schnittstellen</li> <li>- Signalverarbeitung</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden verstehen Anwendungen komplexer Sensorik in mechatronischen Produkten. Sie sind in der Lage, Sensoren entsprechend den Anforderungen und der Einbauumgebung auszuwählen und kennen Methoden zur Auslegung geeigneter Filter.</p>

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

This course is based on the bachelor course „Sensorik und Aktuatorik“ or any other introductory course on sensors or mechatronics. The course on Advanced Sensorics will focus on more complex applications of sensors and their integration into mechatronic systems. This course will also focus a lot on interfacing circuits, sensor shielding and signal processing to complete the path from signal collection, preparation and making it available in some useful form for the Electronic Control Units to use them. This will include among others definition of noise, designing digital and adaptive filters.

Structuring:

- Characteristics of Sensors
- Advanced Applications
- Sensor Interfacing Circuits
- Signal Processing

### **Learning objectives / skills English**

Students understand applications of complex sensor technology in mechatronic products. They are able to select sensors according to the requirements and the installation environment and know methods for designing suitable filters.

### **Literatur**

Fraden, Handbook of Modern Sensors - Physics, Design, and Applications. Springer 2010  
PowerPoint presentations in English and German

Modulname laut Prüfungsordnung			
Shallow Water Hydrodynamics			
Module title English			
Shallow Water Hydrodynamics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Shallow Water Hydrodynamics			
Course title English			
Shallow Water Hydrodynamics			
Verantwortung			Lehreinheit
el Moctar, Bettar Ould; Jiang, Tao			MB
Kreditpunkte	Turnus		Sprache
5	SoSe		E
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Thema dieser Veranstaltung ist die Anwendung der Flachwassertheorie für die Schiffshydrodynamik. Nach einer Einführung in die Grundgleichungen der Fluidodynamik und die allgemeine Formulierung der Schiffsumströmung in Flachwasser werden verschiedene Approximationen für die Flachwasserwellen einschließlich deren Anwendungen diskutiert. Schwerpunkt der Lehrveranstaltung ist jedoch die Vermittlung von bewährten theoretischen, numerischen und empirischen Methoden für Schiffswellen, Widerstand und Propulsion, dynamische Trimmlage sowie Interaktionswirkungen zwischen Schiffen und Schiff/Wasserstraße.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage, die physikalischen Grundlagen der Flachwasserwellen und die Sondercharakteristiken der Schiffsdynamik in flachen Gewässern zu verstehen und zu erläutern. Die Teilnehmer sind fähig, die wesentlichen Approximationen nachzuvollziehen und geeignete Methoden für typische Fragestellungen in der Praxis anzuwenden.

Description / Content English
Subject of this course is the application of shallow-water theory in ship hydrodynamics. After an introduction of the basic equations of the fluid dynamics and the general formulation of the flow around ship in shallow water, different approximations for shallow-water waves are discussed, including their applications. However, the main purpose of the course is to provide well established theoretical, numerical and empirical methods for ship waves, resistance and propulsion, ship's dynamics (sinkage and trim) as well as interactions ship/ship and ship/waterway.
Learning objectives / skills English
The course provides a basic understanding of the shallow-water waves and the special characteristics of ship dynamics in shallow water regions. The participants are able to derive the elemental approximations and apply suitable methods for typical questions in practice.

## Literatur

T. Jiang: Ship Waves in Shallow Water, VDI Verlag, Düsseldorf, 2001

J. N. Newman: Marine Hydrodynamics, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, 1977

E. V. Lewis (Hrsg.): Principles of Naval Architecture, Volume II, Resistance, Propulsion and Vibration, SNAME, New York, 1988

Modulname laut Prüfungsordnung			
Solare Energiesysteme			
Module title English			
Solar Energy Systems			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Solare Energiesysteme			
Course title English			
Solar Energy Systems			
Verantwortung			Lehreinheit
Hoster, Harry; Mahlendorf, Falko			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>In der Vorlesung wird die Bandbreite der thermischen und photovoltaischen Nutzung der Sonnenenergie vorgestellt. Nach einer Diskussion der Grundlagen des solaren Strahlungsangebotes (Physikalische Grundlagen der Strahlung, Strahlungsbilanzen, Himmelsstrahlung, Globalstrahlung, Messung solarer Strahlungsenergie) werden Niedertemperaturkollektoren, konzentrierende Kollektoren und die solarthermische Stromerzeugung in Farm- und Towerkraftwerken behandelt. Einen weiteren Schwerpunkt bildet das Thema der photovoltaischen Stromerzeugung mit einer Einführung in das Bändermodell der Elektronen im Festkörper, des Aufbaus, der Funktionsweise und des Wirkungsgrads von Silizium-Solarzellen, Dünnschichtsolarzellen und kompletten Solarzellensystemen. Der erreichte Stand der Technik sowie technische und wirtschaftliche Potentiale der Solarthermie und Photovoltaik werden ebenfalls erörtert.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Der Studierende versteht die Prinzipien der energetischen Nutzung von Solarenergie, kennt den technischen Aufbau und den Wirkungsgrad verschiedener Solaranlagen und kann das technische und wirtschaftliche Potential der Nutzung der Solarenergie einschätzen.</p>

Description / Content English
<p>Focus of the lecture is the thermal and photovoltaic use of solar energy. Topics are the potential of solar radiation and its physical fundamentals, radiation balances, total radiation and measurement of solar irradiation. The conversion of solar radiation into thermal energy by thermal collectors, like flat collectors and concentrating collectors, the generation of high temperature heat by solar farm and tower power plants will be explained. Photovoltaic generation of electricity is the second main topic, the energy band model of semiconductors, the functional principle of silicon solar cells, including construction principles, manufacturing and efficiency will be presented. Important is as well the optimization potential, thin film solar cells, other semiconductors, photovoltaic system technology. Finally, the technical and economical potential of thermal and photovoltaic use of solar energy will be discussed.</p>
Learning objectives / skills English

The student understands the principles of energetic use of solar energy, knows technical details about construction and efficiency of conversion devices for solar energy (solar thermal collectors and PV) and is able to judge the technical and economical potential of solar energy use.

### Literatur

- Adolf Goetzberger, Volker Wittwer, „Sonnenenergie – Thermische Nutzung“, Teubner Studienbücher
- Adolf Goetzberger, Bernhard Voß, Volker Wittwer, „Sonnenenergie: Photovoltaik“, Teubner Studienbücher
- Martin Kaltschmitt, Andreas Wiese, „Erneuerbare Energien“, Springer Verlag
- Manfred Kleemann, Michael Meliß, „Regenerative Energiequellen“, Springer Verlag
- Konrad Mertens, „Photovoltaik“, Carl Hanser Verlag
- Volker Quaschnig, „Regenerative Energiesysteme“, Hanser Verlag



<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
State and Parameter Estimation			
<b>Module title English</b>			
State and Parameter Estimation			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>State and Parameter Estimation</b>			
<b>Course title English</b>			
State and Parameter Estimation			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Ding, Steven			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>		<b>Sprache</b>
5	SoSe		E
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Zur Modellierung (mathematische Beschreibung) eines dynamischen Systems werden vollständige Informationen über die Modellstruktur, die Zustandsgrößen und die Modellparameter benötigt. In dieser Vorlesung werden Methoden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zur Zustandsschätzung</li> <li>- zur Parameteridentifikation</li> <li>- zur Systemidentifikation</li> </ul> <p>behandelt. Ferner werden Methoden zur direkten Identifikation von Reglern und Beobachtern vorgestellt.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden sollen verschiedene Methoden zur Zustandsschätzung und Parameteridentifikation kennenlernen und diese in Form von Algorithmen umsetzen können.

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

A dynamic system is well described by its model structure, state variables and model parameters. In practice, they are often unknown and should be identified or estimated. In this course, basic methods for the identification and estimation of state variables and system parameters are introduced.

The course consists of four thematic blocks.

In Block I, State estimation - Kalman filter and observer schemes, different types of Kalman filters and observer schemes are introduced on the assumption that the system model and parameters are available, including

- state estimation in static processes
- State estimation in (linear) dynamic processes
- H2 optimal observer.

In Block II, Parameter identification -

Least squares parameter estimation schemes, parameter identification is dealt on the assumption of a given system structure. Topics like parameter estimation in static processes, parameter estimation in dynamic processes and recursive algorithms are addressed.

In case that the system is a block box, system identification is needed. In Block III, System identification -

Subspace identification methods (SIM), the basic ideas and procedure of SIM are first introduced. It is followed by some standard SIMs. Block IV, SIM-added identification of kernel and image representations and data-driven design of feedback controllers and observers, is dedicated to the introduction of some data-driven design methods for controllers and observers.

### Learning objectives / skills English

The students should learn basic state estimation and parameter identification methods and be able to implement them in form of algorithms.

### Literatur

- [1] S. X. Ding, Vorlesungsskript „State and parameter estimation“ (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar, will be updated and available for download)
- [2] T. Kailath and A. Sayed and B. Hassisi, Linear estimation, Prentice Hall, 1999.
- [3] R. Isermann and M. Münchhof, Identification of Dynamic Systems Springer-Verlag, 2011
- [4] B. Huang and R. Kadali, Dynamic Modeling, Predictive Control and Performance Monitoring - A Data-driven Subspace Approach. Springer-Verlag, London 2008
- [5] S. X. Ding, Data-driven design of fault diagnosis and fault-tolerant control systems, Springer-Verlag, 2014.

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Stationäre Prozesssimulation			
<b>Module title English</b>			
Steady-State Process Simulation			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Stationäre Prozesssimulation</b>			
<b>Course title English</b>			
Steady-State Process Simulation			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Pasel, Christoph; Bathen, Dieter			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	W/S	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
1	3		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Mündliche Prüfung			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung</li> <li>2. Grundlagen der Simulationstechnik <ul style="list-style-type: none"> <li>- sequentielle Simulation</li> <li>- gleichungsorientierte Simulation</li> </ul> </li> <li>3. Bilanzierung verfahrenstechnischer Prozesse <ul style="list-style-type: none"> <li>- Massen- und Energiebilanzen</li> <li>- Gleichgewichts- und Nichtgleichgewichtsmodelle</li> <li>- mehrstufige Apparate</li> <li>- Kreisprozesse und Rückführungen</li> <li>- Fließbilder</li> </ul> </li> <li>4. Stoffdaten und Abschätzmethoden <ul style="list-style-type: none"> <li>- kalorische Daten</li> <li>- thermische Zustandsgleichungen</li> <li>- Aktivitätskoeffizientenmodelle</li> </ul> </li> <li>5. Apparate-Modelle (Unit Operations)</li> <li>6. Simulation von Trennkolonnen und Reaktoren <ul style="list-style-type: none"> <li>- einfache Rektifikation und Absorption</li> <li>- komplexe Trennprozesse</li> <li>- Gesamtprozess mit Reaktion und Trennung</li> </ul> </li> </ol>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der stationären Prozesssimulation und können diese an einem in der Industrie etablierten Standard-Software-Paket (Aspen Plus) anwenden. Sie sind in der Lage, Fließbilder zu entwickeln und die implementierten Apparate- und Stoffmodelle einzusetzen. Darüber hinaus sind sie zu einer kritischen Beurteilung der Qualität der Simulationsergebnisse befähigt.

### Description / Content English

1. Introduction
2. Fundamentals of chemical process simulation
  - Sequential simulation
  - Equation-oriented simulation
3. Balancing of chemical processes
  - Mass and energy balances
  - Equilibrium and nonequilibrium models
  - Multi-stage processes
  - Cycle processes und recycles
  - Flow charts
4. Thermophysical properties and methods of estimation
  - Caloric data
  - Equations of state
  - Activity coefficient models
5. Unit operations
6. Simulation of columns and reactors
  - Simple rectification and absorption
  - Complex separation processes
  - Total process with reaction and separation

### Learning objectives / skills English

The students know the fundamentals of chemical process simulation and they are able to perform simulations with the industrial standard software package Aspen Plus. They are able to develop flow charts and use the implemented models and thermodynamic estimation methods. Moreover, the students are qualified to a critical evaluation of the quality of simulation results.

### Literatur

Klaus Sattler. Thermische Trennverfahren. Wiley-VCH, 3. Auflage (2001)  
J.D. Seader, E.J. Henley. Separation Process Principles. John Wiley & Sons, 2. Auflage (2006)  
Ullmann's Modeling and Simulation. Wiley-VCH (2007)  
J. Ingham, I. J. Dunn, E. Heinzle, J. E. Prenosil, J. B. Snape Chemical Engineering Dynamics - An Introduction to Modeling and Computer Simulation. Wiley-VCH, 2. Aufl. (2007)  
AspenPlus User Manuals

Modulname laut Prüfungsordnung			
Strategische Logistikplanung			
Module title English			
Strategic Logistics Planning			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Strategische Logistikplanung			
Course title English			
Strategic Logistics Planning			
Verantwortung			Lehreinheit
Noche, Bernd; Goudz, Alexander			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		1
Studienleistung			
Hausarbeit			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Der Aufbau von Erfolgspotentialen im Bereich der Logistik ist Gegenstand der Veranstaltung strategische Logistikplanung. Betrachtet werden Themen aus dem Bereich des Supply Chain Managements und Controlling, wie das SCOR-Modell, außerdem die Themenbereiche Risikomanagement in Lieferketten sowie die Trends Grüne Logistik und Nachhaltigkeit in der Logistik. Modelle zur Standortplanung und Strategien zur Gestaltung von Logistiknetzwerken sind ebenfalls Teil der Veranstaltung.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden kennen Instrumente der strategischen Logistikplanung, kennen Erscheinungsformen von Supply Chains und können Risikofaktoren für Logistiksysteme einschätzen. Außerdem können sie Modelle zur Standortplanung anwenden und kennen Konzepte des Themas Grüne Logistik und Nachhaltigkeit.

Description / Content English
The development of success potentials in logistics is the subject of the lecture strategical logistics planning. Topics as supply chain management and controlling, such as the SCOR model, risk management in supply chains and the trends of green logistics and sustainability in logistics are considered. Location planning models and strategies for designing logistics networks are also part of the lecture.
Learning objectives / skills English
The students know the tools of strategic logistics planning, they are familiar with the designs of supply chains and the risk factors for logistics systems. They can also use location planning models and know concepts related to green logistics and sustainability.

Literatur
-----------

- Kik, D. (2022). Zur Modellbasierten Entscheidungsunterstützung Von Unternehmen in Der Regionalen Standortplanung Und –Entwicklung. Springer.
- Pfohl, H.-C. (2021). Strategische Logistikplanung. In Logistikmanagement, p.83-181. Springer Berlin / Heidelberg.
- BVL (2023). Nachhaltigkeit in der Supply Chain. Wie neue Technologien zur Dekarbonisierung beitragen können.
- Hamed Nozari (2024). Information logistics for organizational empowerment and effective supply chain management. Hershey, Pennsylvania : IGI Global.
- Lai, Kin Keung (2019). Risk Management in Supply Chains. London Routledge.
- Clausen, U.; Geiger, C. (2013). Verkehrs- und Transportlogistik, Springer-Verlag.
- Wegner, U. (2017). Einführung in das Logistik-Management: Prozesse - Strukturen - Anwendungen, Springer.

**Modulname laut Prüfungsordnung**

Structural analysis of sustainable maritime systems 2

**Module title English**

Structural analysis of sustainable maritime systems 2

**Kursname laut Prüfungsordnung****Structural analysis of sustainable maritime systems 2****Course title English**

Structural analysis of sustainable maritime systems 2

**Verantwortung**

el Moctar, Bettar Ould

**Lehreinheit**

MB

**Kreditpunkte**

5

**Turnus**

SoSe

**Sprache**

E

**SWS Vorlesung**

2

**SWS Übung**

1

**SWS Praktikum/Projekt****SWS Seminar**

1

**Studienleistung****Prüfungsleistung**

Klausur oder Mündliche Prüfung

**Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Vorlesung vertieft Inhalte zur Betriebsfestigkeit, Traglast und Bruchmechanik. Verschiedene Methoden (Spannungskonzepte) zur Lebensdauerberechnung von Bauteilen werden behandelt und an Schiffen sowie meerestechnischen Strukturen beispielhaft verdeutlicht. Außerdem werden Verfahren zur analytischen Berechnung von torsions- und schubbelasteten zusammengesetzten Querschnitten aufgezeigt. Schiffstypspezifische Festigkeitsprobleme werden vertieft und entsprechende Lösungsansätze werden vorgestellt.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sind in der Lage, Lebensdauerberechnungen für maritime Strukturen mit den gängigen Spannungskonzepten und mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode durchzuführen und kennen qualitativ die zu erwartenden Lasten, die auf diese Strukturen wirken können.

**Description / Content English**

The lecture imparts the knowledge about fatigue analyses, ultimate strength and fracture mechanics. Different numerical approaches for the fatigue assessment of ship and offshore structures are introduced and demonstrated with application examples. Furthermore, analytic techniques for torsional- and shear loaded sections are presented. Different types of ships and their characteristics of structural strength are addressed and structural solutions demonstrated.

**Learning objectives / skills English**

The students are able to perform fatigue analyses for maritime structures using common stress approaches and finite element methods and they are acquainted with acting loads.

**Literatur**

T. Lamb (Hrsg.): Ship Design and Construction, Society of Naval Architects & Marine Engineers, 2003  
D. Radaj, C. M. Sonsino: Fatigue assessment of welded joints by local approaches, Woodhead Publishing, 1998  
B. Boon: Structural Arrangement and component design, In: T. Lamb (Hrsg.): Ship Design and Construction, Volume I, Chapter 17, SNAME, 2003



Modulname laut Prüfungsordnung				
Strukturdynamik 2				
Module title English				
Vibration Analysis 2				
Kursname laut Prüfungsordnung				
Strukturdynamik 2				
Course title English				
Vibration Analysis 2				
Verantwortung				Lehreinheit
Kecskemethy Nachfolge				MB
Kreditpunkte		Turnus		Sprache
5		SoSe		D
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt		SWS Seminar
2	2			
Studienleistung				
Prüfungsleistung				
Klausur oder Mündliche Prüfung				
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung				

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Inhalt der Vorlesung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Kontinuumsmechanik (Wiederholung)</li> <li>- Grundlagen der Elastizitätstheorie (Wiederholung)</li> <li>- Wellengleichung, D'Alembert-Lösung, Rayleigh-Wellen</li> <li>- Timoshenko-Balken</li> <li>- Plattentheorien nach Kirchhoff und Mindlin</li> <li>- Dynamik von Balken, Platten und Schalen</li> <li>- Einfluss von Dämpfung</li> <li>- Modale Analyse für dünnwandige Strukturen</li> <li>- Modale Reduktion</li> <li>- Schadensmechanismen mechanischer Strukturen</li> <li>- Grundlagen der Betriebsfestigkeit (Wöhlerlinien, Low and High Cycle Fatigue, Schädigungsakkumulation)</li> <li>- Einfluss von Mittelspannung und Kerbwirkungen</li> <li>- Betriebsfestigkeitsnachweis</li> <li>- Anwendung von Power-Spectral-Density (PSD)</li> <li>- Rainflow-Zählung und Markov-Ketten</li> </ul> <p>Inhalt der Übung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in FEM-Software</li> <li>- Modalanalyse einer einfachen Struktur (Balken, Platte) mit FEM</li> <li>- Lebensdauerberechnung eines Bauteils unter schwingender Belastung</li> <li>- Durchführung einer Rainflow-Zählung anhand von Messdaten</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

- Verständnis für Anregungsmechanismen von mechanischen periodischen und aperiodischen Strukturschwingungen
- Verständnis und Anwendung von Methoden zur Bewertung der Betriebsfestigkeit von Strukturen
- Verständnis für die Diskretisierung kontinuierlicher mechanischer Systeme
- Anwendung der Finite-Elemente-Methode (FEM) und modaler Reduktionen
- Technische Beispiele

#### Description / Content English

#### Learning objectives / skills English

#### Literatur

Gasch, R., Knothe, K. Liebich, R. (2021) Strukturdynamik Diskrete Systeme und Kontinua, Springer  
Schütz, W. (1996). Betriebsfestigkeit: Grundlagen und Anwendungen. Erschienen in Betriebsfeste Konstruktion und Berechnung von Schweißverbindungen

Modulname laut Prüfungsordnung			
Systemtechnik und Systemoptimierung			
Module title English			
Systems Engineering and Optimization			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Systemtechnik und Systemoptimierung			
Course title English			
Systems Engineering and Optimization			
Verantwortung			Lehreinheit
Noche, Bernd; Goudz, Alexander; Marrenbach, Frank			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Referat oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Themenschwerpunkte der Veranstaltung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung und Anwendung der Systemtechnik</li> <li>- Industrielle Problemstellungen und systemtechnischer Ansatz</li> <li>- Systemanalyse, Systemgestaltung, Arbeitsprinzipien</li> <li>- Systemmethodik des Technischen Managements</li> <li>- Anwendung der Systemmethodik</li> <li>- Planungs- und Problemlösungstechniken</li> <li>- Systemoptimierung, Unternehmensoptimierung</li> <li>- Entscheidungsfindung im technischen Planungsprozess</li> <li>- Ausgewählte Verfahren des Operations Research</li> <li>- Lernende Organisation und Logistik-Lernstatt</li> <li>- Einfluss auf die Fabrik- und Betriebsorganisation</li> <li>- Fallstudien.</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden erhalten interdisziplinäre Fähigkeiten und Kenntnisse. Sie sind in der Lage, das Systemdenken und den Systemansatz im industriellen Umfeld zu verstehen, die fachlichen Grundlagen zu beherrschen, Systeme zu analysieren und zu optimieren, Methoden und Techniken auszuwählen, anzuwenden und anzupassen, in Teamarbeit eine wissenschaftliche Dokumentation zu erstellen und die Ergebnisse zu präsentieren und kritisch zu diskutieren.</p>

Description / Content English
-------------------------------

Main topics of the lecture are:

- Systems Engineering Application and Development
- Problems in Industry and Systems Engineering Approach
- Systems Analysis, Systems Design, Operation Principles
- System Methodology of Technical Management
- System Methodology Application
- Problem Solving and Planning Techniques
- System Optimization, Enterprise Optimization
- Decision Making in the Technical Planning Process
- Selected Methods of Operations Research
- Learning Organization and Logistics Learning Centre
- Relation to Plant Organization
- Case Studies

### Learning objectives / skills English

The students will gain interdisciplinary knowledge and skills. They are able to understand the systems engineering approach and its application in industrial content, to understand the fundamental principles, to analyze and optimize systems, to select, to apply and modify the methods and techniques, to work in teams to prepare a scientific documentation, to give a successful presentation and discuss the solutions.

### Literatur

Furterer, S. (2021): Systems Engineering.

David D. Walden, ESEP, Garry J. Roedler, ESEP, Kevin J. Forsberg, ESEP, R. Douglas Hamelin, Thomas M. Shortell (2023).

Systems engineering handbook : a guide for system life cycle processes and activities. 5th ed. Hoboken, N.J. : Wiley.

Huang, C.-Y., Dekkers R., Chiu S.F., Popescu D., Quezada L. (2023). Logistics Engineering and Management. In: Intelligent and Transformative Production in Pandemic Times. Switzerland: Springer International Publishing AG.

Ma, Yongsheng (2023). Advanced Theory and Applications of Engineering Systems Under the Framework of Industry 4.0: Proceedings of 2022 International Conference on Intelligent Systems Design and Engineering Applications. Springer Nature Singapore.

Bruns, M. (2013). Systemtechnik: Ingenieurwissenschaftliche Methodik zur interdisziplinären Systementwicklung. Springer.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Systemzuverlässigkeit und Notlaufstrategien			
Module title English			
System reliability and limp-home strategies			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Systemzuverlässigkeit und Notlaufstrategien			
Course title English			
System reliability and limp-home strategies			
Verantwortung			Lehreinheit
Söffker, Dirk			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mathematische Grundlagen der Statistik</li> <li>- Systemzuverlässigkeit</li> <li>- Notlaufkonzepte</li> <li>- Anwendungen</li> </ul> <p>Zur Veranschaulichung der Lehrinhalte werden Übungen durchgeführt. Die Veranstaltung wird durch den Lehrbeauftragten Bodenröder, DLR Braunschweig durchgeführt.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Studierende erlernen die Grundlagen der Zuverlässigkeitstechnik einschließlich der notwendigen statistischen Grundlagen. Aufbauend auf diesen Methoden lernen die Studierenden den Entwurf von Maßnahmen zum Umgang mit ausfallenden Komponenten und Systemen bzw. den robusten Entwurf ausfallarmer bzw. -sicherer Systeme (Notlaufkonzepte) konzeptionell kennen. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die erlernten Methoden an Beispielen der industriellen Praxis wiederzuerkennen sowie in neuen Kontexten einzubringen.</p>

Description / Content English
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mathematical Foundations of Statistics</li> <li>- System reliability</li> <li>- Fail-safe operation</li> <li>- Applications</li> </ul> <p>Exercises are executed to illustrate the contents of the course. The course will be held by the lecturer Bodenröder, DLR Braunschweig.</p>
Learning objectives / skills English

Students learn the fundamentals of reliability engineering, including the necessary statistical foundations. Based on these methods, the students learn conceptually how to design methods for dealing with failing components and systems or how to design robust low-loss or safe systems (Fail-safe operation). The students will be able to recognize the learned methods using examples of industrial practice and to integrate them in new contexts.

## Literatur

Bertsche, B.; Lechner, G.: Zuverlässigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau, Springer, 2004

Echtle, K.: Fehlertoleranzverfahren

Koch, M.; Schmidt M.: Deterministische und stochastische Signale. Bonn : Ferd. Dümmler, 1994

Meyna, A.; Pauli, B.: Taschenbuch der Zuverlässigkeits- und Sicherheitstechnik, Hanser, 2002

Montenegro, S.: Sichere und fehlertolerante Steuerungen, Fachbuchverlag, 1999

Rakowsky, U.K.: System-Zuverlässigkeit, LiLoLe, Hagen, 2002

Weitere aktuelle Literatur vornehmlich aus Zeitschriftenaufsätzen werden in den Veranstaltungsunterlagen benannt und aktualisiert.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Technische Schadenskunde			
Module title English			
Failure Analysis			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Technische Schadenskunde			
Course title English			
Failure Analysis			
Verantwortung			Lehreinheit
Hanke, Stefanie			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Hausarbeit, Präsentation			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Lehrveranstaltung befasst sich mit modernen Strategien zur Schadensanalytik. Dabei werden die Schädigungsmechanismen von mechanisch, chemisch und thermisch bedingten Schäden vorgestellt und deren direkte Zuordnung anhand von Schädigungserscheinungsformen erläutert. Die Vorgehensweise stützt sich dabei auf übliche optische, physikalische und chemische Analysemethoden, sowie analytische Berechnungen. Nach Bestimmung der Schadensmechanismen und der Schadensfolge werden mögliche Wege zur Schadensabhilfe (Sofortmaßnahmen) und grundsätzlichen Vermeidung (Gegenmaßnahmen) vor dem Hintergrund realer Schäden aufgezeigt.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Veranstaltung hat das Ziel, die grundlegenden Kenntnisse über die mechanischen und chemischen Beanspruchungen sowie Schädigungsmechanismen zu vermitteln. Die Studierenden werden in der Lage sein, anhand von beobachteten und gemessenen Größen und mit Hilfe zusätzlicher verfügbarer Informationen den möglichen Schadensablauf zu erklären und Maßnahmen zur Vermeidung zu ergreifen. Sie werden fachgerechte Berichte zur technischen Schadensanalyse verfassen können.

Description / Content English
The course deals with modern strategies for failure analysis. The damage mechanisms of mechanically, chemically and thermally induced damage are presented and their classification is explained on the basis of observable damage features. The approach is based on standard optical, physical and chemical analysis methods as well as analytical calculations. After determining the damage mechanisms and the sequence of damage, possible ways of remedying damage (immediate measures) and basic prevention (countermeasures) are shown against the background of real damaged components.
Learning objectives / skills English

The aim of the course is to impart basic knowledge of mechanical and chemical stresses and damage mechanisms. Students will be able to explain the possible damage process and take measures to prevent it on the basis of observed and measured variables and with the help of additional available information. They will be able to write professional reports on technical failure analysis.

## Literatur



Modulname laut Prüfungsordnung			
Theorie statistischer Signale			
Module title English			
Theory of Statistical Signals			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Theorie statistischer Signale			
Course title English			
Theory of Statistical Signals			
Verantwortung			Lehreinheit
Czylwik, Andreas			ET
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

### Beschreibung / Inhalt Deutsch

Nach einer Einführung in den Begriff der Wahrscheinlichkeit werden Zufallsvariablen ausführlich behandelt. Hierzu gehören die verschiedenen Beschreibungsmöglichkeiten durch Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion, Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktion sowie charakteristische Funktion. Weiterhin werden die Eigenschaften von Funktionen von Zufallsvariablen besprochen.

Den Schwerpunkt der Vorlesung bilden Zufallsprozesse, die als eine Erweiterung von Zufallsvariablen um die Dimension der Zeit eingeführt werden. Insbesondere werden Momente zweiter Ordnung wie die Autokorrelationsfunktion, die Kreuzkorrelationsfunktion sowie die entsprechenden Leistungsdichtespektren behandelt. Es werden spezielle Zufallsprozesse mit großer praktischer Bedeutung wie Gauß-, Poisson- und Schrotrauschprozesse besprochen. Abschließend werden Anwendungen wie optimale Filter und Modulation diskutiert. In den Übungen werden die Inhalte der Veranstaltung vertieft.

### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Sehr viele Vorgänge (aus der Physik, Technik, Wirtschaft, Biologie ...) lassen sich nicht einfach durch deterministische Zusammenhänge beschreiben, sondern benötigen statistische Ansätze. Hierzu sind Absolventen in der Lage, die Konzepte von Zufallsvariablen und Zufallsprozessen in praktischen Problemstellungen einzusetzen.

### Description / Content English

After a sound introduction in the notion of probability, stochastic variables will be discussed in detail. To that belong the different description possibilities through probability density function, probability distribution function and characteristic function. Beyond that, the properties of functions from stochastic variables will be handled.

Stochastic processes which are extended from stochastic variables in time dimension will be emphasized on.

Second-order moments such as the autocorrelation function, the cross correlation function as well as the corresponding power spectral density will be particularly discussed.

Special stochastic processes of great practical importance such as the Gauss's and Poisson's processes will be handled.

In conclusion, applications like optimal filters and modulation will be discussed. The contents will be deepened in exercises.

### **Learning objectives / skills English**

A lot of processes (from physics, economics, biology, technology ...) cannot be described only with deterministic relationships, but need statistical methods.

Students who have completed this course should be able to apply the concepts from stochastic variables and stochastic processes in practical problems.

### **Literatur**

A. Papoulis: Probability, random variables and stochastic processes, McGraw-Hill, 2. Aufl. 1984

**Modulname laut Prüfungsordnung**

Thermische Systeme: Analyse, Modellierung und Design

**Module title English**

Thermal Systems: Analysis, Modeling and Design

**Kursname laut Prüfungsordnung****Thermische Systeme: Analyse, Modellierung und Design****Course title English**

Thermal Systems: Analysis, Modeling and Design

**Verantwortung**

Atakan, Burak

**Lehreinheit**

MB

**Kreditpunkte**

5

**Turnus**

WiSe

**Sprache**

D

**SWS Vorlesung**

1

**SWS Übung**

2

**SWS Praktikum/Projekt****SWS Seminar****Studienleistung****Prüfungsleistung**

Hausarbeiten 70%, Mündliche Prüfung 30%

**Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Veranstaltung bespricht anhand exemplarischer Beispiele (u.a. Wärmeübertragernetzwerk, Wärmespeicher, thermische Behandlung von Werkstoffen) die Analyse thermischer Systeme im Hinblick auf die erzeugte Entropie bzw. den Exergieverlust im Hinblick auf erforderliche Randbedingungen. Die Modellbildung solcher Systeme wird beginnend mit der stationären Modellierung über die instationäre bis hin zur eindimensional-instationären Modellierung im Hinblick auf die Parameteranalyse, Sensitivität auf verschiedene Parameter, bis hin zum akzeptablen Design besprochen und von den Studierenden durchgeführt. Ausgehend vom akzeptablen Design wird die Parameteroptimierung im Hinblick auf ein optimales Design besprochen.

Die Veranstaltung beinhaltet einen großen Teil Computer-Übungen, in denen die praktische Umsetzung der erlernten Methoden im Vordergrund steht.

Inhalt:

- Einführung
- Python, eine objektorientierte Skriptsprache und ihr Einsatz bei wissenschaftlich-technischen Problemstellungen
- Analyse thermischer Systeme
- Modellierung thermischer Systeme
- Design thermischer Systeme: akzeptables Design
- Optimierungsverfahren und -strategien

[evtl.:

- Entropieproduktion als Kriterium zur Beurteilung thermischer Systeme
- Design thermischer Systeme: optimales Design
- Ausblick: Ökonomische Erwägungen ]
- Zusammenfassung

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

- Kenntnis verschiedener Aspekte und der Bedeutung der Modellbildung und von Parameterstudien bei der Analyse und beim Design thermischer Systeme
- Anwendung der Kenntnisse aus Thermodynamik, Wärme- und Stoffübertragung sowie Fluidodynamik zur Entwicklung von Modellen und deren Formulierung in einer Programmiersprache
- Strukturierte Berichterstattung über wissenschaftliche Projekte und Aufgaben
- Kenntnis und Anwendung von Design- und Optimierungskriterien, sowie Strategien

### Description / Content English

The course discusses, using exemplary examples (including heat transfer networks, thermal storage, thermal treatment of materials), the analysis of thermal systems with regard to generated entropy or exergy loss concerning required boundary conditions. The modelling of such systems starts with stationary modelling, proceeds to transient modelling, and culminates in one-dimensional transient modelling regarding parameter analysis, sensitivity to different parameters, up to acceptable design, which is discussed and carried out by the students. Starting from the acceptable design, parameter optimization for an optimal design is discussed.

The course includes a significant portion of computer exercises focusing on the practical implementation of the learned methods.

Content:

- Introduction
- Python, an object-oriented scripting language, and its application in scientific and technical problem-solving
- Analysis of thermal systems
- Modelling of thermal systems
- Design of thermal systems: acceptable design
- Optimization methods and strategies

[possibly:

- Entropy production as a criterion for assessing thermal systems
- Design of thermal systems: optimal design
- Outlook: Economic considerations]
- Summary

### Learning objectives / skills English

- Understanding of various aspects and the significance of modelling and parameter studies in the analysis and design of thermal systems
- Application of knowledge from thermodynamics, heat and mass transfer, as well as fluid dynamics, to develop models and formulate them in a programming language
- Structured reporting on scientific projects and tasks
- Understanding and application of design and optimization criteria, as well as strategies

### Literatur

Bejan, Adrian; Tsatsaronis, George; Moran M. J.: Thermal design and optimization. Wiley, New York [u.a.], 1996. [ISBN 0-471-58467-3]

Jaluria, Yogesh: Design and optimization of thermal systems. (2. ed.). Boca Raton [u.a.], CRC Press, 2008. [ISBN: 0-8493-3753-4]

Stoecker, W.F.: Design of Thermal Systems (3rd ed.). McGraw Hill 1989

Langtangen, H.-P.: A Primer on Scientific Programming with Python. Springer, Heidelberg, 2012. [e-book]

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Thermische Verfahrens- und Prozesstechnik			
<b>Module title English</b>			
Thermal Process Engineering			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Thermische Verfahrens- und Prozesstechnik</b>			
<b>Course title English</b>			
Thermal Process Engineering			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Bathen, Dieter; Pasel, Christoph; Bläker, Christian			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Einführung</li> <li>Thermische Grundoperationen (Mehrkomponenten-Systeme und komplexe Designs) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdampfung und Kondensation</li> <li>- Destillation und Rektifikation</li> <li>- Extraktion</li> <li>- Absorption und Strippung</li> <li>- Adsorption und Desorption</li> <li>- Kristallisation</li> </ul> </li> <li>Synthese von verfahrenstechnischen Prozessen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematik der Prozessentwicklung</li> <li>- Synthese von Trennsequenzen</li> <li>- Energieintegration (Pinch-Analyse)</li> <li>- Prozessoptimierung</li> </ul> </li> <li>Modellierung und Simulation verfahrenstechnischer Prozesse <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoffdaten für verfahrenstechnische Prozesse</li> <li>- Thermodynamische Modellierung</li> </ul> </li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>Einfache Stufenmodelle</li> <li>Komplexe thermodynamische Modelle <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stationäre Simulation</li> <li>- Dynamische Simulation</li> </ul> </li> </ol>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>

Die Studierenden kennen im Detail alle thermischen Trennverfahren, sowohl Standard-Apparate und -Einbauten als auch Sonderbauformen. Sie sind in der Lage, für ein gegebenes Trennproblem ein geeignetes Verfahren auszuwählen und detailliert auszulegen. Neben thermischen Gleichgewichtsmodellen berücksichtigen sie dabei kinetische Effekte. Sie sind befähigt, systematisch auch komplexe Trennsequenzen und verfahrenstechnische Prozesse zu entwickeln und wirtschaftlich/energetisch zu optimieren. Ergänzend haben sie ein grundlegendes Verständnis für die Modellierung und computergestützte Simulation thermischer Trennprozesse. Sie sind in der Lage, neben stationären Prozessen dynamische Prozesse wie Anfahrvorgänge zu modellieren und zu simulieren. Thermodynamische Modelle zur Berechnung der notwendigen Stoffdaten werden sicher beherrscht. Die Funktionsweise und der theoretische Hintergrund der in der chemischen Industrie verwendeten Software zur Simulation verfahrenstechnischer Prozesse sind bekannt.

### Description / Content English

1. Introduction
2. Thermal Unit Operations (multi-component and complex designs)
  - Evaporation and Condensation
  - Distillation and Rectification
  - Extraction
  - Absorption and Stripping
  - Adsorption and Desorption
  - Crystallisation
3. Synthesis of Chemical Processes
  - Systematics of Process Development
  - Synthesis of Separation Sequences
  - Energy Integration (Pinch-Analysis)
  - Process Optimisation
4. Modelling and Simulation of Chemical Processes
  - Thermophysical Properties for Chemical Processes
  - Thermodynamic Modelling
- I. Simple Stage Models
- II. Complex Thermodynamic Models
  - Steady-State Simulation
  - Dynamic Simulation

### Learning objectives / skills English

The students know all thermal separation processes in detail, including standard equipment and internals as well as special configurations. They are able to select and design a suitable process for a given separation problem in detail. Beside thermal equilibrium models, kinetic effects are considered also. Students are qualified to systematically develop and optimise even complex separation sequences and chemical engineering processes considering economical and energetic aspects. In addition, the students have a basic understanding of modelling and computer-based simulation of thermal separation processes. They are able to model steady-state and dynamic processes, like start up processes. The use of thermodynamic models to estimate necessary thermophysical properties is managed precisely by them. Functionality and theoretical background of software used in the chemical industry for the simulation of chemical engineering processes are known by them.

### Literatur

- Klaus Sattler, Thermische Trennverfahren. Wiley-VCH, 3. Auflage (2001)  
Ulfert Onken, Arno Behr, Chemische Prozesskunde. Lehrbuch der Technischen Chemie, Band 3. Wiley-VCH (2006)  
J.D. Seader, E.J. Henley, Separation Process Principles. John Wiley & Sons, 2. Auflage (2006)  
R. Goedecke (Hrsg.), Fluidverfahrenstechnik. Wiley VCH Verlag (2006)

Modulname laut Prüfungsordnung			
Thermodynamik der Mischungen und reagierender Systeme			
Module title English			
Thermodynamics of Mixtures and Reacting Systems			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Thermodynamik der Mischungen und reagierender Systeme			
Course title English			
Thermodynamics of Mixtures and Reacting Systems			
Verantwortung			Lehreinheit
Atakan, Burak			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		1
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Mündliche Prüfung, Seminarvortrag			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Einleitung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Typische Problemstellungen</li> <li>• Thermische Zustandsgleichung realer Fluide</li> <li>• Wiederholung der Grundlagen</li> <li>– Die Hauptsätze &amp; Gleichgewichtsbedingungen</li> <li>– Freie Enthalpie, chemische Potentiale &amp; th. Zusammenhänge</li> <li>• Verhalten realer Fluide, Phasengleichgewichte von Reinstoffen</li> <li>• Mischungen/Lösungen</li> <li>– Von idealen zu realen Mischungen</li> <li>• Reaktionsgleichgewichte</li> <li>– Von den Konzepten zu den Anwendungen</li> <li>– Der Bezug zur Elektrochemie (Elektrolyse, Brennstoffzellen &amp; Korrosion)</li> <li>• Chemische Exergie</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden kennen die Konzepte und Gleichgewichtsbedingungen der Mischphasenthermodynamik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Konzepte zur Vorhersage von Phasengleichgewichten mit zumindest zwei Komponenten anwenden</li> <li>• Die Studierenden können chemische Gleichgewichte auch für reale heterogene Gemische berechnen</li> </ul>

Description / Content English
-------------------------------

## Introduction

- Typical Problem Statements
- Thermal Equations of State for Real Fluids
- Review of Fundamentals
- The Laws of Thermodynamics & Equilibrium Conditions
- Free Enthalpy, Chemical Potential & Thermal Relationships
- Behavior of Real Fluids, Phase Equilibria of Pure Substances
- Mixtures/Solutions
- From Ideal to Real Mixtures
- Reaction Equilibria
- From Concepts to Applications
- Connection to Electrochemistry (Electrolysis, Fuel Cells & Corrosion)
- Chemical Exergy

## Learning objectives / skills English

The students are familiar with the concepts and equilibrium conditions of mixed-phase thermodynamics. • They can apply the concepts for predicting phase equilibria with at least two components. • They can also calculate chemical equilibria for real heterogeneous mixtures.

## Literatur

Themis Matsoukas, Fundamentals of Chemical Engineering Thermodynamics. Pearson, 2012. [ISBN 9780132693158]  
J. Richard Elliott, Carl T. Lira, Introductory Chemical Engineering Thermodynamics. Pearson, 2012. [ISBN 9780132788489]



Modulname laut Prüfungsordnung				
Tribologie				
Module title English				
Tribology				
Kursname laut Prüfungsordnung				
Tribologie				
Course title English				
Tribology				
Verantwortung				Lehreinheit
Hanke, Stefanie				MB
Kreditpunkte		Turnus		Sprache
5		SoSe		D
SWS Vorlesung	SWS Übung		SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1			
Studienleistung				
Prüfungsleistung				
Klausur				
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung				

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Vorlesung gibt eine Einführung in verschiedene Aspekte der Tribologie, mit einem Schwerpunkt auf technischen Systemen und praktischen Anwendungen. Neben theoretischen Grundlagen werden Praxisbeispiele aus dem Maschinenbau und verwandter Bereiche gegeben, z.B. typische Schadensfälle. In den Übungen werden Berechnungen u.a. von Kontaktflächen und -temperaturen durchgeführt. Die Vorlesung umfasst folgende Themen: Einführung und Grundlagen der Tribologie, Reibungsmechanismen, verschiedene Definitionen und Auswirkungen der Oberflächenrauheit, tribologische Kontaktflächen und deren Interaktionen, Kontakttemperaturen und Schmierung, Verschleiß und Verschleißmechanismen, Erosion durch harte Partikel oder Kavitation.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Vorlesung befähigt Studierende, tribologische Fragestellungen und Probleme im ingenieurmäßigen Umfeld zu erkennen. Sie sind in der Lage tribologische Schädigungsmechanismen zu erkennen, deren Ursachen zu verstehen, sowie geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um sie zu mildern oder zu vermeiden.

Description / Content English
The lecture provides an introduction to various aspects of tribology, with a focus on technical systems and practical applications. In addition to theoretical principles, practical examples from mechanical engineering and related fields are given, e.g. typical cases of damage. Calculations, a.o. of contact surfaces and temperatures are carried out in the exercises. The lecture covers the following topics: Introduction and fundamentals of tribology, friction mechanisms, various definitions and effects of surface roughness, tribological contact surfaces and their interactions, contact temperatures and lubrication, wear and wear mechanisms, erosion by hard particles or cavitation.
Learning objectives / skills English
The lecture enables students to recognize tribological issues and problems in an engineering environment. They are able to recognize tribological damage mechanisms, understand their causes and take appropriate measures to mitigate or avoid them.

<b>Literatur</b>

Modulname laut Prüfungsordnung			
Turbulent Flows			
Module title English			
Turbulent Flows			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Turbulent Flows			
Course title English			
Turbulent Flows			
Verantwortung			Lehreinheit
Kempff, Andreas Markus			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Vorlesung ist eine Einführung in die Modellierung reibungsbehafteter, turbulenter Strömungen. Fluide bewegen sich in laminarer oder turbulenter Strömung. Die Bewegung laminarer Strömung kann exakt modelliert werden. Turbulente Strömungen, die für nahezu alle technischen Anwendungen relevant sind, sind auf Grund ihres stochastischen Charakters jedoch nur näherungsweise zu erfassen. Die Vorlesung analysiert die Struktur der turbulenten Strömungen, und baut darauf die Behandlung der wichtigsten Ansätze zu ihrer Modellierung und Berechnung. Folgende Inhalte werden vermittelt und diskutiert:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entstehung der Turbulenz</li> <li>2. Statistische Beschreibung der Turbulenz</li> <li>3. Struktur der turbulenten Strömungen</li> <li>4. Simulation der Turbulenz – LES und DNS</li> <li>5. Reynolds-gemittelte Gleichungen</li> <li>6. Ansätze zur Turbulenzmodellierung</li> <li>7. Kompressible turbulente Strömungen</li> </ol>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Studenten die die Vorlesung erfolgreich absolviert haben:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kennen die Strömungsformen unterscheiden und sind in der Lage Ursachen für turbulente Strömung in Apparaten und an Hindernissen zu erkennen</li> <li>2. Verstehen die mathematischen Grundlagen der Modellierung und können die Modelle bezüglich ihrer Anwendungsgebiete klassifizieren/auswählen</li> <li>3. Kennen die Stärken und Schwächen der Modelle und ihrer Implementierungen in Simulationsprogrammen</li> </ol>

Description / Content English
-------------------------------

This lecture provides an introduction into modeling of viscous, turbulent flows. Laminar and turbulent motion are the two types of fluid transport. While the laminar flow is easily described by the basic conservation laws and constitutive equations, turbulent flow in nearly every technically relevant application is of stochastic nature and requires further modeling and investigation. In this lecture, turbulent flows are analysed in order to derive the main concepts of turbulence modeling and simulation. The main topics are:

1. Formation of turbulence
2. Stochastic description of turbulence
3. Structure of a turbulent flow
4. Simulation of turbulent flows – LES and DNS
5. Reynolds averaged Navier-Stokes (RANS) equations
6. Closure models for RANS equations
7. Compressible turbulent flows

### **Learning objectives / skills English**

Students which attended the lecture:

1. Are capable to recognize the different flow types and are able to find sources of turbulence in internal and external flows
2. Understand the mathematical models of turbulence and can classify them according to the technical problem/application
3. Are aware of the strength and weaknesses of particular turbulence models and their implementation in a CFD software

### **Literatur**

Recommended reading: Stephen B. Pope, Turbulent Flows, Cambridge University Press

Modulname laut Prüfungsordnung			
Umweltmesstechnik			
Module title English			
Environmental Measurement Technology			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Umweltmesstechnik			
Course title English			
Environmental Measurement Technology			
Verantwortung			Lehreinheit
Asbach, Christof; Bathen, Dieter			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Vorlesung definiert zunächst das System Umwelt, die Auswirkungen anthropologischer Aktivitäten und die Notwendigkeit der Überwachung der Umweltmedien bezogen auf Material- und Energieeinträge. Es werden die verschiedenen Messtechniken zur Überwachung der Qualität der drei Umweltkompartimente Luft, Wasser und Boden behandelt, wobei der Schwerpunkt auf der Luftqualitätsüberwachung liegt. Die Vorlesung richtet sich an angehende Ingenieur:innen mit dem Ziel, die Prinzipien der Messtechniken und die Anwendung der Techniken durch praktische Beispiele zu vermitteln.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden kennen die Definitionen für die Umweltkompartimente Boden, Wasser und Luft sowie die entsprechenden Richtlinien zur Überwachung von deren Qualität. Weiterhin haben die Studierenden einen Überblick über die wesentliche Messtechnik zur Überwachung der Qualität von Boden, Wasser und Luft, z.B. von Abgasen aus Industrie und Verkehr und kennen Anwendungsbeispiele. Sie sind in der Lage, für entsprechende Aufgabenstellungen die nötige Messtechnik auszuwählen.

Description / Content English
Initially, the system „environment“ will be defined, as well as the influence of anthropogenic activities and the necessity for control of the environmental media concerning material and energy input. Several measurement technologies for surveillance of the quality of the three environmental compartments air, water and soil will be introduced, with a main focus on air quality control. The aim of the lecture is to familiarize engineering students with the various environmental measurements techniques and their practical applications.
Learning objectives / skills English

The students know the definitions of the environmental compartments soil, water and air as well as the corresponding guidelines for controlling their quality. The students furthermore have an overview of the key measurement technologies for controlling the quality of soil, water and air, e.g. as emissions from industry and traffic. They know several examples for the practical application of the measurement technology and are capable of choosing the right technology for a given problem.

### Literatur

- Ulrich Förstner, Umweltschutztechnik. Springer Verlag, 7. Auflage (2008)
- William C. Hinds, Aerosol Technology. Wiley, 2nd edition (1999)
- P. Kulkarni, P.A. Baron, K. Willeke, Aerosol Measurement: Principles, Techniques, and Applications. Wiley, 3rd edition (2011)

Modulname laut Prüfungsordnung			
Vehicle Virtual Design (UniBo)			
Module title English			
Vehicle Virtual Design (UniBo)			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Vehicle Virtual Design (UniBo)			
Course title English			
Vehicle Virtual Design (UniBo)			
Verantwortung			Lehreinheit
Frizziero, Leonardo			UniBo
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Mündliche oder schriftliche Prüfung im Ausland			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Description / Content English
<p>The module is characterized by the description and application of Industrial Engineering Methodologies, applicable to automotive and/or motorbikes products.</p> <p>In particular: - IDeS Industrial Design Structure, for the organization of an industrial project - DFSS Design For Six Sigma, for the systematic implementation of the project phases - SDE Stylistic Design Engineering, for style-oriented design - QFD Quality Function Deloyment, oriented to market analysis - Benchmarking, oriented to the analysis of the competition - Top Flop Analysis to define the innovation objectives The activities will find space within projects that simulate the creation of a product within the company.</p> <p>To participate in the course, the following pre-requisites are necessary:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) advanced knowledge of 2D CAD software</li> <li>2) advanced knowledge of 3D CAD software for solid modeling</li> <li>3) advanced knowledge of 3D CAD software (CAS) for surface modeling</li> <li>4) good aptitude for freehand drawing (sketching)</li> </ol> <p>Please note that during the course there will be no lesson hours related to the teaching of two-dimensional and three-dimensional SW modelers, which, as mentioned above, must be considered pre-requisites.</p>
Learning objectives / skills English

Know and understand the fundamentals of the Virtual prototyping through the systematic approach to a complete DMU (Digital Mockup) that from the design concept leads to the engineering of a vehicle (car or motorcycle). Work independently and original, and apply multidisciplinary knowledge to the virtual design and optimization of systems and components in vehicle engineering. The student will need to learn the most advanced techniques of interaction between real and virtual prototype through the principles of human-machine interaction. Developing the ability to work within a workgroup, planning and managing the activities needed to achieve technically valid project results.

### Literatur

Frizziero, L., Liverani, A., Nannini, L., Design for six sigma (DFSS) applied to a new eco-motorbike, Machines, Volume 7, Issue 3, 2019, nr. 52

Frizziero, L. et al., Application of ides (Industrial design structure) to sustainable mobility: Case study of an innovative bicycl, Inventions, Volume 6, Issue 2, 2021m nr. 22

Frizziero, L. et al., Innovation design driven by QFD and TRIZ to develop new urban transportation means, Australian Journal of Mechanical Engineering, 19(3), pp. 300-316, 2021

Frizziero, L. et al., A new car concept developed with stylistic design engineering (SDE), Inventions, 5(3),30, pp. 1-22

Donnici, G. , Frizziero, L., Liverani, A. Costantini, N., Pedrielli, G., Ides (Industrial design structure) and stylistic design engineering (sde) applied to the mobility of the futur, Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (August), 2020

Further precise references will be given by the teacher during the lessons of the first block.



Modulname laut Prüfungsordnung			
Virtuelle Produktdarstellung			
Module title English			
Virtual Product Representation			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Virtuelle Produktdarstellung			
Course title English			
Virtual Product Representation			
Verantwortung			Lehreinheit
Lobeck, Frank			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Aufbauend auf grundlegenden Methoden der Produktentwicklung (Einsatz von CAD- und PDM-Systemen) werden Konzepte zur Integration von virtuellen Produktmodellen in angrenzenden Bereichen vorgestellt. Dazu werden zunächst aus informationstechnischer Sicht aktuelle Technologien wie „Cloud Computing“ oder „Mobile Devices“ vorgestellt und im Kontext der Produktentwicklung diskutiert. Neben der Integration dieser Systeme bilden Methoden zur Produktvisualisierung und Erzeugung von Animationen für die Bereiche Vertriebsunterstützung, Technische Dokumentation und technischer Service den Schwerpunkt der Veranstaltung. In den Übungen werden die Inhalte mit Hilfe der jeweiligen IT-Systeme vertieft.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden kennen die Struktur und Funktionsweise moderner CAD- und PDM-Systeme und die Verfahren zur Visualisierung von Produktmodellen in verschiedenen Formaten. Sie kennen die charakteristischen Eigenschaften bereichsübergreifender webbasierter Anwendungen und sind in der Lage, für konkrete Anforderungen Lösungskonzepte zu entwickeln.

Description / Content English
Based on the basic methods of product development (CAD and PDM systems) concepts for the integration of virtual product models in related areas are presented. Therefor the latest technologies like „Cloud Computing“ or „Mobile Devices“ are introduced with respect to the context of Product Development. Beside of the integration of these systems, another focus is laid on methods of product visualization and animation in the fields of customer relationship management, technical documentation and technical service. In the exercises the content will be worked on by using the particular IT systems.
Learning objectives / skills English

The students are familiar with the principles and functionality of the latest CAD- and PDM- systems and they know methods to visualize product models. They know characteristics of trans-sectoral web based applications and the concepts of integration into a virtual product model. They are able to define solutions for specific requirements.

### Literatur

Vorlesungsskript (online)

Ergänzende Literatur:

Literaturangaben sind dem Online-Foliensatz zu entnehmen.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Virtuelle Produktoptimierung			
Module title English			
Virtual Product Optimization			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Virtuelle Produktoptimierung			
Course title English			
Virtual Product Optimization			
Verantwortung			Lehreinheit
Nagarajah, Arun			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
			4
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Präsentation der Teamarbeit und Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung sollen aus der Industrie stammende, aktuelle Problemstellungen aus dem Bereich der digitalen Transformation von Produktentstehungsprozessen (CAD, CAM, PLM, Simulation) bearbeitet werden. Hierzu arbeiten die Studierenden eigenständig in Projektteams (ca. 4 Gruppen a 4-5 Personen) an einem gemeinsamen Ziel, welches zu Beginn der Veranstaltung mit dem Unternehmen formuliert und innerhalb des Semesters realisiert werden soll. Neben den im Rahmen des Studiums angeeigneten Kompetenzen, lernen die Studierenden praktikable Methoden des Projektmanagements und der Problemlösung.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sollen lernen, ihre erlangten Fähigkeiten aus dem Studium auf ein reales Problem anwenden zu können. Sie erkennen, dass die Probleme im Unternehmen meist nicht rein technischer Natur sind, sondern häufig mit großen organisatorischen Schwierigkeiten verbunden sind. Im Rahmen der Projektarbeit lernen die Studierenden, wie die Arbeit in Projektteams funktioniert, wie Projektmanagement gelebt wird, wie regelmäßige Reportings vor dem Management zu halten sind und wie eine komplexe Problemstellung in einem definierten Zeitraum unter begrenzter zeitlicher Kapazität zu lösen ist. Die Studierenden erhalten somit einen umfassenden Einblick in die Tätigkeiten, die sie in naher Zukunft nach Abschluss ihres Studiums im Unternehmen erwarten wird.

Description / Content English
Within the scope of this course, current problems arising from the field of digital transformation of product development processes (CAD, CAM, PLM, simulation) have to be solved. For this purpose, the students work in project teams (about 4 groups of 4 to 5 persons) on a common goal, which should be formulated with the company at the beginning of the course and realized within the semester. In addition to the skills acquired during their studies, the students become acquainted with practicable methods of project management and problem solving.
Learning objectives / skills English

The students should learn to apply their acquired skills to solve a real problem. They realize that to solve the problems in industrial environment it is not sufficient to care purely on technical aspects, but are often associated with great organizational difficulties. As part of the project work, students learn how working in project teams works, how project management is lived, how to keep regular reporting in front of management and how to solve a complex problem in a defined time frame with limited time capacity. The students get a comprehensive insight into the activities that they will expect in the near future in the company after completing their studies.

## Literatur

Vorlesungsfolien (pdf-Dateien)

Modulname laut Prüfungsordnung			
Vision-based Control			
Module title English			
Vision-based Control			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Vision-based Control			
Course title English			
Vision-based Control			
Verantwortung			Lehreinheit
Röttgermann, Sebastian; Söffker, Dirk			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
			3
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Hausarbeit, Präsentation			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Dieses Seminar bietet eine fundierte Einführung in die Grundlagen der digitalen Bildverarbeitung und Machine Vision mit besonderem Fokus auf deren Anwendung in der Robotik. Ziel ist es, Studierende mit den theoretischen Konzepten und praktischen Methoden der bildbasierten Robotersteuerung und -regelung vertraut zu machen.</p> <p>Im Vorlesungsteil des Seminars werden grundlegende Kenntnisse zu Robotikplattformen – von Industrierobotern bis hin zu autonomen Systemen – aufgegriffen und vertieft. Dies schafft die notwendige Basis für die Auseinandersetzung mit fortgeschrittenen Steuerungs- und Regelungsverfahren, insbesondere dem Image-Based und Position-Based Visual Servoing. Ergänzend werden weitere Algorithmen zur visuellen Regelung vorgestellt und analysiert.</p> <p>Im interaktiven Seminarteil erarbeiten Studierende in Zweiergruppen spezifische Fragestellungen aus dem Themenfeld anhand aktueller wissenschaftlicher Literatur. Die Ergebnisse werden in Fachvorträgen präsentiert und in anschließenden Diskussionsrunden kritisch reflektiert. Durch diesen praxisnahen Ansatz werden sowohl die fachlichen als auch die methodischen Kompetenzen im Bereich der bildgestützten Robotik vertieft.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Studierende lernen und sind in der Lage mit folgenden Sachverhalten umzugehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fähigkeit zur Anwendung digitalen Bildverarbeitung sowie Machine Vision Algorithmen</li> <li>- Verständnis zur Modellierung von Robotern und Roboterplattformen (Manipulatoren, UAV, UGV) mittels Anwendung kinematischer Grundlagen</li> <li>- Verständnis von Image-Based und Position-Based Visual Servoing Methoden und deren Anwendung</li> <li>- Kompetenz zum Design eines Vision-based Controllers</li> <li>- Diskussion und Vorstellung von themenbezogener Literatur</li> <li>- Präsentation von Rechercheergebnissen vor einem Publikum</li> </ul>

Description / Content English
-------------------------------

This seminar provides a comprehensive introduction to the fundamentals of digital image processing and machine vision, with a particular focus on their application in robotics. The aim is to equip students with both theoretical concepts and practical methods for vision-based robot control and regulation.

The lecture component of the seminar revisits and deepens fundamental knowledge of robotic platforms, ranging from industrial robots to autonomous systems. This foundation enables students to explore advanced control and regulation techniques, particularly Image-Based and Position-Based Visual Servoing. Additionally, further algorithms for visual control are introduced and analyzed.

In the interactive seminar component, students work in pairs to investigate specific research questions within the field based on current scientific literature. Their findings are presented in expert talks and critically discussed in subsequent discussion sessions. Through this practice-oriented approach, students enhance both their technical expertise and methodological skills in vision-based robotics.

### Learning objectives / skills English

Students learn and are able to handle the following aspects:

- Ability to apply digital image processing and machine vision algorithms
- Understanding of the modeling of robots and robot platforms (manipulators, UAVs, UGVs) using kinematic fundamentals
- Understanding of image-based and position-based visual servoing methods and their applications
- Competence in designing a vision-based controller
- Discussion and presentation of topic-related literature
- Presentation of research results to an audience

### Literatur

Corke, P. I. (1996). Visual Control of Robots: high-performance visual servoing. Taunton, UK: Research Studies Press.

Corke, P. I. (2017). Robotics, vision and control: fundamental algorithms in MATLAB® second, completely revised (Vol. 118). Springer.

Chaumette, F., & Hutchinson, S. (2006). Visual servo control. I. Basic approaches. IEEE Robotics & Automation Magazine, 13(4), 82-90.

Weitere nach aktuellem Bedarf.

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Wärme- und Stoffübertragung			
<b>Module title English</b>			
Heat and Mass Transfer			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Wärme- und Stoffübertragung</b>			
<b>Course title English</b>			
Heat and Mass Transfer			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Atakan, Burak			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Im Rahmen dieser Vorlesung soll eine Einführung in die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der Wärme- und Stoffübertragung gegeben werden, die in sehr vielen technischen Prozessen eine große Rolle spielen. Sie erlauben uns Vorhersagen zur Geschwindigkeit der Wärme- und Stoffübertragung und geben uns somit Mittel an die Hand, technische Anlagen auszulegen, bei denen die Wärmeübertragung eine Rolle spielt. Somit werden die Inhalte dieser Vorlesung in der Energie- und Verfahrenstechnik, aber nicht nur dort, benötigt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung/ Konzepte</li> <li>- Wärmeleitung (stationär, instationär)</li> <li>- Konvektion (Grenzschichten, erzwungene/ freie Konvektion, überströmte Körper, durchströmte Körper)</li> <li>- Wärmeübertragung mit Phasenübergang (Sieden, Kondensieren)</li> <li>- Wärmeübertrager (Typen, Methoden der Auslegung)</li> <li>(- Wärmestrahlung )</li> <li>- Diffusion und Stoffübertragung</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>

Aufbauend auf den thermodynamischen Grundlagen, sollen die Studierenden die Grundkonzepte der Wärme- und Stoffübertragung verstehen und anwenden können. Die Lehre der Wärme- und Stoffübertragung beschäftigt sich mit der Geschwindigkeit, mit der sich thermodynamische Gleichgewichte einstellen. Zunächst werden für jede Art der Wärme- und Stoffübertragung die physikalischen Grundlagen und Gleichungen besprochen, anhand exakter Lösungen oder empirischer Korrelationen, sollen die Studierenden die Lösung typischer (einfacher) Problemstellungen aus der Technik kennen lernen und in den Übungen selbstständig anwenden. Hierbei soll auch mathematische Software zur Lösung der partiellen Differentialgleichungen der Wärmeübertragung eingesetzt werden. Ziel ist es, dass die Studierenden für eine gegebene Problemstellung aus der Wärme- und Stoffübertragung, das Problem bezüglich der wichtigsten Prozesse klassifizieren und daraufhin die entsprechenden Gleichungen formulieren können. Die Studierenden sollen in der Lage sein, mögliche Vereinfachungen der Gleichungen (1D, stationär,...) zu erkennen und damit einfache Lösungswege zu finden. Die Analogie zwischen Wärmeleitwiderstand und elektrischen Widerständen soll verstanden worden sein ebenso wie das Konzept des Wärmedurchgangs. Für konvektive Wärmeübertragung soll der Studierende die analytischen Lösungen für einfache Problemstellungen verstehen und die Konzepte der Ähnlichkeitstheorie anwenden können, um damit Auslegungsrechnungen durchführen zu können. Die Analogie zwischen Problem der Wärme- und der Stoffübertragung sollen verstanden werden, ebenso wie die Grenzen. Der Studierende soll die Vor- und Nachteile verschiedener Wärmeüberträger kennen lernen, um eine rationelle Auswahl treffen zu können. Die Grundlagen der Wärmestrahlung und deren Anwendung auf einfache Problemstellungen sollen beherrscht werden.

### Description / Content English

The fundamentals of heat and mass transfer will be taught. Both being important in many technical processes within energy conversion and chemical engineering.

1. Introduction/Concepts
2. Conduction (stationary / instationary)
3. Diffusion
4. Convection (boundary layers, similarity, forced/free conv., flow around bodies, flow in channels)
5. Convection with phase change: boiling, condensation
6. Heat exchangers
- (7. Radiation)

### Learning objectives / skills English

The students will be able to decide, which mechanisms of heat and mass transfer will be important for a given situation. The students will be able to formulate the governing equations and decide if simplifications regarding dimensionality are possible and reasonable. Simple heat transfer problems can be solved using either similarity correlations, analytical solutions or numerical solutions. The analogy between heat and mass transfer will be thoroughly understood and heat exchangers calculations can be performed using the NTU method.

### Literatur

Polifke, Kopitz, Wärmeübertragung. Pearson Studium, München 2005

Frank P. Incropera, David P. DeWitt, Fundamentals of heat and mass transfer. 5th ed. New York; Chichester: Wiley 2002

Baehr, Hans Dieter; Karl Stephan, Wärme- und Stoffübertragung. 3. Aufl. Berlin [u.a.] : Springer 1998



<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>				
Waste Water Treatment				
<b>Module title English</b>				
Waste Water Treatment				
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>				
<b>Waste Water Treatment</b>				
<b>Course title English</b>				
Waste Water Treatment				
<b>Verantwortung</b>				<b>Lehreinheit</b>
Panglisch, Stefan				MB
<b>Kreditpunkte</b>		<b>Turnus</b>		<b>Sprache</b>
5		WiSe		E
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>		<b>SWS Seminar</b>
2	2			
<b>Studienleistung</b>				
<b>Prüfungsleistung</b>				
Klausur oder Mündliche Prüfung				
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>				
<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>				

**I. Einführung in die Terminologie und die Geschichte der Abwassertechnik.**

Ziele: Vermittlung von Grundkenntnissen zur Terminologie und historischen Entwicklung der Abwassertechnik, Sensibilisierung für zukünftige Herausforderungen.

Inhalte: Historischer Rückblick und Motivation zur Abwassertechnik, zukünftige Herausforderungen in der Abwassertechnik.

**II. Grundlagen der städtischen Entwässerung.**

Ziele: Verstehen der Prinzipien und Methoden der städtischen Entwässerung.

Inhalte: Konzepte und Strategien der städtischen Entwässerung.

**III. Zusammensetzung und Menge von Abwasser.**

Ziele: Kenntnisse über die Charakteristika und Standards von Abwasser erlangen.

Inhalte: Analysemethoden von Abwasser, typische Konzentrationen, Abwasserstandards und -vorgaben.

**IV. Grundlegende mechanische Behandlungsverfahren.**

Ziele: Fähigkeiten zur Anwendung und Dimensionierung mechanischer Abwasserbehandlungstechniken entwickeln.

Inhalte: Siebverfahren, verschiedene Formen der Sedimentation und Flotation, Dimensionierung von Sieben, Sandfang und Vorklärbecken.

**V. Grundlegende biologische und chemische Behandlungsverfahren.**

Ziele: Verstehen und Anwenden biologischer und chemischer Verfahren zur Abwasserbehandlung.

Inhalte: Grundlagen des Belebtschlammverfahrens, biologische N- und P-Elimination, chemische Fällung, Grundlagen der Belüftung, Abwasserkalkulation, Massenbilanzen in der Abwasserbehandlung, Dimensionierung biologischer Abwasserbehandlungsanlagen (nach DWA-A131), Membranbioreaktoren (MBRs), Abwasserqualitätsstandards in Deutschland.

**VI. Schlammbehandlung; Verfahren und Ziele der Schlammbehandlung.**

Ziele: Erkennen der Bedeutung und Anwendung verschiedener Schlammbehandlungsstrategien.

Inhalte: Zielsetzungen der Schlammbehandlung, Eindickung, Stabilisierung (aerob und anaerob), Entwässerung und Konditionierung, thermisches Trocknen und Verbrennung, P-Rückgewinnung, Grundlagen der Faulbehältergestaltung, Behandlung von Schlammwasser.

**VII. Motivation und Verfahren der erweiterten Abwasserbehandlung.**

Ziele: Verstehen der Notwendigkeit und Methoden der erweiterten Abwasserbehandlung.

Inhalte: Gründe für eine erweiterte Abwasserbehandlung, gängige Methoden: Aktivkohle, Ozon und Membrantechnologie.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden erhalten eine fundierte Einführung in die Terminologie und Geschichte der Abwassertechnik, wodurch sie nicht nur die historische Entwicklung, sondern auch die aktuellen und zukünftigen Herausforderungen dieses Fachbereichs verstehen. Durch das Studium der städtischen Entwässerung erwerben sie Kenntnisse über die Prinzipien und Methoden, die dahinter stehen. Des Weiteren werden sie mit den Charakteristika und Standards von Abwasser vertraut gemacht, wobei sie die Analysemethoden, typischen Konzentrationen und geltenden Vorgaben kennenlernen. Die Studierenden entwickeln Fähigkeiten in der Anwendung und Dimensionierung von mechanischen Abwasserbehandlungstechniken und vertiefen ihr Wissen über grundlegende biologische und chemische Behandlungsverfahren. Hierzu gehören das Belebtschlammverfahren, die biologische N- und P-Elimination und chemische Fällungsprozesse. Darüber hinaus lernen sie die Bedeutung der Schlammbehandlung kennen und wie verschiedene Schlammbehandlungsstrategien angewendet werden, einschließlich der verschiedenen Techniken wie Eindickung, Stabilisierung, Entwässerung und P-Rückgewinnung. Schließlich werden sie mit der Motivation und den Methoden der erweiterten Abwasserbehandlung vertraut gemacht, wobei sie die Rolle von Aktivkohle, Ozon und Membrantechnologie in diesem Prozess verstehen.

**Description / Content English**

**I. Introduction to the terminology and history of wastewater engineering.**

Objectives: To provide basic knowledge of the terminology and historical development of wastewater technology, to raise awareness of future challenges.

Contents: Historical review and motivation for wastewater technology, future challenges in wastewater technology.

**II. basics of urban drainage.**

Objectives: To understand the principles and methods of urban drainage.

Contents: Concepts and strategies of urban drainage.

**III. composition and quantity of wastewater.**

Objectives: To gain knowledge of the characteristics and standards of wastewater.

Contents: Methods of analysis of wastewater, typical concentrations, wastewater standards and specifications.

**IV. Basic mechanical treatment processes.**

Objectives: To develop skills in the application and sizing of mechanical wastewater treatment techniques.

Contents: Screening processes, different forms of sedimentation and flotation, sizing of screens, grit chambers and primary sedimentation tanks.

**V. Basic biological and chemical treatment processes.**

Objectives: Understanding and applying biological and chemical processes for wastewater treatment.

Contents: Basics of the activated sludge process, biological N and P elimination, chemical precipitation, basics of aeration, wastewater calculation, mass balances in wastewater treatment, dimensioning of biological wastewater treatment plants (according to DWA-A131), membrane bioreactors (MBRs), wastewater quality standards in Germany.

**VI. sludge treatment; methods and objectives of sludge treatment.**

Objectives: To recognise the importance and application of different sludge treatment strategies.

Contents: Objectives of sludge treatment, thickening, stabilisation (aerobic and anaerobic), dewatering and conditioning, thermal drying and incineration, P-recovery, principles of digester design, treatment of sludge water.

**VII. motivation and processes of advanced wastewater treatment.**

Objectives: To understand the need and methods of advanced wastewater treatment.

Contents: Reasons for advanced wastewater treatment, common methods: Activated carbon, ozone and membrane technology.

**Learning objectives / skills English**

Students gain a sound introduction to the terminology and history of wastewater engineering, enabling them to understand not only the historical development but also the current and future challenges of this field. Through the study of urban drainage, they will gain knowledge of the principles and methods behind it. Furthermore, they become familiar with the characteristics and standards of wastewater, learning about analytical methods, typical concentrations and applicable specifications. Students develop skills in the application and dimensioning of mechanical wastewater treatment techniques and deepen their knowledge of basic biological and chemical treatment processes. This includes the activated sludge process, biological N and P elimination and chemical precipitation processes. They will also learn about the importance of sludge treatment and how different sludge treatment strategies are applied, including the different techniques such as thickening, stabilisation, dewatering and P recovery. Finally, they are introduced to the motivation and methods of advanced wastewater treatment, understanding the role of activated carbon, ozone and membrane technology in this process.

**Literatur**

Kunz, Peter; Behandlung von Abwasser; 4. überarbeitete Auflage – Würzburg: Vogel, ISBN 3-8023-1562-6, 1995

Water Treatment Handbook, Volume 1 and 2; Degrémont, 7th English Edition, ISBN 978-2-7430-0970-0, 978-1-84585-005-0, 2007

Sperling, M.; Biological Wastewater Treatment Series: Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal, Volume 1; IWA Publishing London, New York, ISBN 1 84339 161 9, 2007

Sperling, M.; Biological Wastewater Treatment Series: Basic Principles of Waste Water Treatment, Volume 2; IWA Publishing London, New York, ISBN 1 84339 162 7, 2007

Vesilind, P. A.; Rooke, R. L.; Wastewater Treatment Plant Design; Water Environment Federation 2003, IWA Publishing London, New York; ISBN 10 1-84339-024-8, ISBN 13 978-1-84339-024-4, Reprinted 2009

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>				
Water Treatment 1				
<b>Module title English</b>				
Water Treatment 1				
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>				
<b>Water Treatment 1</b>				
<b>Course title English</b>				
Water Treatment 1				
<b>Verantwortung</b>				<b>Lehreinheit</b>
Panglisch, Stefan				MB
<b>Kreditpunkte</b>		<b>Turnus</b>		<b>Sprache</b>
5		WiSe		E
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>		<b>SWS Seminar</b>
2	2			
<b>Studienleistung</b>				
<b>Prüfungsleistung</b>				
Klausur oder Mündliche Prüfung				
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>				
<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>				

Das Fach „Water Treatment 1“, beschreibt konventionelle Technologien zur Trinkwasseraufbereitung. Der Kurs gibt den Studierenden eine solide Grundlage zur Erkennung von Prozesseinheiten, zur Beschreibung ihrer Funktion und zur Durchführung von grundlegenden Berechnungen für den vorläufigen Entwurf einer Trinkwasseraufbereitungsanlage. Mit diesem Modul erwerben die Studierenden ein umfassendes Wissen über die Grundlagen und Techniken der konventionellen Trinkwasseraufbereitung. Das übergeordnete Ziel ist es, die Studierenden in die Lage zu versetzen, die verschiedenen Aspekte der Wasseraufbereitung zu verstehen und effektiv in der Praxis anzuwenden.

**1. Wasserinhaltsstoffe**

**Ziele:** Grundlegendes Verständnis der verschiedenen in Wasser vorhandenen Bestandteile und ihrer Bedeutung für die Wasseraufbereitung.

**Inhalte:** Charakterisierung der physikalischen, chemischen und biologischen Bestandteile von Wasser; Bedeutung dieser Bestandteile im Hinblick auf Wasseraufbereitungsverfahren.

**2. Wasser in urbanen Systemen**

**Ziele:** Verständnis der spezifischen Herausforderungen und Problematiken von Wasser in städtischen Umgebungen.

**Inhalte:** Einfluss von städtischen Aktivitäten auf die Wasserqualität; typische Verunreinigungen in städtischen Wassersystemen und ihre Quellen.

**3. Aufbereitung von Trinkwasser**

**Ziele:** Kenntnisse über gängige Verfahren und Techniken zur Trinkwasseraufbereitung.

**Inhalte:** Verschiedene Stufen der Trinkwasseraufbereitung; Methoden zur Behandlung und Verbesserung der Wasserqualität; Technologien und ihre Anwendungsbereiche.

**4. Sedimentation**

**Ziele:** Verständnis für die Grundlagen und Mechanismen der Sedimentation in der Wasseraufbereitung.

**Inhalte:** Prinzipien der Sedimentation; Einfluss von Partikelgröße und -dichte; Techniken zur Optimierung des Sedimentationsprozesses.

**5. Tiefenfiltration**

**Ziele:** Kenntnisse über die Funktionsweise und Anwendung der Tiefenfiltration in der Wasseraufbereitung.

**Inhalte:** Grundlagen der Tiefenfiltration; Auswahl von Filtermaterialien; Vorteile und Herausforderungen.

**6. Adsorption**

**Ziele:** Erwerben von Fachkenntnissen über den Adsorptionsprozess und dessen Rolle in der Wasseraufbereitung.

**Inhalte:** Theorie und Mechanismen der Adsorption; Auswahl und Einsatz von Adsorptionsmitteln; Effizienz und Grenzen des Adsorptionsverfahrens.

**7. Koagulation and Flockung**

**Ziele:** Verstehen der Prinzipien und Techniken von Koagulation und Flockung als essenzielle Prozesse in der Wasseraufbereitung.

**Inhalte:** Chemische und physikalische Grundlagen der Koagulation und Flockung; Einsatz von Koagulations- und Flockungsmitteln; Optimierung von Prozessparametern.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Im Modul „Water Treatment 1“, das konventionelle Technologien zur Trinkwasseraufbereitung behandelt, erwerben die Studierenden eine tiefgreifende Kenntnis der verschiedenen Bestandteile von Wasser und deren Auswirkungen auf urbane Systeme. Sie entwickeln ein solides Verständnis für gängige Verfahren und Techniken der Trinkwasseraufbereitung, insbesondere in den Bereichen Sedimentation, Tiefenfiltration, Adsorption sowie Koagulation und Flockung. Dieses Wissen befähigt sie, Prozesseinheiten in der Wasseraufbereitung zu identifizieren, ihre spezifischen Funktionen zu beschreiben und grundlegende Entwurfsempfehlungen für Trinkwasseraufbereitungsanlagen zu formulieren. Die erworbenen Kompetenzen legen den Grundstein für das Verständnis komplexer Aufbereitungssysteme und ermöglichen den Studierenden, fundierte Entscheidungen über die Auswahl und Anwendung geeigneter Technologien in der Praxis zu treffen.

**Description / Content English**

The subject „Water Treatment 1“, describes conventional technologies for drinking water treatment. The course gives students a solid basis for recognising process units, describing their function and performing basic calculations for the preliminary design of a drinking water treatment plant. With this module, students acquire a comprehensive knowledge of the fundamentals and techniques of conventional drinking water treatment. The overall aim is to enable students to understand and effectively apply the various aspects of water treatment in practice.

1. Water compounds

Objectives: Basic understanding of the various constituents present in water and their importance in water treatment.

Contents: Characterisation of the physical, chemical and biological constituents of water; importance of these constituents with respect to water treatment processes.

2. Water in urban systems

Objectives: To understand the specific challenges and issues of water in urban environments.

Contents: Influence of urban activities on water quality; typical contaminants in urban water systems and their sources.

3. Drinking water treatment

Objectives: Knowledge of common drinking water treatment processes and techniques.

Contents: Different stages of drinking water treatment; methods of treating and improving water quality; technologies and their applications.

4. Sedimentation

Objectives: Understanding of the principles and mechanisms of sedimentation in water treatment.

Contents: Principles of sedimentation; influence of particle size and density; techniques to optimise the sedimentation process.

5. Deep bed filtration

Objectives: Knowledge of the functioning and application of deep bed filtration in water treatment.

Contents: Basics of deep bed filtration; selection of filter materials; advantages and challenges.

6. Adsorption

Objectives: Acquire technical knowledge of the adsorption process and its role in water treatment.

Contents: Theory and mechanisms of adsorption; selection and use of adsorbents; efficiency and limitations of the adsorption process.

7. Coagulation and flocculation

Objectives: To understand the principles and techniques of coagulation and flocculation as essential processes in water treatment.

Contents: Chemical and physical principles of coagulation and flocculation; use of coagulation and flocculation agents; optimisation of process parameters.

### Learning objectives / skills English

In the module „Water Treatment 1“, which covers conventional technologies for drinking water treatment, students acquire an in-depth knowledge of the different components of water and their impact on urban systems. They develop a solid understanding of common drinking water treatment processes and techniques, particularly in the areas of sedimentation, depth filtration, adsorption, and coagulation and flocculation. This knowledge enables them to identify process units in water treatment, describe their specific functions and formulate basic design recommendations for drinking water treatment plants. The acquired competences lay the foundation for understanding complex treatment systems and enable students to make informed decisions about the selection and application of suitable technologies in practice.

### Literatur

Sontheimer et. al., Activated Carbon for Water Treatment; DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte Institut der Universität Karlsruhe (TH) 1988

Tien, C., Granular Filtration of Aerosols and Hydrosols, Butterworth Publishers; ISBN 0-409-90043-5 1989

Grombach, P.; Haberer, K.; Merkl, G.; Trüeb, E. U.; Handbuch der Wasserversorgungstechnik; Oldenbourg Verlag München Wien, ISBN 3-486-26142-8-379, 1993

Filters and Filtration Handbook, 3rd Edition Elsevier Science Publishers LTD; ISBN 1-85617-078-0, 1996

Lehr- und Handbuch der Wasserversorgung Bd. 6: Wasseraufbereitung – Grundlagen und Verfahren; DVGW Deutsche vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V.; Oldenbourg Industrieverlag München Wien, ISBN 3-486-26365-X, 2004

Water Treatment Handbook, Volume 1 and 2; Degrémont, 7th English Edition, ISBN 978-2-7430-0970-0, 978-1-84585-005-0, 2007

Grohmann, A. N.; Jekel, M.; Grohmann, A.; Szewick, R.; Szewyk, U.; Wasser: Chemie, Mikrobiologie und nachhaltige Nutzung; Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin / New York, ISBN 978-3-11-021308-9, 2011

Worch, E.; Adsorption Technology in Water Treatment: Fundamentals, Processes, and Modeling; Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin / New York, ISBN 978-3-11-174740-8, 2012

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>				
Water Treatment 2				
<b>Module title English</b>				
Water Treatment 2				
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>				
<b>Water Treatment 2</b>				
<b>Course title English</b>				
Water Treatment 2				
<b>Verantwortung</b>				<b>Lehreinheit</b>
Panglisch, Stefan				MB
<b>Kreditpunkte</b>		<b>Turnus</b>		<b>Sprache</b>
5		SoSe		E
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>		<b>SWS Seminar</b>
2	2			
<b>Studienleistung</b>				
<b>Prüfungsleistung</b>				
Klausur oder Mündliche Prüfung				
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>				
<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>				

Das Fach „Water Treatment 2“, ist eine Ergänzung zum Fach „Water Treatment 1“ und beschreibt weitergehende Technologien zur Trinkwasser- und Schlammaufbereitung. Ebenso wie „Water Treatment 1“ gibt der Kurs den Studierenden eine solide Grundlage zur Erkennung von Prozesseinheiten, zur Beschreibung ihrer Funktion und zur Durchführung von grundlegenden Berechnungen für den vorläufigen Entwurf einer Trinkwasseraufbereitungsanlage. Das übergeordnete Ziel ist es, die Studierenden in die Lage zu versetzen, die verschiedenen Aspekte der Wasseraufbereitung zu verstehen und effektiv in der Praxis anzuwenden.

#### 1. Oxidation

Ziele: Verstehen der Rolle der Oxidation in der Trinkwasseraufbereitung, Erkennen ihrer Auswirkungen auf die Wasserqualität und Fähigkeit zur Implementierung in den Aufbereitungsprozess.

Inhalte: Grundlagen der Oxidation, verschiedene Oxidationsmittel, Anwendungsbereiche, Vorteile und Limitationen, Auswirkungen auf Wasserinhaltsstoffe.

#### 2. Desinfektion

Ziele: Kenntnisse über die Methoden und Bedeutung der Desinfektion zur Sicherstellung der Wasserqualität.

Inhalte: Desinfektionsmethoden, Mechanismen und Effizienz, Auswahl von Desinfektionsmitteln, Dosierung und Auswirkungen auf Mikroorganismen.

#### 3. Gasaustausch

Ziele: Verständnis der Bedeutung des Gaswechsels in der Wasseraufbereitung und seiner Rolle bei der Qualitätskontrolle.

Inhalte: Mechanismen des Gaswechsels, Anwendungen in der Wasseraufbereitung, Steuerung von Gasgehalten im Wasser.

#### 4. Ionenaustausch

Ziele: Kenntnisse über den Ionenaustauschprozess und seine Anwendung zur Verbesserung der Wasserqualität.

Inhalte: Grundlagen des Ionenaustauschs, Ionenaustauscharze und ihre Anwendungen, Regenerationsprozesse, Auswirkungen auf Wasserinhaltsstoffe.

#### 5. Schlammbehandlung

Ziele: Fachkenntnisse über die Behandlung und Entsorgung von Schlamm aus der Wasseraufbereitung.

Inhalte: Entstehung und Zusammensetzung von Schlamm, Behandlungsprozesse, Entsorgungsmethoden, Umweltauswirkungen und -normen.

#### 6. Wasseranalytik

Ziele: Fähigkeit zur Durchführung und Interpretation von Wasseranalysen zur Beurteilung der Wasserqualität.

Inhalte: Methoden der Wasseranalyse, Parameter und ihre Bedeutung, Interpretation von Analyseergebnissen, Qualitätssicherung.

### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Das Modul „Water Treatment II“ vertieft das Verständnis der Studierenden für konventionelle Technologien in der Trinkwasseraufbereitung. Nach erfolgreichem Abschluss des Kurses besitzen die Teilnehmer eine fundierte Kenntnis über die Rolle der Oxidation in der Wasseraufbereitung, insbesondere in Bezug auf ihre Auswirkungen auf die Wasserqualität. Sie werden mit den verschiedenen Desinfektionsmethoden vertraut gemacht und verstehen die zentrale Bedeutung der Desinfektion zur Gewährleistung der Trinkwasserqualität. Zudem erwerben sie ein tiefes Verständnis für die Mechanismen und Anwendungen des Gasaustauschs in der Wasseraufbereitung und können diesen effektiv zur Qualitätskontrolle einsetzen.

Die Studierenden entwickeln auch Fachkenntnisse im Bereich der Schlammbehandlung, wobei sie die verschiedenen Verfahren zur Behandlung und Entsorgung von Schlamm in der Wasseraufbereitung kennen und verstehen lernen. Durch das Erlernen von Methoden der Wasseranalyse sind sie in der Lage, die Qualität des Wassers effektiv zu bewerten und Analyseergebnisse korrekt zu interpretieren. Ein weiterer wichtiger Aspekt des Kurses ist der Ionenaustausch, wodurch die Studierenden ein fundiertes Verständnis für den Prozess und seine Auswirkungen auf die Wasserinhaltsstoffe erlangen. Insgesamt versetzt dieser Kurs die Studierenden in die Lage, Prozesseinheiten in der Wasseraufbereitung zu erkennen, ihre spezifischen Funktionen zu beschreiben und grundlegende Entwürfe für Trinkwasseraufbereitungsanlagen zu erstellen.

### Description / Content English



The subject „Water Treatment 2“, is a supplement to the subject „Water Treatment 1“ and describes more advanced technologies for drinking water and sludge treatment. Like „Water Treatment 1“, the course gives students a solid foundation in recognising process units, describing their function and performing basic calculations for the preliminary design of a drinking water treatment plant. The overall objective is to enable students to understand and effectively apply the various aspects of water treatment in practice.

1. Oxidation

Objectives: To understand the role of oxidation in drinking water treatment, recognise its impact on water quality and be able to implement it in the treatment process.

Contents: Basics of oxidation, different oxidants, areas of application, advantages and limitations, effects on water constituents.

2. Disinfection

Objectives: Knowledge of the methods and importance of disinfection to ensure water quality.

Contents: Disinfection methods, mechanisms and efficiency, selection of disinfectants, dosage and effects on microorganisms.

3. Gas exchange

Objectives: Understanding the importance of gas exchange in water treatment and its role in quality control.

Contents: Mechanisms of gas exchange, applications in water treatment, control of gas contents in water.

4. Ion exchange

Objectives: Knowledge of the ion exchange process and its application to improve water quality.

Contents: Basics of ion exchange, ion exchange resins and their applications, regeneration processes, effects on water constituents.

5. Sludge treatment

Objectives: Expertise in the treatment and disposal of sludge from water treatment.

Contents: Formation and composition of sludge, treatment processes, disposal methods, environmental impacts and standards.

6. Water analysis

Objectives: Ability to perform and interpret water analyses to assess water quality.

Contents: Methods of water analysis, parameters and their significance, interpretation of analysis results, quality assurance.

### Learning objectives / skills English

The module „Water Treatment II“ deepens the students' understanding of conventional technologies in drinking water treatment. Upon successful completion of the course, students will have a sound knowledge of the role of oxidation in water treatment, particularly in relation to its impact on water quality. They will become familiar with the different disinfection methods and understand the central importance of disinfection in ensuring drinking water quality. In addition, they acquire a deep understanding of the mechanisms and applications of gas exchange in water treatment and can use it effectively for quality control.

Students also develop expertise in sludge treatment, learning about and understanding the different methods of sludge treatment and disposal in water treatment. By learning water analysis methods, they are able to effectively assess the quality of water and correctly interpret analysis results. Ion exchange is another important aspect of the course, giving students a sound understanding of the process and its effects on water constituents. Overall, this course enables students to recognise process units in water treatment, describe their specific functions and create basic designs for drinking water treatment plants.

### Literatur

Grombach, P.; Haberer, K.; Merkl, G.; Trüeb, E. U.; Handbuch der Wasserversorgungstechnik; Oldenbourg Verlag München Wien, ISBN 3-486-26142-8-379, 1993  
Lehr- und Handbuch der Wasserversorgung Bd. 6: Wasseraufbereitung – Grundlagen und Verfahren; DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V.; Oldenbourg Industrieverlag München Wien, ISBN 3-486-26365-X, 2004  
Water Treatment Handbook, Volume 1 and 2; Degrémont, 7th English Edition, ISBN 978-2-7430-0970-0, 978-1-84585-005-0, 2007  
Grohmann, A. N.; Jekel, M.; Grohmann, A.; Szewick, R.; Szewyk, U.; Wasser: Chemie, Mikrobiologie und nachhaltige Nutzung; Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin / New York, ISBN 978-3-11-021308-9, 2011

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Wellentheorie und Welleninduzierte Lasten			
<b>Module title English</b>			
Wave Theory and Wave Loads			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Wellentheorie und Welleninduzierte Lasten</b>			
<b>Course title English</b>			
Wave Theory and Wave Loads			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
el Moctar, Bettar Ould			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die Vorlesung gibt eine Einführung in die nichtlineare Wellentheorie sowie die theoretische Beschreibung und die Berechnung welleninduzierter Lasten auf spezielle Offshore-Strukturen.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden sind in der Lage, die Konzepte zur Beurteilung von Problemen im Zusammenhang mit nichtlinearen Wellen im Seegang in tiefem und flachem Wasser zu verstehen und zu erläutern.

<b>Description / Content English</b>
The lecture gives an introduction to nonlinear wave theory, the theoretical description of seaways and the computation of wave induced loads on selected offshore structures.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students are able to understand and explain the terminology and concepts to assess problems arising with waves in seaways and on shallow water.

<b>Literatur</b>
G. F. Clauss, E. Lehmann, C. Østergaard: Meerestechnische Konstruktionen, Springer Verlag, 1988 J. V. Wehausen, E. V. Laitone: Surface Waves, In: S. Flügge (Hrsg.), Encyclopedia of Physics, Volume IX, Fluid Dynamics III, Springer Verlag, 1960 V. Bertram: Practical Ship Hydrodynamics, Butterworth-Heinemann, 2000

Modulname laut Prüfungsordnung			
Zwei- und dreidimensionale Tragwerke			
Module title English			
Two and Three Dimensional Supporting Structures			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Zwei- und dreidimensionale Tragwerke			
Course title English			
Two and Three Dimensional Supporting Structures			
Verantwortung			Lehreinheit
Bluhm, Joachim			BW
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Schriftliche Ausarbeitung und Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Das Tragverhalten von zwei- und dreidimensionalen Tragwerken, insbesondere im Hinblick auf Stabilitätsprobleme, spielt im Ingenieurwesen eine große Rolle. Nach Diskussion der Euler-Stäbe wird das Tragverhalten von Platten, Scheiben und Membranen erläutert. Die Stoffgleichungen und die Deformationsmaße werden unter Berücksichtigung der entsprechenden Kinematik hergeleitet und die Platten- und Scheibengleichung sowie Membrantheorie für Schalen diskutiert. Die Plattengleichung wird für spezielle Randwertprobleme mittels Näherungsverfahren (Ritz, Galerkin) gelöst. Ferner werden Stabilitätsprobleme für Platten analysiert.</p> <p>Die Inhalte der Veranstaltung:</p> <p>Stabilitäts- und Verzweigungsprobleme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verzweigung einer Gleichgewichtslage</li> <li>- Kritische Lasten, Euler-Stäbe, Knickformen</li> </ul> <p>Theorie der Flächentragwerke</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoffgleichungen, Kinematik und Gleichgewicht</li> <li>- Platten- und Scheibengleichung</li> <li>- Schalentheorie (Membrantheorie)</li> </ul> <p>Die Vorlesung wird durch Übungen ergänzt. In den Übungen wird mit Hilfe des Programms Maple das Tragverhalten Platten, Scheiben und Schalen mittels Näherungsverfahren (Berechnung der Verzerrungen, Spannungen und Verformungen, Stabilitätsuntersuchungen von Platten).</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Ziel der Veranstaltung ist es, dass die Studierenden das Tragverhalten von Flächentragwerken analysieren und die beschreibenden Gleichungen mittels Näherungsverfahren lösen können.</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beherrschen die Herleitung der Platten- und Scheibengleichung,</li> <li>- können problemorientiert die Gleichungen für verschiedene Randwertprobleme lösen formulieren,</li> <li>- können das Tragverhalten von Schalen analysieren und</li> <li>- sind in der Lage Stabilitätsuntersuchungen für Stäbe und zweidimensionale Tragwerke durchzuführen.</li> </ul>

### Description / Content English

The structural behavior of two- and three-dimensional structures, particularly with regard to stability problems, plays a major role in engineering. After discussion of the Euler columns, the behavior of plates, discs and membranes will be explained. The constitutive relations and the deformations are derived for plates, disks and shells in consideration of the corresponding kinematics. The equation for plates is solved for specific boundary value problems by using approximation methods (Ritz, Galerkin). Furthermore, stability problems for plates will be analyzed.

Contents of the lecture:

Buckling of bars

- bifurcation of equilibrium
- critical loads, Euler columns, buckling curves

Theory of shell structures

- constitutive equations, kinematics and equilibrium
- equations for plates and disks
- theory of shells (membrane theory)

The lecture will be supplemented by tutorials. The goal of the tutorials is to analyze the structural behavior of plates, disks and shells by means of approximation methods by using the program Maple (computation of strain, stresses and displacement, analysis of stability problems of plates).

### Learning objectives / skills English

The aim of the course is that the students can analyze the structural behavior shell structures and are able to solve the describing equations with help approximation methods.

The students

- will gain the ability to derive the equations for plates and disks,
- are able to solve the equations for different boundary value problems,
- can analyze the structural behavior of shells and
- are able to analyze stability problems of columns and plates.

### Literatur

- Girkmann, K.: Flächentragwerke. Springer, 1978.
- Gross, D., Hauger, W., Schröder, J. & Wall, W.A.: Technische Mechanik 2 – Elastostatik. Springer, 2007.
- Gross, D., Hauger, W., Schröder, J. Wall, W.A. & Bonet, J.: Engineering Mechanics 2 – Mechanics of Materials. Springer, 2011.
- Hake, E. & Meskouris, K.: Statik der Flächentragwerke: Einführung mit vielen durchgerechneten Beispielen. Springer, 2007.
- Klassifikations- und Bauvorschriften - Schiffstechnik: 1. Seeschiffe, 1. Schiffskörper. Germanischer Lloyd, 2004.
- Wriggers, P. Hauger, W. & Gross, D.: Technische Mechanik 4 – Hydromechanik, Elemente der Höheren Mechanik, Numerische Methoden. Springer, 2011.