



# **Modulbeschreibung**

## **M.Sc. Mechanical Engineering PO19 Ship and Offshore Technology**

Stand: November 2022

# Modul- und Veranstaltungsverzeichnis

Kursname laut Prüfungsordnung			
Absorption			
Course title English			
Absorption			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Vorlesung befasst sich vertieft mit der Beschreibung des Wärme- und Stofftransports in Wäschern unter Berücksichtigung chemischer Reaktionen sowie mit dem thermodynamischen Verhalten wässriger Elektrolytlösungen. Darauf aufbauend werden industrielle Absorptions-/Desorptionsprozesse detailliert analysiert.</p> <p>In der begleitenden Übung werden verschiedene Prozesse hinsichtlich ihrer wesentlichen Verfahrensparameter ausgelegt und durchgerechnet.</p> <p>Schwerpunkte:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen der Absorption</li> <li>2. Thermodynamik wässriger Elektrolytlösungen</li> <li>3. Experimentelle Bestimmung von Absorptionsgleichgewichten</li> <li>4. Wärme- und Stofftransport in Absorbern</li> <li>5. Rauchgasreinigung in Kraftwerken</li> <li>6. Gasreinigung in der Müllverbrennung</li> <li>7. Dekarbonisierung von Abgasen</li> <li>8. Weitere industrielle Anwendungen</li> </ol>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studenten beherrschen die Grundlagen der Absorption/Desorption von Gasen in Lösungsmitteln (Gleichgewichte, Wärme- und Stofftransport, chemische Kinetik) und können die wesentlichen Apparate- und Prozessparameter bestimmen. Sie sind in der Lage, komplexe industrielle Absorptionsprozesse zu analysieren und hinsichtlich ihrer Einsatz- und Optimierungsmöglichkeiten zu diskutieren.</p>

Description / Content English
<p>The course deals with the description of heat and mass transfer in scrubbers considering chemical reactions and the thermodynamic behavior of aqueous electrolyte solutions. On the basis of this fundamentals selected industrial absorption/desorption processes are analyzed in detail.</p> <p>In the accompanying exercises various processes are designed in terms of their key process parameters.</p> <p>Topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundamentals of absorption</li> </ol>

2. Thermodynamics of aqueous electrolyte solutions
3. Experimental determination of absorption equilibria
4. Heat and mass transfer in absorbers
5. Flue gas cleaning in power plants
6. Gas cleaning in waste incineration
7. Decarbonisation of exhaust gases
8. Other industrial applications

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

The students understand the fundamentals of absorption / desorption of gases in solvents (equilibria, heat and mass transfer, chemical kinetics) and can determine the essential equipment and process parameters. They are able to analyze complex industrial absorption processes and to evaluate them in terms of applicability and optimization possibilities.

#### **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)

M. Luckas, J. Krissmann: Thermodynamik der Elektrolytlösungen  
Springer Verlag (2001)

**Kursname laut Prüfungsordnung****Additive Fertigungsverfahren 2 - Kunststoffverarbeitung****Course title English**

Additive Manufacturing 2 – Polymer processing

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2		1	

**Prüfungsleistung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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.

**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.

**Kursname laut Prüfungsordnung****Additive Fertigungsverfahren 3 - Metallverarbeitung****Course title English**

Additive Manufacturing 3 – Metal processing

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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.

**Description / Content English**

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.

**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

**Kursname laut Prüfungsordnung****Adsorption Technology****Course title English**

Adsorption Technology

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS/SS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Adsorber werden in einer Vielzahl von technischen Produkten und Prozessen eingesetzt. Die Bandbreite reicht von Kleinsystemen wie Geruchsfiltern in Autos oder Aquarienfiltern bis zu Großsystemen zur Reinigung von Trinkwasser oder zur Aufbereitung von Wasserstoff in Raffinerien. Allen Prozessen gemeinsam ist, dass sie auf der besonderen Trennwirkung von hochporösen Feststoffen wie Aktivkohlen oder Silikagelen beruhen. Die Vorlesung befasst sich mit der gesamten Bandbreite der Adsorption in der Gas- und Flüssigphase, wobei der Schwerpunkt auf den praktischen industriellen Anwendungen liegt. Die theoretischen Grundlagen werden nur im für das Verständnis der Adsorption notwendigen Maße vermittelt.

Begleitend zur Vorlesung wird eine Übung angeboten, bei der die Teilnehmer in einem Praktikumsversuch eine Adsorptionsanlage kennen lernen und anschließend selbstständig betreiben.

Im Einzelnen werden folgende Themenkomplexe behandelt:

- Grundlagen von Adsorption und Desorption
- Mathematische Beschreibung und Simulation
- Adsorptionsgleichgewichte
- Kinetik der Adsorption
- Technische Adsorbentien
- Technische Desorptionsverfahren
- Industrielle Gasphasen-Adsorptions-Prozesse
- Industrielle Flüssigphasen-Adsorptions-Prozesse

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studenten kennen im Detail sämtliche Bauformen und -typen von Adsorbern, 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 DGL-Systemen zu simulieren.

**Description / Content English**

Adsorbers are used in many technical products and processes of all scales; from small applications like odour control filters in car cabins to massive 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 with a focus 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
- Mathematical Description and Simulation
- Adsorption Equilibria
- Adsorption Kinetics



- Technical Adsorbents
- Technical Desorption Processes
- Industrial Gas Phase-Adsorptions-Processes
- Industrial Liquid-Phase-Adsorptions-Processes

#### **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)

**Kursname laut Prüfungsordnung****Air Pollution Control****Course title English**

Air Pollution Control

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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 Adsorbern. 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.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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.

**Description / Content English**

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 filter. Within the lecture the particular separation mechanisms, the 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.

**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

**Kursname laut Prüfungsordnung****Angewandte numerische Strömungsmechanik****Course title English**

Applied Computational Fluid Dynamics

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Teil der Prüfung ist ein kurzes Referat der/des Studierenden über eine Strömungssimulation, die im Rahmen der Übung in kleinen Teams von 2 bis 3 Studierenden selbständig durchgeführt wurde.

Die genauen Prüfungsmodalitäten werden in Abhängigkeit der Teilnehmerzahl zu Beginn der Veranstaltung festgelegt und bekannt gegeben.

**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: Strömungsmechanik, Springer, Berlin, 2006.  
 F. Durst: Grundlagen der Strömungsmechanik, Springer, Berlin, 2006.  
 W.-H. Hucho: Aerodynamik der Stumpfen Körper, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2011.  
 J.H. Ferziger, M. Peric: Numerische Strömungsmechanik, Springer, Berlin, 2008.

**Kursname laut Prüfungsordnung****Anlagenplanung und Systemtechnik****Course title English**

Facilities Planning and Systems Engineering

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Themenschwerpunkte der Veranstaltung sind:

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

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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.

**Description / Content English**

Main topics of the lecture are:

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

**Learning objectives / skills English**

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.

**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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Antriebstechnik			
Course title English			
Drive Engineering			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

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 Verhaltes.</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
<p>Janocha, H.: Actuators, Springer 2004.</p> <p>Findeisen, D. und F.: ölhydraulik, Springer, 1994.</p> <p>Schröder, D.: Elektrische Antriebe, Springer, 2009.</p>

Kursname laut Prüfungsordnung			
Anwendungsprogrammierung im CAx-Umfeld			
Course title English			
Application Programming with CAx-Systems			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

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 jeweils geeignete Lösungskonzepte diskutiert. Am Beispiel des CAD-Systems SolidWorks werden folgende Inhalte behandelt:</p> <p>Informationstechnische Grundlagen          Grundlagen der Objektorientierten Softwareentwicklung          Makroprogrammierung (VBA)          Einführung in Visual Basic / Visual C/C++          Integrierte Anwendungserweiterungen (AddIns)</p>
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
<p>To achieve the most efficient use of IT-Systems within the Product Development it is often necessary to implement customization of standard systems to enable a seamless integration of the IT-Systems in the business processes. The main topic of the lecture is the customization of CAx-Systems with various techniques of programming. The introduction covers fundamentals of IT together with the architecture of Application Programming Interfaces (API). Based on typical scenarios the various solutions are discussed and evaluated. Using the example of the CAD/CAE-System SolidWorks the following contents are covered:</p> <p>Fundamentals of IT in Product Development          Fundamentals of Object Oriented Software Development          Script Programming (VBA)          Introduction to Visual Basic / Visual C/C++          Integrated Application Extensions (AddIns)</p>
Learning objectives / skills English
<p>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.</p>



## **Literatur**

Vorlesungsskript (online)

Ergänzende Literatur:

Literaturangaben sind dem Online-Foliensatz zu entnehmen.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Automobile Produktionstechnik			
Course title English			
Automotive Production Technology			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Um die Wettbewerbsfähigkeit und Rentabilität eines industriellen Unternehmens zu gewährleisten, setzt man moderne Produktionstechniken ein, mit denen dann auf wirtschaftlicher Basis gearbeitet werden kann. Die zunehmende Belastung der Unternehmen durch steigende Personal-, Material- und Energiekosten sowie die immer strenger werdenden Auflagen im Umweltschutz erfordern eine Optimierung in den Bereichen Konstruktion, Arbeitsvorbereitung und Fertigung / Montage.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, theoretische Konzepte in der Produktionstechnik mit der Praxis zu verbinden und insbesondere auf Themenstellungen aus der Automobilindustrie anzuwenden.

Description / Content English
Industrials enterprises focus on modern production technology to produce on an economic basic to ensure their competitiveness and profitability. The increasing load on enterprises through rising costs regarding personal, material and energy requires an optimization in the areas of construction, production planning and manufacturing / assembly.
Learning objectives / skills English
After visiting this lecture the students will be able to connect theoretical concepts of Production Technologies with practical issues and to apply these to automotive-related issues.

Literatur
Veranstaltungs-Foliensatz mit weiteren Hinweisen Presentation slides with references to more detailed studies

Kursname laut Prüfungsordnung			
Biofluidmechanik			
Course title English			
Biofluidmechanics			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1	2		
Prüfungsleistung			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Inhalte der Lehrveranstaltung:

- Aufbau des Kreislaufsystems
- Blut als Strömungsmedium
- Transportphänomene
- Bilanzgleichungen
- Fluidmechanik der Blutströmung
- Künstliche Organe, Implantate
- Messung der Gefäßgeometrie und Strömungsparameter
- Numerische Methoden
- Fluid-Struktur-Wechselwirkung

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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.

**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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Biomechanik			
Course title English			
Biomechanics			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

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> <li>f) Vorgehen zur Verwendung von Simulationsmöglichkeiten mit der Finiten-Elemente-Methode (FEM) und der Finiten-Volumen-Methode (FVM).</li> </ul> <p>Die Vorlesungen werden durch die Vortragenden 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> <li>f) Application of simulation capabilities with the Finite Element Method (FEM) and the Finite Volume Method (FVM).</li> </ul> <p>The lectures are given by the lecturer from the Faculty of Engineering as well as the Faculty of Medicine.</p>
Learning objectives / skills English
<p>In the course basic knowledge and relationships from the functional anatomy, especially from the cardiac and orthopaedic point of view are conveyed. The students are able to work independently on biomechanical problems applying modern procedures.</p>

## 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

**Kursname laut Prüfungsordnung****Brennstoffzellensysteme in der dezentralen Energieversorgung****Course title English**

Fuel Cell in Decentralized Energy Supply

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2		1	

**Prüfungsleistung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Stromerzeugung und -speicherung in elektrochemischen Systemen wie Batterien und Brennstoffzellen ist Schwerpunkt der Vorlesung. 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 Wasserstoffherstellung aus verschiedenen Energieträgern, sowohl für stationäre Systeme für die Kraft/Wärme-Kopplung als auch an Bord von Fahrzeugen oder sogar für kleinste portable Anwendungen. Ein Vergleich von Brennstoffzellen mit anderen innovativen Energieerzeugern wie Mikrogasturbinen, Stirling-Motoren und Thermoelektrischen Wandlern runden das Bild ab. In einem Praktikum werden die behandelten Inhalte anschaulich vertieft.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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.

**Description / Content English**

Electricity generation and storage by electrochemical devices like batteries and fuel cells is the main focus of this lecture. 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.

**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 students 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:

„Electrochemical Hydrogen Technologies“ Ed.:H. Wendt,  
Elsevier Amsterdam 1990

Für Brennstoffzellen:

Kordesch/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

Brennstoffzellen und Mikro-KWK, ASUE Band 20, Vulkan-Verlag 2001

Für Energiedaten:

internet <http://www.bmwi.de> , <http://www.bp.com> und <http://www.iea.org>



Kursname laut Prüfungsordnung			
Chemische Thermodynamik			
Course title English			
Chemical Thermodynamics			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			
mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>1 Wiederholung und Zusammenfassung der Hauptsätze und der wichtigsten Grundbegriffe</p> <p>2 Mischungen und Lösungen:</p> <p>2.1 thermodynamische Konzepte zur Beschreibung von Gleichgewichten idealer und realer Mischungen</p> <p>2.2 Anwendungen: Stofftrennung (Destillation, Rektifikation u.a.), Verteilungsgleichgewichte, Osmose u.w.</p> <p>3 Reagierende Systeme:</p> <p>3.1 Reaktionen in homogenen und heterogenen Systemen</p> <p>3.2 Gekoppelte Gleichgewichte (u.a. Verbrennung, Stickoxidentstehung)</p> <p>3.3 Bilanzgleichungen für verschiedene Reaktoren (Reaktionsführungen)</p> <p>3.4 Eine Einführung in die Gleichgewichtselektrochemie (im Hinblick auf Brennstoffzellen und Korrosionsprozesse)</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Bei erfolgreicher Teilnahme sollte der Studierende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Die Konzepte zur Beschreibung realer Fluide und Mischungen (Aktivität, Fugazität, Exzessgrößen etc.) verstanden haben und in der Lage sein sie anzuwenden.</li> <li>-in der Lage sein, zu beurteilen welche Stoff- und Mischungsmodelle für eine gegebene Problemstellung zu wählen sind und wie benötigte Daten beschafft oder abgeschätzt werden können.</li> <li>-die zentrale Bedeutung der freien Enthalpie und des chemischen Potentials in der Thermodynamik verstanden haben.</li> <li>-reale binäre Phasengleichgewichte berechnen können, wie sie in der thermischen Verfahrenstechnik zur Stofftrennung benutzt werden. Die Konzepte zur Erweiterung auf Mehrkomponenten sollten klar sein.</li> <li>-gekoppelte chemische Gleichgewichte sowie komplexe Gleichgewichte berechnen können, wie sie in der Energietechnik und der Verfahrenstechnik benötigt werden.</li> <li>- die starke Abweichung von Elektrolytlösungen vom Idealverhalten verstanden haben und für einfache Fälle sollten sie Aktivitäten und Gleichgewichte berechnen können.</li> <li>- das molekulare Modell des dynamischen Gleichgewichts mit dem Bezug zur Kinetik verstanden haben.</li> </ul>

Description / Content English
<p>1 Repetition of the principles of thermodynamics</p> <p>2 Mixtures and Solutions</p> <p>2.1 Thermodynamic concepts ideal vs. real mixtures</p> <p>2.2 Applications: Distillation, osmosis etc.</p> <p>3. Reacting systems</p> <p>3.1. Reactions in homogeneous and heterogeneous media, incl. non-ideal mixtures</p>

- 3.2 Coupled chemical equilibria
- 3.3 Thermodynamic kinetic coupling for different reactors
- 3.4 Introduction to equilibrium electrochemistry

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

The student shall learn to apply the laws of thermodynamics on multi-component and multi-phase systems which may be reacting or non-reacting. The student should have a good understanding of ideal mixtures and deviations from ideality. They should be able to apply the concepts of fugacity, activity and excess variables to calculate vapor liquid or liquid liquid equilibria. Simple chemical equilibrium calculation should be understood as well as the concepts for complex chemical equilibria.

This knowledge is the basis for many application in process engineering, energy technology and combustion science.

#### **Literatur**

Chemical and Engineering Thermodynamics, Sandler, Stanley I., John Wiley & Sons  
Physical Chemistry, P.W. Atkins, Oxford University Press

Thermodynamik. Grundlagen und technische Anwendungen. Hans Dieter Baehr, 10.Aufl. Springer

Thermodynamik II. Karl Stephan, Franz Mayinger, Springer

**Kursname laut Prüfungsordnung****Computational Fluid Dynamics (incompressible fluids)****Course title English**

Computational Fluid Dynamics (incompressible fluids)

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		

**Prüfungsleistung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Zu den Lerninhalten zählt das allgemeine Aufstellen von Bilanzgleichungen. Im speziellen wird auch die Bilanzierung von Masse, Impuls und Energie zur Lösung von Strömungsproblemen eingegangen. Hierzu muss auch ein Verständnis zur Diskretisierung von Strömungsräumen vermittelt werden. Zur Beschreibung von turbulenten Strömungen werden die Bilanzgleichungen zeitlich gemittelt und Turbulenzmodelle diskutiert. Die Gleichungssysteme werden auf Zweiphasensysteme (Euler-Lagrange) erweitert. Des Weiteren werden Reaktionsgleichungen sowie Erhaltungsgleichungen von Spezies für homogene und heterogene Reaktionen erarbeitet. Darauf aufbauend werden Erhaltungsgleichung für den Wärmetransport in Form von Wärmeleitung und Wärmestrahlung in reagierenden Strömungen aufgestellt. Letztlich werden Grundlagen der numerischen Lösung von Gleichungen/Gleichungssystemen vermittelt.

Beispiele für CFD-Anwendungen: einfache Mischungsprozesse (Masse, Impuls und Energie), homogene und heterogene Reaktionen (am Beispiel der Biomassepyrolyse), Wärmeleitung am Beispiel eines elektrischen Wassererhitzers, Wärmestrahlung am Beispiel einer Triebwerksbrennkammer.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, Effekte und Phänomene von Strömungen und ihre Umsetzung in mathematische Modelle zu verstehen und in Situationen von Energiewandlungssystemen anzuwenden. Dies umfasst die Grundlagen der Strömungsmechanik, der mathematischen Modellierung von Strömungsprozessen allgemein, der Reaktionen, der Wärmeübertragung und der numerischen Lösung der beschreibenden Gleichungen.

**Description / Content English**

The learning content includes the general setting up of balance equations. In particular, the balancing of mass, momentum and energy for solving flow problems is also dealt with. For this purpose, an understanding of the discretisation of flow spaces must also be conveyed. For the description of turbulent flows, the balance equations are time-averaged and turbulence models are discussed. The equation systems are extended to two-phase systems (Euler-Lagrange). Furthermore, reaction equations and conservation equations of species for homogeneous and heterogeneous reactions are worked out. Based on this, conservation equations for heat transport in the form of heat conduction and heat radiation in reacting flows are established. Finally, the fundamentals of the numerical solution of equations/systems of equations are taught.

Examples for CFD applications: simple mixing processes (mass, momentum and energy), homogeneous and heterogeneous reactions (using the example of biomass pyrolysis), heat conduction using the example of an electric water heater, heat radiation using the example of an engine combustion chamber.

**Learning objectives / skills English**

The students should be enabled to understand effects and phenomena of flows and their implementation in mathematical models and to apply them in situations of energy conversion systems. This includes the basics of

fluid mechanics, mathematical modelling of flow processes in general, reactions, heat transfer and numerical solution of the descriptive equations.

### **Literatur**

see weblink below.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Control Theory			
Course title English			
Control Theory			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
3	1		
Prüfungsleistung			

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.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Control Theory Lab</b>			
<b>Course title English</b>			
Control Theory Lab			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
1	WS	Englisch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		1	
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Praktikum zur Veranstaltung Control Theory
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Umsetzung theoretischen Wissens in praktischen Beispielen

<b>Description / Content English</b>
Practical exercise for the course Control Theory
<b>Learning objectives / skills English</b>
Transfer of theoretical knowledge using practical examples

<b>Literatur</b>
siehe Vorlesung Control Theory

Kursname laut Prüfungsordnung			
Dampfturbinen			
Course title English			
Steam Turbines			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Im ersten Teil der Vorlesung wird den Studierenden der Einsatz der Systemkomponente Dampfturbine in Energiewandlungssystemen vorgestellt. Hierzu zählen die Umwandlung von Sonnenlicht in Strom mittels Concentrated Solar Power, Nutzung von Abwärme mittels des Organic Rankine Cycles, Einsatz von Radialexpandern in Brennstoffzellensystemen sowie Energiespeicherung mittels Carnot-Batterie. Weiterhin werden die verschiedenen Prozessführungen (Kondensations-, Gegendruck-, Entnahmeprozess, Sattedampfprozess, überkritischer Prozess) erläutert.</p> <p>Die Bewertung der Dampfturbine und des Gesamtprozesses über verschiedene Wirkungsgrade und exergetische Betrachtungsweisen ist ebenso Bestandteil wie mögliche Prozessverbesserungen (Einfluss von Frischdampf Temperatur und -druck, regenerativer Speisewasservorwärmung, Zwischenüberhitzung).</p> <p>Anschließend wird der Einsatz des Dampfkraftprozesses als Bottoming-Prozess erläutert. Die Betrachtung des Gesamtsystems führt schließlich zur Definition von Anforderungen an die Gestaltung der Dampfturbine. Stufenkenngrößen, Gleichdruck-, überdruckstufen, Geschwindigkeitsstufung, Curtisrad, Niederdruckstufen, Nassdampfprobleme, axiale und radiale Bauart werden erläutert. Die eindimensionale Auslegung von Dampfturbinenstufen sowie Kenngrößen am Schaufelgitter ist ebenso Bestandteil wie die räumliche Strömung. Hierzu werden die Lösungsansätze für das Grundgleichungssystem eingeführt und Profil-, Rand- und Spaltverluste sowie Sekundärströmungen besprochen. Danach werden verschiedene konstruktive Gesichtspunkte eingeführt (Trommelbauart, Kammerbauart, Axialschub und Schubausgleich, Turbinenläufer, Laufschaufeln, Schaufelbefestigung, Leitvorrichtungen, Zwischenböden, Leitschaufelträger, Turbinengehäuse, Wellenabdichtungen, Gehäuse- und Läuferdehnung). Die Vorlesung schließt mit der Regelung und dem Betriebsverhalten von Dampfturbinen.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden lernen die Dampfkraftprozesse im Detail kennen. Sie verstehen die Energiewandlungsprozesse und können sie entsprechend ihrer Effektivität beurteilen. Sie können die Strömungsprozesse in Dampfturbinen nachvollziehen und sind in Detailprobleme der Maschinen eingeführt. Sie sind in der Lage, Maschinenkonstruktionen zu entwerfen und das Betriebsverhalten von Maschinen zu beurteilen.</p>

Description / Content English
<p>In the first part of the lecture, students are introduced to the application of steam turbines in energy conversion systems. This includes the conversion of sunlight into electricity through Concentrated Solar Power, utilization of waste heat with the Organic Rankine Cycle, use of radial expanders in fuel cell systems and energy storage by means of Carnot batteries. Furthermore, different system designs (condensation, back-pressure, extraction, saturated steam, supercritical) are explained.</p> <p>The evaluation of the steam turbine and the overall process via different efficiency definitions and exergetic analysis is also a part of the lecture, as are possible process improvements (live steam temperature and pressure, regenerative feedwater preheating, intermediate superheating). Subsequently, the use of the Rankine cycle as a bottoming process is explained. The consideration of the overall system finally leads to the definition</p>

of requirements for the design of the steam turbine. Stage characteristics, low-pressure stages, wet steam problems, axial and radial design are explained. The one-dimensional design of steam turbine stages and characteristics of the blades are also part of the course, as well as three-dimensional flows. For this purpose, solution approaches for the conservation equations are introduced, and profile, boundary and gap losses, and secondary flows are discussed. Afterwards, various design aspects are introduced (drum design, axial thrust and thrust balancing, turbine rotor, rotor blades, guide vanes, guide vane carriers, turbine casing, shaft seals, casing and rotor expansion). The lecture concludes with the control and operating behaviour of steam turbines.

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

Here, the students get to know the industrial thermal power processes in detail. They understand the energy conversion processes and can accordingly judge their effectiveness. They can comprehend the fluid processes in steam turbines and get introduced to particular problems related to machines. They are also able to design machine constructions and to evaluate the performance of these machines.

#### **Literatur**

see weblink below.



Kursname laut Prüfungsordnung			
Diagnosis and prognosis			
Course title English			
Diagnosis and prognosis			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Methoden der Schadendiagnose I – Signalbasiert Methoden der Schadendiagnose II – Modellbasiert</li> <li>- Methoden der Schadendiagnose III – Datenbasiert</li> <li>- Vorhersage von Lebensdauer und Restlebensdauer</li> <li>- Anwendungen</li> <li>- Zur Veranschaulichung der Lehrinhalte werden Praktika und übungen durchgeführt.</li> </ul>
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
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Methods of damage diagnosis I - Signal-based</li> <li>- Methods of damage diagnosis II - Model Based</li> <li>- Methods of damage diagnosis III - Data-based</li> <li>- Prediction of lifetime and residual life</li> <li>- Applications</li> <li>- To illustrate the course content, exercises and practical exercises are carried out.</li> </ul>
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
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gertler, J.J.: Fault detection and diagnosis in engineering systems. New York, Dekker, 1998</li> <li>- Isermann, R.: (Hrsg.): Überwachung und Fehlerdiagnose. Moderne Methoden und ihre Anwendung bei technischen Systemen. VDI Verlag, Düsseldorf, 1994</li> <li>- Klein, U.: Schwingungsdiagnostische Beurteilung von Maschinen und Anlagen. 2., überarbeitete Auflage. Düsseldorf, Stahleisen, 2000</li> <li>- Lunze, J.: Automatisierungstechnik, Oldenbourg, 2003</li> </ul>

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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Die Methode der finiten Elemente 1			
Course title English			
Finite Element Method 1			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1	2		
Prüfungsleistung			

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 selbstständig 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 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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Die Methode der finiten Elemente 1			
Course title English			
Finite Element Method 1			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1	2		
Prüfungsleistung			

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 selbstständig 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 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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Die Methode der finiten Elemente 2			
Course title English			
Finite Element Method 2			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1	2		
Prüfungsleistung			

**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 selbstständig 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  
 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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Dynamik des Segelns und Gleitens			
Course title English			
Dynamics of Sailing and Planing Crafts			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Für den klassischen Schiffsentwurf spielt der dynamische Auftrieb, mit der Ausnahme der dynamischen Tiefertauchung (Squat), eine eher untergeordnete Rolle, während bei höheren Geschwindigkeiten dynamische Auftriebsphänomene dominant werden. Physikalisch handelt es sich dabei um die gleichen Phänomene wie beim Antrieb mit modernen Auftriebssegeln. Daher werden in dieser Vorlesung schnelle Wasserfahrzeuge und Segelschiffe gleichermaßen behandelt und die Besonderheiten von deren Entwurf und Design vermittelt.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage, die Grundlagen des dynamischen Auftriebs und die sich daraus ableitenden Entwurfsregeln für schnelle Wasserfahrzeuge zu erläutern. Darüber hinaus sind sie fähig, grundlegende Aspekte des Designs und der Ästhetik anhand von praktischen Beispielen zu beurteilen.

Description / Content English
In classical ship design, dynamic lift is playing a less important role (except dynamic sinkage, i.e. squat). At higher speeds, dynamic lift phenomena are becoming dominant. Physically, these effects are the same as propelling the vessel with modern sails. Therefore, this lecture is likewise dealing with fast crafts and sailing ships and the particularities of their concept and design are taught.
Learning objectives / skills English
In the course the fundamentals of dynamic lift and the resulting design guidelines for fast crafts are taught. Design and aesthetics are dealt with in terms of practical examples within the exercises.

Literatur
T. Lamb (Hrsg.): Ship Design and Construction, Society of Naval Architects & Marine Engineers, 2003
P. DuCane: High Speed Small Craft, Temple Press Books, London, 1964
O. M. Faltinsen: Hydrodynamics of high-speed marine vehicles, Cambridge University Press, 2006
Wagner, STG 1933
C. A. Marchaj: Aerodynamik und Hydrodynamik des Segelns, Verlag Delius Klasing, 1991

Diverse Ausgaben und Proceedings von Marine Technology, FAST, SNAME und Boote Exclusiv

**Kursname laut Prüfungsordnung****Elektrische Anlagen an Bord von Schiffen****Course title English**

Electrical Devices on Board of Ships

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	

**Prüfungsleistung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die an Bord von Schiffen befindlichen Betriebsmittel und Systeme werden einzeln und in ihrem Zusammenwirken vorgestellt; dazu gehören im Einzelnen:

- Anforderungen an elektrische Anlagen an Bord, Umgebungs- und Betriebsbedingungen
- E-Bilanz, Generator-Dimensionierung, Generator-Einsatz, Generator-Antrieb
- Drehstrom- / Gleichstrom-Generatoren
- Motoren für Gleichstrom und Drehstrom, Kennlinien, Drehzahl-Verstellung usw.)
- Sonderanlagen (el. Welle, „Drehtransformator“)
- Elektrische Schiffsantriebe
- Transformatoren
- Leistungselektronik
- Akkumulatoren und Brennstoffzellen
- Beleuchtung an Bord
- Bordnetze, Sternpunktbehandlung
- Kabel und Leitungen (Anforderungen, Aufbau, Dimensionierung)
- Netzstruktur, Hauptschalttafel und Verteilungen, Beispiele ausgeführter Schiffsnetze
- Schaltgeräte (Lichtbogen, Schalten DC / AC, Schaltertypen)
- Netzschutz (Sicherungen, Diff-Schutz) und Isolationsprüfung
- Korrosionsschutz
- magn. Eigenschutz
- Navigationssysteme (jeweils übersicht über Funktion auf Blockschaltbildebene):  
Kreiselkompass Echolot, Log, Radar / Arpa, Funkpeilung, Hyperbelnavigation, GPS
- Kommunikation im Bordbetrieb (übersicht über Funktion)

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sind in der Lage, die an Bord von Schiffen installierten elektrischen Betriebsmittel und Anlagen zu beschreiben; auf Basis dieser Kenntnisse verstehen sie deren Zusammenwirken im komplexen System Schiff.

**Description / Content English**

The devices and plants installed on board of ships, as well as their interaction, are presented; in particular:

- demands to el. systems on board, operational and environmental conditions
- energy balance, generator dimensioning, prime movers
- DC and AC generators
- DC and AC motors
- el. drives for ships
- transformers (1- / 3-phase)
- power electronics
- accumulators and fuel cells



- electric light on board
- el. grids, star point connection
- cables
- topology of el. grids on board
- switchgear
- power system protection
- corrosion and magn. protection
- navigational systems
- communication on board and ship - land

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

The students are able to describe the electrical devices and plants installed on board of ships; based on this knowledge they understand their composition and interaction in the complex electrical system of a ship.

#### **Literatur**

- K. Illies: Handbuch der Schiffsbetriebstechnik; Vieweg-Verlag
- Kosack/Wangerin: Elektrotechnik auf Handelsschiffen, Springer-V.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Energie und Umwelt			
Course title English			
Energy and Environment			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermodynamische Kreisprozesse</li> <li>- Dampfturbinenprozess (Clausius-Rankine-Prozess)</li> <li>- Gasturbinenprozess (Joule-Prozess)</li> <li>- Kombikraftwerke</li> <li>- Kraft-Wärme-Kopplung</li> <li>- Wirkungsgradsteigernde Maßnahmen</li> <li>- Dampferzeugerbauarten</li> <li>- Brennerbauarten</li> <li>- Maßnahmen zur Emissionsreduzierung SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub></li> <li>- Arbeitsfähigkeit (Exergie) fossiler Brennstoffe</li> <li>- Optionen zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendung der Thermodynamik auf reale Kraftwerksprozesse</li> <li>- Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen der Prozessoptimierung bei Kraftwerken</li> <li>- Bewertung von Maßnahmen zur Emissionsminderung bei fossilen Kraftwerken</li> <li>- Umrechnung von spezifischen Emissionen</li> </ul>

Description / Content English
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermodynamic processes Steam turbine process (Clausius-Rankine-Process)</li> <li>- Gas turbine process (Joule-Process)</li> <li>- Combined cycle power plants</li> <li>- Co-generation of power and heat</li> <li>- Measures for improvement of the efficiency</li> <li>- Types of steam generators</li> <li>- Types of burners</li> <li>- Measures for reduction of emissions SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub></li> <li>- Capacity to work (exergie) of fossil fuels</li> <li>- Options for reduction of CO<sub>2</sub>-emissions</li> </ul>
Learning objectives / skills English
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermodynamic calculation of applied power plant processes</li> <li>- Options and limits for process optimisation of power plants</li> <li>- Evaluation of measures for reduction of emissions of fossil-fuelled power plants</li> <li>- Conversion factors for specific emissions</li> </ul>

## Literatur

Baehr, H. D.: Thermodynamik, Springer-Verlag

Görner, K.: Technische Verbrennungssysteme, Springer-Verlag, 1991

Lechner, Ch.; Seume, J.: Stationäre Gasturbinen, Springer-Verlag

**Kursname laut Prüfungsordnung****Entwurf von Schiffen und Offshore-Anlagen 2****Course title English**

Design of Ships and Offshore Structures 2

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Veranstaltung greift die Grundlagen des Schiffsentwurfs auf und behandelt die besonderen Entwurfsaspekte verschiedener Schiffstypen. Dazu gehören Container-, Passagier-, RoRo-Schiffe sowie Bulker und Spezialschiffe. 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 ship types. Among these are containers, passenger and RoRo vessels as well as bulker and special purpose vessels. 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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Entwurf von Unterwasserfahrzeugen			
Course title English			
Design of Submarines			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
3	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Vorlesung erläutert geschichtliche Entwicklung, Einsatzanforderungen, Aufbau (Generalplan), Hauptparameter für den Entwurf, Hydrodynamik, Antrieb, Festigkeitsaspekte, Sicherheit und Versorgung von U-Booten.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage, die grundlegenden der Anforderungen und technischen Lösungen für U-Boote zu verstehen und zu erläutern.

Description / Content English
The lecture presents the historical development, operational requirements, general arrangement, main design parameters, hydrodynamics, propulsion, structural and safety aspects and supply of submarines.
Learning objectives / skills English
The students are able to understand and explain the basic demands and technical solutions for submarines.

Literatur
T. Lamb (Hrsg.): Ship Design and Construction, Society of Naval Architects & Marine Engineers, 2003
U. Gabler: Unterseebootbau, Bernhard & Graefe, 1996
R. Burcher, L. J. Rydill: Concepts in Submarine Design, Cambridge University Press, 1995

Kursname laut Prüfungsordnung			
Fabrikplanung			
Course title English			
Factory Planing			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			
Klausur			

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 Forschungsergebnissen als auch auf profunden praxisnahen Erfahrungen basiert. Der Inhalt der Vorlesung besteht aus folgenden Kapiteln:</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 Vorgehensweisen 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
<p>The lecture presents the complexity of factory planning. Building on theoretical foundation, basic knowledge is imparted which is based on scientific research results as well as profound practical experience. The lecture contains of the following chapters:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Factory planning as a holistic task</li> <li>- Planning objects and procedures</li> <li>- Target planning and its determinants</li> <li>- Project management in factory planning</li> <li>- Definition of the database</li> <li>- Structural and system planning</li> <li>- Evaluation of variants</li> </ul>

- Layout Planning
- Detailed design
- Execution and local construction site management

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

Students are able to name the various planning phases of factory planning and outline procedures. They are able to identify the specific tasks and point out solutions. They can solve predefined tasks and design layouts. Furthermore, they are able to select systems systematically and to show interrelations between functional areas. In addition, they are able to produce a synthesis of the various planning requirements and to evaluate system solutions.

#### **Literatur**

Grundig, C.G.: Fabrikplanung: Planungssystematik - Methoden - Anwendungen; Hanser, 2018  
Aggteleky, B.; Bajna, N.; Projektplanung, Carl Hanser Verlag München 1992  
Aggteleky, B.: Fabrikplanung Band 2: Betriebsanalyse, Carl Hanser Verlag München 1982  
Aggteleky, B.: Fabrikplanung Band 1: Grundlagen, Carl Hanser Verlag München 1987  
Aggteleky, B.: Fabrikplanung Band 3: Ausführungsplanung, Carl Hanser Verlag München 1990  
Arnold, D.: Seminar: Professionelle Materialflußplanung, Institut für Fördertechnik Univ. Karlsruhe 1990

Kursname laut Prüfungsordnung			
Fahrzeugdynamik			
Course title English			
Vehicle Dynamics			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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.

Final wird die Mehrkörpersimulation von Fahrzeugen am Computer demonstriert. Durch die Software Adams/Car werden verschiedene Fahrmanöver simuliert und graphisch veranschaulicht.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Der Studierenden sind fähig,

- grundlegende Begriffe der Fahrzeugdynamik zu erklären
- die dynamischen Kenngrößen von Fahrzeugen zu bestimmen
- selbst Simulationsmodelle für Fahrzeuge zu erstellen
- vorhandene Software zur Fahrzeugsimulation anzuwenden und die Ergebnisse zu bewerten

**Description / Content English**

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.

Final the multi-body simulation is demonstrated on the computer. With the software Adams/Car different maneuvers are simulated and graphically illustrated.

**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 2010
- 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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Fertigungstechnik			
Course title English			
Manufacturing Technology			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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:

- Urformen
- Umformen
- Trennen mit geometrisch bestimmter/unbestimmter Schneide
- Beschichten
- Stoffeigenschaftsändern

Zudem werden Einblicke in die Bereiche Planung, Informations- und Materialfluss in Fertigung und Montage vermittelt.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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.

**Description / Content English**

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:

- primary shaping
- forming
- chipping with geometrically defined/undefined blades
- coating
- modifying the substance properties

In addition, insights into the fields of planning, as well as flow of information and material in manufacturing and assembling are provided.

**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  
Teubner-Verlag, 6. neu bearbeitete Auflage 2004
- [3] König  
Fertigungsverfahren  
VDI Verlag Düsseldorf, 5 Bände
- [4] Spur, Stöferle  
Handbuch der Fertigungstechnik  
Carl Hanser Verlag, 6 Bände
- [5] Eversheim  
Organisation in der Produktionstechnik  
VDI Verlag Düsseldorf, 4 Bände

Kursname laut Prüfungsordnung			
Flachwasserhydrodynamik			
Course title English			
Shallow Water Hydrodynamics			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

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 Trimmelage 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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Functional Safety			
Course title English			
Functional Safety			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

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
<p>The students become familiar with the following contexts (even if they are repeated and deepened in different following lectures):</p> <p>Legal relationships and standards across different industrial sectors starting with Machinery Directive 2006/42/EG and the Product Safety Act.</p> <p>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</p> <p>Functional safety according to IEC 61508, EN 62061, and EN ISO 13849</p> <p>Development and verification methodology for the automation context according to IEC 61508</p>
Learning objectives / skills English
<p>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.</p>

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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Gasturbinen			
Course title English			
Gas Turbines			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Vorlesung Gasturbinen baut auf der Vorlesung Wärmekraft- und Arbeitsmaschinen des Bachelor-Studienganges Maschinenbau auf. In dieser Veranstaltung werden die thermodynamischen Grundlagen des Joule-Prozesses vertieft behandelt. Die daraus resultierenden Zusammenhänge für die Auslegung werden diskutiert. Dabei werden sowohl der klassische offene Joule-Prozess als auch die geschlossene und rekuperierte Prozessführung behandelt. Einsatzmöglichkeiten und besonderen Herausforderungen von Gasturbinen in mobilen Anwendungen z.B. Flugzeugantrieb und der Einsatz in stationären Anwendungen z.B. Spitzenlastkraftwerke oder Gasturbinen mit Brennstoffen aus regenerativen Energiequellen wie Biofuels und Wasserstoff werden dargestellt. Die Auswirkungen der hohen Temperaturen auf die Maschinenkomponenten und die Möglichkeiten zur Reduktion der Abgasbelastung z.B. durch NO<sub>x</sub> und Partikel sind Gegenstand der Veranstaltung. Eine Betrachtung der Einzelkomponenten und deren konstruktiven Besonderheiten bei der Anwendung in der Gasturbine werden gegenübergestellt.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden lernen die Prozesse der Gasturbinen im Detail kennen. Sie verstehen die thermodynamischen Hintergründe der Energieumwandlung in Gasturbinen, können die Prozessverbesserungsmaßnahmen beurteilen und sind in der Lage das Betriebsverhalten von Gasturbinen zu erfassen.</p>

Description / Content English
<p>The lecture Gas Turbines builds on the lecture Thermal Power and Working Machines of the Bachelor's programme Mechanical Engineering. In this course, the thermodynamic fundamentals of the Joule process are dealt with in depth. The resulting correlations for the design are discussed. Both the classical open Joule process and the closed and recuperated process control are dealt with. Possible applications and special challenges of gas turbines in mobile applications, e.g. aircraft propulsion, and the use in stationary applications, e.g. peak load power plants or gas turbines with fuels from renewable energy sources such as biofuels and hydrogen, are presented. The effects of the high temperatures on the machine components and the possibilities for reducing exhaust gas pollution, e.g. by NO<sub>x</sub> and particles, are the subject of the event. A consideration of the individual components and their design features in the application in the gas turbine are contrasted.</p>
Learning objectives / skills English
<p>The students learn about the processes of gas turbines in detail. They understand the thermodynamic background of energy conversion in gas turbines, can assess the process improvement measures and are able to record the operating behaviour of gas turbines.</p>

Literatur
see weblink below.





<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Hafenwirtschaft und Logistik</b>			
<b>Course title English</b>			
Port Management and Logistics			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
3	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2			
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die Vorlesung vermittelt globale, volkswirtschaftliche Veränderungen sowie deren Auswirkung auf die internationalen, trimodalen Supply Chains sowie die technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aspekte der Hafenwirtschaft im Makroraum.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden sind fähig, Zusammenhänge im Aufbau internationaler Supply Chains sowie deren Wechselwirkung auf die sich verändernden Anforderungen auf die technische Infrastruktur sowie deren betriebswirtschaftliche Auswirkung zu erläutern.

<b>Description / Content English</b>
In this lecture, technical, organizational and economic aspects of port management and intermodal maritime logistics are taught.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students are able to understand and explain the requirements of modern logistics and the resulting technical infrastructure, both for existing and possible future scenarios.

<b>Literatur</b>
B. Brinkmann: Seehäfen - Planung und Entwurf, Springer Verlag, 2004
Hafentechnische Gesellschaft (Hrsg.): Empfehlungen und Berichte des „Technischen Ausschusses Binnenhäfen“
Bundesnetzagentur (Hrsg.): Jahresberichte zur Entwicklung des Schienengüterverkehrs in Deutschland
Tagesaktuelle Zeitschriften, insbesondere die „DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung“

**Kursname laut Prüfungsordnung****Höhere Werkstofftechnik - Tribologie****Course title English**

Advanced Materials - Tribology

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Schriftliche Prüfung mit hauptsächlich Multiple-Choice Fragen. Fragen und Antworten werden in deutscher und englischer Sprache zur Verfügung gestellt.

Es sind keine Quellen oder Lernunterlagen in der Klausur gestattet.

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Einführung in verschiedene Aspekte der Tribologie, mit einem Schwerpunkt auf technischen Systemen. Neben theoretischen Grundlagen werden Praxisbeispiele aus dem Maschinenbau und verwandter Bereiche gegeben, z.B. typische Schadensfälle. Die Vorlesung soll Studierende befähigen, tribologische Fragestellungen und Probleme im ingenieurmäßigen Umfeld zu erkennen, und soll Methoden und Ansätze vermitteln um diesen zu begegnen. In den Übungen werden Berechnungen u.a. von Kontaktflächen und -temperaturen durchgeführt.

Die Vorlesung ist unterteilt in folgende Kapitel:

Einführung und Geschichte der Tribologie

Reibung

Tribosysteme - Rauheit - tribologische Kontakte

Wahre Kontaktfläche

Kontakttemperaturen und Schmierung

Verschleiß und Verschleißmechanismen

Gleitverschleiß

Fretting und Fretting Fatigue

Kavitation / Erosion / Tribokorrosion

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden verstehen die Grundlagen der Tribologie - der Lehre von Reibung, Verschleiß und Schmierung. Anhand von Beispielen aus den Bereichen Maschinenbau, Fahrzeugbau, Werkzeugbau, Luftfahrt und Medizintechnik können verschiedene Verschleißarten anhand der auftretenden Verschleißmechanismen und der Belastung identifiziert werden. Maßnahmen zur Kontrolle und Beeinflussung von Reibung und Verschleiß können zielgerichtet ausgewählt werden.

**Description / Content English**

Introduction into different aspects in the field of tribology, with an emphasis on technical systems. In addition to theoretical concepts, practical examples from mechanical engineering or related applications are presented, e.g. typical failure cases. This lecture shall enable students to recognize tribological problems in an engineering environment, and aims at teaching methods and approaches to find countermeasures.

In exercises a.o. calculations of contact areas and temperatures are conducted.

The lecture is structured into the following chapters:

Introduction and History of Tribology

Friction

Tribosystems - Roughness - Tribological Contacts

Real Contact Area

Contact Temperatures & Lubrication  
Wear and Wear Mechanisms  
Sliding Wear  
Fretting and Fretting Fatigue  
Cavitation / Erosion / Tribocorrosion

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

The students know the basics of Tribology - friction, wear and lubrication. Based on examples from the fields of mechanical, automotive, tooling, aviation and biomedical engineering the different types of wear can be recognized, according to the acting wear mechanisms and the type of load. Measures to control and influence friction and wear can be selected purposefully.

#### **Literatur**

Lecture & exercise slides can be found in Moodle.

Special resources and additional reading is also provided in Moodle.

Zum Gahr, K.-H.; Microstructure and Wear of Materials. Tribology Series, 10, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands (1987)

Bushan, B.; Principles and Applications of Tribology. John Wiley & Sons Inc., New York, USA (1999)

Czichos, H, Habig, K.-H.; Tribologie Handbuch, Vieweg Verlag, Wiesbaden, Germany (2003)

Budinski, K.G., Budinski, M.K.; Engineering Materials. Pearson Education Inc., Upper Saddle River NJ, USA (2005)

Szeri, A.Z.; Fluid Film Lubrication. Theory&Design.Cambridge University Press, Cambridge, UK (1998)

Dowson, D., Higginson, G.R.; Elastohydrodynamic Lubrication. Pergamon Press, Oxford, UK (1977)

Dorinson, A., Ludema, K.C.; Mechanics and chemistry in lubrication. Tribology Series, 9, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands (1985)

Dowson, D.; History of Tribology. Longman, London, UK (1975)

Johnson, K.; Contact Mechanics. Reprint, Cambridge University Press, Cambridge, UK (1992)

Fischer-Cripps, A.C.; Introduction to Contact Mechanics. Mech. Eng. Series, Springer, New York (2000)

**Kursname laut Prüfungsordnung****Hydrodynamik 2****Course title English**

Hydrodynamics 2

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Die Prüfungsleistung wird von den Studierenden in Form der Abgabe einer in kleinen Gruppen, semesterbegleitend angefertigten Hausarbeit und einer mündlichen Prüfung mit einer Dauer zwischen 30 und 60 Minuten erbracht.

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Vorlesung befasst sich mit der Propellertheorie und der Hydrodynamik von Propulsionsorganen.

**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 the propeller theory and hydrodynamics of propulsion systems.

**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

J. P. Breslin, P. Andersen: Hydrodynamics of ship propellers,  
Cambridge University Press, 1994

J. E. Brix (Hrsg.): Manoeuvring Technical Manual,  
Seehafen Verlag, 1993

Kursname laut Prüfungsordnung			
Industrial Engineering			
Course title English			
Industrial Engineering			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			1
Prüfungsleistung			
Referat & Test			

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
<p>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</p> <p>Bullinger, H.-J.: Einführung in das Technologiemanagement - Modelle, Methoden, Praxisbeispiele, Teubner-Verlag, Stuttgart 1994</p> <p>Riggs, James L.; Bedworth, David D.; Randhawa, Sabah U.: Engineering Economics, McGraw-Hill, New York 1996</p> <p>Salvendi, Gavriel: Handbook of Industrial Engineering, J. Wiley and Sons, New York 2001</p> <p>Zadin, Kjell B.: Maynard's Industrial Engineering Handbook, McGraw-Hill, New York 2001</p>



Kursname laut Prüfungsordnung			
Informationssysteme der Logistik			
Course title English			
Information Systems of Logistics			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

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 anwendungsbezogener 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 Modulen präsentiert.</p> <p>Inhaltsverzeichnis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Überblick</li> <li>- Einsatz von Informationssystemen in der Logistik</li> <li>- Aspekte der Softwareentwicklung</li> <li>- Manufacturing Execution Systems (MES)</li> <li>- Aufgabenstellungen und Algorithmen in der Disposition</li> <li>- Leitstände in der Produktion</li> <li>- Staplerleitsysteme und Hoflogistik</li> <li>- Lagerverwaltungssysteme (WMS)</li> <li>- Verschnittoptimierung</li> <li>- ARIMA-Modelle und Box-Jenkins-Methode</li> <li>- Einführung in die Digitale Fabrik</li> <li>- Anwendungsbeispiele aus der Digitalen Fabrik</li> <li>- Informationssysteme im Supply Chain Management (SCM)</li> <li>- Informationssysteme für das Customer Relationship Management (CRM)</li> <li>- Aufbau von Enterprise-Resource-Planning Systemen (ERP)</li> <li>- Standardsoftware in der Logistik</li> <li>- Datenqualität und Softwarewartung</li> <li>- Künstliche Intelligenz in der Logistik</li> <li>- Blockchain</li> <li>- Informationssysteme für das Customer Relationship Management (CRM)</li> <li>- Aufbau von Enterprise Resource Planning Systemen (ERP)</li> <li>- Standardsoftware in der Logistik</li> <li>- Datenqualität und Softwarewartung</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:

- Synopsis
- Application of information systems in logistics
- Aspects of software development
- Manufacturing Execution Systems (MES)
- Tasks and algorithms in disposition
- Control stations in production
- Forklift control systems and yard logistics
- Warehouse management systems (WMS)
- Cutting Optimization
- ARIMA models and Box-Jenkins method
- Introduction to the digital factory
- Application examples from the digital factory
- Information systems in supply chain management (SCM)
- Information systems for customer relationship management (CRM)
- Establishment of enterprise resource planning systems (ERP)
- Standard software in logistics
- Data quality and software maintenance
- Artificial intelligence in logistics
- Blockchain

**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**

Schönsleben, P.: Integrales Logistikmanagement: Operations und Supply Chain Management innerhalb des Unternehmens und unternehmensübergreifend; Springer-Verlag, 2016  
 Arnold, D.; Furmans, K.: Materialfluss in Logistiksystemen, Springer-Verlag, 2019  
 Martin, H.: Transport- und Lagerlogistik: Systematik, Planung, Einsatz und Wirtschaftlichkeit, Kapitel 13; Springer Vieweg, 2016  
 Steinbuch, P.: Logistik; NWB-Studienbücher, 2001



**Kursname laut Prüfungsordnung****Informationstechniken zur Wissensintegration in Engineering-Prozesse****Course title English**

Information Technologies for Knowledge Based Engineering

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung sollen aus der Industrie stammende, aktuelle Problemstellungen aus dem Bereich des Datenmanagements von Produktentstehungsprozessen ( PLM, MBSE, etc) 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 data management of product development processes (PLM, MBSE, etc.) 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)



Kursname laut Prüfungsordnung			
Intermodale Distributionsnetze			
Course title English			
Intermodal Distribution Networks			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			
Klausur			

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 Transportproblemen, 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 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 are familiar with solution methods for various logistical optimization problems and they can assess their applicability and interpret the results.

Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Domschke, W.; Drexl, A.; Klein, R.; Scholl, A.: Einführung in Operations Research, Springer, 2015</li> <li>- Hopp, W.; Spearman, M.: Factory Physics, McGraw-Hill, 2008</li> <li>- Arnold, D.; Furmans, K.; Isermann, H.; Kuhn, A.: Handbuch Logistik; Springer-Verlag, 2008</li> </ul>

Kursname laut Prüfungsordnung			
Kinematics of Robots and Mechanisms			
Course title English			
Kinematics of Robots and Mechanisms			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

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, Quaternions, 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
<p>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.</p>

Literatur
<p>Bottema , Roth: Theoretical Kinematics Dover Publications</p> <p>Hunt: Kinematic Geometry of Mechanisms</p>

Oxford Universits Press

Altmann: Rotations, Quaternions and Double Groups  
Dover Publications

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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Kognitive technische Systeme			
Course title English			
Cognitive Technical Systems			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<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 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>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>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.</p>

Description / Content English
<ul style="list-style-type: none"> <li>- introduction</li> <li>- motivation</li> <li>- Task fields basics</li> <li>- principle</li> <li>- agents</li> </ul>

- 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.  
Ertel, W.:  
Grundkurs der Künstlichen Intelligenz, Vieweg, 2008.  
Görz, G. et al.:  
Handbuch der Künstlichen Intelligenz, Oldenbourg, 2003.  
Haykin, S.:  
Neural Networks and Learning Machines, Pearson, 2009.  
Johannsen, G.:  
Mensch-Maschine-Systeme, Springer, 1993.  
Russel, S.; Norvig, P.:  
Künstliche Intelligenz, Pearson, 2004. (idt.: Artificial Intelligence, Prentice Hall, 2003).

Kursname laut Prüfungsordnung			
Konstruieren mit Kunststoffen			
Course title English			
Designing with Plastics			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Kunststofftechnologie Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Methodisches Konstruieren</li> <li>- Anforderungslisten und Lösungskonzepte</li> <li>- Dimensionierungskennwerte</li> <li>- Werkstoffauswahl</li> <li>- Fertigungsverfahren</li> <li>- Fertigung und Eigenschaften</li> <li>- Werkstoffgerechte Konstruktion</li> <li>- Simulation der Fertigung</li> <li>- Simulation der Eigenschaften</li> <li>- Fügen und Verbinden</li> <li>- Rapid Prototyping</li> <li>- Spritzgießwerkzeuge</li> <li>- Qualitätssicherung</li> <li>- Produkterprobung</li> <li>- Kostenkalkulation</li> </ul> <p>Kunststofftechnologie übung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Methodisches Konstruieren, Anforderungslisten</li> <li>- Werkstoffauswahl, Fertigungsverfahren</li> <li>- Werkstoffgerechte Konstruktion</li> <li>- Fügen und Verbinden</li> <li>- Simulation in der Fertigung,</li> <li>- Simulation der Eigenschaften</li> <li>- Rapid Prototyping, Spritzgießwerkzeuge</li> <li>- Qualitätssicherung</li> <li>- Produkterprobung, Kostenkalkulation</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Der Einsatz von Kunststoffen im täglichen Gebrauch oder auch als funktionales technisches Bauteil hängt sehr stark von der werkstoffgerechten und verarbeitungsgerechten Konstruktion ab. So erlernen die Studierenden in der Veranstaltung Kunststofftechnologie die schlechteren mechanischen Eigenschaften von Kunststoffen gegenüber anderen Werkstoffen (Metallen) durch intelligente 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.</p>



### Description / Content English

Plastics Technology Lecture:

- 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

Plastics Technology 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

### 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.

### 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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Kreiselumpen			
Course title English			
Centrifugal Pumps			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Nach der Einteilung der Kreiselumpen (KP) entsprechend der spezifischen Drehzahl werden die möglichen Fördermedien eingehend besprochen. Es folgen Beispiele für Kreiselumpenanlagen. Mit Hilfe der thermodynamischen Grundlagen von Kreiselumpen wird die Energieumsetzung in Kreiselumpenlaufrädern hergeleitet. Die Ansätze zur Berücksichtigung des Minderleistungsfaktors und die auftretenden Verluste komplettieren die Berechnung der Zustandsänderung der Strömung und ermöglichen die Auslegung und Berechnung von Kreiselumpen und ihren Komponenten. Nach einem Überblick über die Behandlung von Kavitation wird die Berechnung von Pumpen- und Anlagenkennlinien vermittelt und der Betrieb von Pumpen in verschiedenen Anlagen betrachtet. Typische Anwendungen sind die Wasserversorgung und der Abwassertransport im öffentlichen Versorgungsnetz.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden lernen die Arbeitsweise und Energieumsetzung von Kreiselumpen im Detail kennen. Sie beherrschen die Klassifizierung von Kreiselumpen nach verschiedenen Kriterien und sind in der Lage, die Strömung in KP nach den gängigen Methoden zu berechnen. Damit sind sie auch in der Lage, KP für bestimmte Anwendungszwecke zu entwerfen und deren Betriebsverhalten zu beschreiben. Sie sind über die wichtigsten Spezifika von KP (Kavitation, instationäre Strömungszustände) informiert.

**Description / Content English**

After classifying the centrifugal pumps (CP) according to their specific speed, the possible pumped media are discussed in detail. Examples of centrifugal pump systems follow. With the help of the thermodynamic principles of centrifugal pumps, the energy conversion in centrifugal pump impellers is derived. The approaches for taking into account the reduced power factor and the losses that occur complete the calculation of the change of state of the flow and enable the design and calculation of centrifugal pumps and their components. After an overview of the treatment of cavitation, the calculation of pump and system characteristics is taught and the operation of pumps in various systems is considered. Typical applications are water supply and wastewater transport in the public supply network.

**Learning objectives / skills English**

The students learn about the mode of operation and energy conversion of centrifugal pumps in detail. They master the classification of centrifugal pumps according to various criteria and are able to calculate the flow in CP according to the common methods. They are thus also able to design CPs for specific application purposes and to describe their operating behaviour. They are informed about the most important specifics of CP (cavitation, unsteady flow conditions).

**Literatur**

see weblink below.

--

Kursname laut Prüfungsordnung			
Kunststoffmaschinen und -verarbeitung: Extrusionstechnik			
Course title English			
Plastics Machinery and Processing: Extrusion Technology			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

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 I setzt hierbei den Schwerpunkt im Bereich der sogenannten Extrusion, der kontinuierlichen Herstellung von Halbzeugen wie Rohre, Folien, Platten und Profile.</p> <p>Vorlesung:</p> <p>Im Rahmen der Vorlesung werden folgende Themenschwerpunkte behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einschnckenextruder (Aufbau, Verfahrenstechnik, Auslegung);</li> <li>- Doppelschnckenextruder;</li> <li>- einfache Extrusionswerkzeuge;</li> <li>- Kalibrierung, Abzug und Konfektionierung von kontinuierlich hergestellten Halbzeugen;</li> <li>- Profilwerkzeuge;</li> <li>- Rohrextrusion;</li> <li>- Blasfolienextrusion (Anlagenaufbau, Kühlung, Wendelverteilerwerkzeuge, Abzug);</li> <li>- Flachfolienextrusion (Anlagenaufbau, Breitschlitzwerkzeuge);</li> <li>- Extrusionsblasformen (Anlagenaufbau, Verfahrenstechnik, Schließenheit);</li> <li>- Streckblasformen;</li> <li>- Spritz-Blasformen</li> </ul> <p>übung:</p> <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> <li>- High-Speed-Extrusion und alternative Plastifiziersysteme;</li> <li>- Schlauchfolienextrusion.</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>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 „Extrusionsverfahren und -anlagen“ 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 Profile. Die Studierenden beherrschen die Modellbildung und Simulation der z.T. gekoppelten Strömungs- und Wärmeaustauschprozesse in Extrusionsanlagen. Sie haben die Wechselwirkungen zwischen Rohstoffeigenschaften, den in den Anlagenabschnitten ablaufenden Verarbeitungsprozessen und den Produkteigenschaften insbesondere an den</p>

Beispielen „Plastifizier- und Kühlverfahren“ und alternative Systeme sowie „Folienextrusion“ und „Blasformen“ kennen gelernt.

### Description / Content English

The lecture teaches students interested in polymer processing both basic knowledge in polymer processing and a wide choice of basics in engineering and design for plastics machinery.  
The lecture has its main focus on the field of so-called Extrusion, the continuous fabrication of semifinished parts like pipes, film, sheets and profiles.

Lecture:

Main points of the lecture are:

- Single-screw extruders (configuration, process technology, design);
- twin-screw extruders;
- simple extrusion dies;
- calibration, haul-off and conversion of continuous manufactured semifinished parts;
- profile dies;
- pipe extrusion;
- film blowing (machinery, cooling, spiral mandrel blown film dies, haul-off);
- flat film extrusion (machinery, slit dies);
- extrusion blow molding (machinery, process technology, clamping unit);
- stretch blow molding;
- injection blow molding.

Exercise:

The exercises engross selected chapters of the lecture and give calculation examples. About the following themes tutorials are given:

- rheological and thermodynamic properties of polymer melts;
- flow in extrusion dies;
- high-speed-extrusion and alternative plasticizing systems;
- blown film extrusion.

### 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 „extrusion processes and extrusion plants“ conveys a wide, physical based knowledge about the technologic ambitiously and economic application of the extrusion technique for a continuous manufacture of semi-finished products like pipes, films, plates or profiles. The students command modelling and simulation of partly connected streaming processes and heat exchange processes in extrusion machines. 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 „plasticising processes and cooling procedures“ and alternative systems like „film extrusion“ and „blow moulding“.

### 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

**Kursname laut Prüfungsordnung****Kunststoffmaschinen und -verarbeitung: Spritzgießtechnik****Course title English**

Plastics Machinery and Processing: Injection Molding Technology

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Im Gegensatz zu der Vorlesung Kunststoffverarbeitung und –maschinen 1 werden in der Vorlesung Kunststoffverarbeitung und –maschinen 2 die Schwerpunkte im Bereich der Spritzgießtechnik gesetzt.

Im Rahmen der Vorlesung werden folgende Themen behandelt:

- Aufbau und Funktionsweise von Spritzgießmaschinen;
- Verfahrenstechnik des Spritzgießen;
- Die Einspritzeinheit;
- Die Schließereinheit;
- Verschiedene Antriebskonzepte;
- Die Steuer- und Regeleinheit;
- Einfluss der Prozessgrößen auf die Bauteileigenschaften;
- Qualitätssicherungskonzepte beim Spritzgießen;
- Bauarten von Spritzgießmaschinen (Baugrößen und Leistungsdaten);
- Auslegung und Dimensionierung von Spritzgießwerkzeugen

In den Übungen werden ausgewählte Themen aus der Vorlesung Kunststoffmaschinen 2 anhand von Versuchen an den Technikumsanlagen vertieft. Zu folgenden Verarbeitungsverfahren finden Übungen statt:

Spritzgießen I - Prozesseinstellungen;

Spritzgießen II - Energieeffizienz;

Spritzgießen III - hochgefüllte Thermoplaste;

Spritzgießen IV - Zweikomponenten-Spritzgießen;

**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 Verfahrensvarianten bzw. Sonderverfahren. 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 und alternative Antriebssysteme (hydraulisch/elektromechanisch) einschl. der Sensorik.

**Description / Content English**

Compared to the lecture Plastics Machinery 1 in the lecture Plastics Machinery 2 the main focus is on injection molding technology.

During the lecture the following themes will be discussed:

- Assembly and functionality of injection molding machines;
- technology of injection molding process;
- the injection unit; the clamping unit;
- different drive concepts;
- the control unit; influence of process parameters on properties of injection molded parts;
- quality assurance concepts for injection molding;
- types of injection molding machines (size and performance data);
- design and dimensioning of injection molds.

The exercises engross selected chapters of the lectures Plastics Machinery 2 by means of practical training at institutes machinery. About the following themes exercises are given:

Injection molding I - process configuration;

Injection molding II - energy efficiency;

Injection molding III - highly filled thermoplastics;

Injection molding IV - two-component injection molding;

#### **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 variants of processing as the case maybe special processes. The students command 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 influence“. Further they know alternative systems of drive (hydraulic/electro mechanic) including sensor systems.

#### **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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Manipulatortechnik			
Course title English			
Manipulator Technology			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			
Schriftliche Prüfung von 120 Minuten			

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.</p> <p>Die Studierenden sind für weiterführende Themen wie die Aufstellung der Dynamikgleichungen oder die Regelung von Manipulatoren vorbereitet.</p>

Description / Content English
<p>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 the topics are treated:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the industrial robot as a mechatronic system</li> <li>- introduction of typical structures and design elements like links, joints and drives</li> <li>- fundamental of rigid body transformations (rotation matrices, homogeneous Transformations)</li> <li>- formulation of robot kinematics (direct kinematics, inverse kinematics)</li> <li>- modelling of kinematics based on the Denavit-Hartenberg approach</li> <li>- velocity kinematics, formulation of the Jacobian</li> <li>- calculation of trajectories (trajectories for individual drives, synchronised point-to-point motion of multidrive systems, prescription of cartesian motion)</li> </ul>

- 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.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Manövrieren von Schiffen			
Course title English			
Ship Manoeuvring			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Vorlesung befasst sich mit den grundlegenden Methoden zur Beschreibung des Manövrierverhaltens von Schiffen. Weiterhin gibt die Vorlesung einen Überblick über die verschiedenen Manövrierorgane, Vorschriften und Richtlinien sowie zu experimentellen und numerischen Methoden zur Berechnung des Manövrierverhaltens von Schiffen.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sind in der Lage, die gängigen Methoden zur Vorhersage des Manövrierverhaltens sowie die notwendigen Vorschriften und Richtlinien zu erläutern und anzuwenden. Außerdem sind sie fähig, Manövrierorgane auszulegen.

**Description / Content English**

The lecture deals with the basic methods of ship manoeuvring. Moreover, the lecture gives an overview of the different manoeuvring systems, rules and regulations as well as the experimental and numerical methods for the prediction of ship manoeuvring.

**Learning objectives / skills English**

The students are able to explain and apply the state-of-the-art methods for the prediction of ship manoeuvring as well as the necessary rules and regulations. Furthermore, they are in a position to design manoeuvring systems.

**Literatur**

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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Master-Arbeit (einschließlich Kolloquium)			
Course title English			
Master-Thesis (including colloquium)			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
30	WS/SS	Deutsch/Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
Prüfungsleistung			
Prüfungsleistung: Durchführung, Dokumentation und Präsentation der Arbeit. Die Bewertung erfolgt durch zwei Prüfer.			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>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.</p> <p>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.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>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:</p> <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, im Fall englischer Präsentation auch Übung von Sprachkenntnissen.</li> </ul>

Description / Content English
<p>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.</p> <p>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.</p>
Learning objectives / skills English
<p>The master-thesis represents an examination. Besides the professional engrossing by using an example the acquisition of soft skills are also gained:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- self-learning ability</li> <li>- capacity of teamwork (working together with the supervisor)</li> <li>- application of methods of project management</li> <li>- communications skills: technical documentation and presentation, in case of an English presentation also practice of language skills</li> </ul>

<b>Literatur</b>
Spezifisch für das gewählte Thema

**Kursname laut Prüfungsordnung****Mechanical and Biological Waste Treatment****Course title English**

Mechanical and Biological Waste Treatment

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Planung einer Abfallbehandlungsanlage

**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. Ein weiterer Schwerpunkt ist 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. Another focus is 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 lecture is consolidated using practical examples.

**Learning objectives / skills English**

The students are capable to design waste treatment facilities in accordance with HOAI to 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.

**Kursname laut Prüfungsordnung****Mechanische Verfahrenstechnik in der Wasseraufbereitung****Course title English**

Mechanical Process Engineering for Water Treatment Processes

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Klausur (90 min.)

Mündliche Prüfung (30-60 min.)

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Einführung in die Mechanische Verfahrenstechnik

Partikel und disperse Systeme (Feinheitsmerkmale, Partikelgrößen, äquivalentdurchmesser, Partikelform, Partikelgrößenverteilung, poröse Systeme)

Statistische Beschreibung von Partikelverteilungen

Partikelwechselwirkungen

Dimensionsanalyse

Kräfte auf Partikel

Trennen (Klassieren, Sortieren, Abscheiden)

Mechanische Fest-Flüssig-Trennungsprozesse in der Wasseraufbereitung

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sind in der Lage, die Grundlagen zur verfahrenstechnischen Behandlung der vielfältigen Probleme mit dispersen Stoffen zu beschreiben und zu erklären. Sie haben eine Übersicht über die in der mechanischen Verfahrenstechnik üblichen Prozesse. Sie sind dazu fähig, insbesondere die Bedeutung der mechanischen Verfahrenstechnik im Bereich der Wasseraufbereitung und die dort eingesetzten Verfahren zu verstehen.

**Description / Content English**

Introduction to Mechanical Process Engineering

Particles and disperse systems (dispersity, particle sizes, equivalent diameter, particle shape, particle size distribution, porous systems)

Statistical description of particle distributions

Particle interactions

Dimension analysis

Forces on Particles

Separation (classify, sort, separate)

Mechanical solid-liquid separation processes in water treatment

**Learning objectives / skills English**

Students are able to describe and to explain the basics of solving the manifold problems with disperse substances by using mechanical processes and they have an overview of the common processes. They know the importance of mechanical process engineering especially in the field of water treatment and they know the common used processes.



## Literatur

Stieß; Mechanische Verfahrenstechnik 1  
Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1992

Stieß; Mechanische Verfahrenstechnik 2  
Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1992, ISBN 978-2-7430-0970-0, 978-1-84585-005-0

Mathias Bohnet; Mechanische Verfahrenstechnik  
WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA 2004, ISBN 978-3-527-31099-9

John Gregory; Particles in Water - Properties and Processes  
Taylor & Francis Group 2006, ISBN: 1-84339-102-3

**Kursname laut Prüfungsordnung****Membrane Technology for Water Treatment****Course title English**

Membrane Technology for Water Treatment

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Klausur (90 min.)

Mündliche Prüfung (30-60 min.)

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

- Druckgetriebenen Membranverfahren
- Elektrodialyse
- Transportphänomene an und durch Membranen
- Vor- / Nachbehandlung
- Hybride Prozesse
- Betrieb von Umkehrosmoseanlagen zur Entsalzung
- Fouling und Scaling
- Fallbeispiele von Membrananlagen

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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.

**Description / Content English**

- Pressure driven membrane processes
- Electrodialysis,
- Transport phenomena to and across membranes,
- Pre- and post-treatment of water,
- Hybrid processes
- Operation of reverse osmosis plants for desalination
- Fouling and Scaling
- Case studies of membrane systems

**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, Shammass (eds.)

Membrane and Desalination Technologies

Volume 13 – Handbook of Environmental Engineering

Springer 2011, ISBN: 978-1-58829-94

Kursname laut Prüfungsordnung			
Methoden der Systemtechnik			
Course title English			
Systems Engineering Methods			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Themenschwerpunkte der Veranstaltung sind:</p> <p>Entwicklung und Anwendung der Systemtechnik / Planung komplexer innovativer Systeme / Systemtechnischer Ansatz bei der Anlagenplanung / Systemtechnische Planungsmethodik / Planungs- und Problemlösungstechniken / Systemtechnische Methodenbank (SMB) / Bewertung und Auswahl von Systemen und Projekten / Spezielle Problemstellungen der Anlagenplanung / Fallstudien</p>
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
<p>Main topics of the lecture are:</p> <p>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</p>
Learning objectives / skills English
<p>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.</p>

Literatur
<p>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</p> <p>Blanchard, Benjamin S.: System Engineering Management, 3rd Edition, John Wiley &amp; Sons, 2003</p> <p>Blanchard, Benjamin S.: Logistics Engineering and Management, 6. Edition, Prentice Hall International, New Jersey 2004</p> <p>Ehrlenspiel, Klaus : Integrierte Produktentwicklung .- 2., überarb. Aufl. . - München [u.a.] : Hanser , 2003</p> <p>Eversheim, W.; Schuh, G. (Hrsg.): Produktion und Management „Betriebshütte“, 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 1999</p>

Haberfellner, R.: Systems engineering .- 11., durchges. Aufl. . - Zürich : Verl. Industrielle Organisation , 2002

Lindemann, Udo : Methodische Entwicklung technischer Produkte . - Berlin [u.a.] : Springer , 2005

Tompkins, James A.; White, John A.; Bozer, Yavoz A.; Tanchoco, J. M. A.: Facilities Planning, John Wiley & Sons, New Jersey 2003

Züst, Rainer : Einstieg ins Systems-Engineering .- 3. Aufl., vollst. neu bearb. . - Zürich : Verl. Industrielle Organisation , 2004

Züst, Rainer [Hrsg.]: Das Systems-Engineering-Case-Book . - Zürich : Verl. Industrielle Organisation , 2002

Kursname laut Prüfungsordnung			
Modellierung von Logistiksystemen			
Course title English			
Modeling of Logistics Systems			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

### Beschreibung / Inhalt Deutsch

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.

Inhalte im Einzelnen:

- Grundlegende Begriffe
- Taxonomie der ereignisdiskreten Simulationssysteme
- Stochastische Grundlagen
- Erzeugung von Zufallszahlen
- Einführung in bausteinorientierte Simulationssysteme
- Beschreibung von Bausteingruppen
- Spezielle Programmiersprachen
- Validierung von Simulationsmodellen
- Ergebnisdienste und Interpretationen
- Animationen und ihre Aussagekraft
- Durchführung von Simulationsstudien
- Simulationstechnik als Bestandteil von Beratungsprojekten

### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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 Studenten 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.

### Description / Content English

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 terms and definitions

- Taxonomy of discrete event simulation systems
- Fundamentals of stochastics
- Generation of random numbers
- Introduction into blocks oriented simulation systems
- Description of groups of building blocks
- Special programming languages
- Validation of simulation models
- Results and interpretation
- Animation and their significance
- Execution of simulation studies
- Simulation technology as part of consultancies

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

Participants have become acquainted with discrete event simulation in contrast to continuous simulation and are able to use in concrete tasks the appropriate technique. They understand the basic principles of each concept and can use a concrete simulation software system. They have the ability to develop models of moderate size and complexity. The students have learnt to use different software functions for the analysis of models and the explanation of simulation results. The participants can evaluate the quality of simulation studies and are able to apply criteria for the validation of the models.

#### **Literatur**

- Arnold, D.; Furmans, K.: Materialfluss in Logistiksystemen, Springer-Verlag, 2019
- Tempelmeier, H.: Modellierung logistischer Systeme, Springer-Verlag, 2018
- Engelhardt-Nowitzki, C., Nowitzki, O.; Krenn, B.: Management komplexer Materialflüsse mittels Simulation: State-of-the-Art und innovative Konzepte; Deutscher Universitäts-Verlag, 2008.
- Altioik, T.; Melamed, B.: Simulation Modeling and Analysis with ARENA; Elsevier, 2007
- Lauer, C.: Integriertes Modell zur Materialflusssimulation und zur Visualisierung in der virtuellen Realität; Produktionstechnische Berichte aus dem FBK; 2013, Bd. 01
- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L. and Nicol, D. M.: 2000, Discrete Event System Simulation, 3rd edn, Prentice Hall.
- Zeigler, B. P., Elzas, M.; Oren, T. Modelling and Simulation Methodology: Knowledge Systems Paradigms, Elsevier North Holland; 1989
- Bayer, J.; Collisi, Th.; Wenzel, S.: Simulation in der Automobilproduktion, Springer-Verlag, 2003
- VDI: Richtlinie 3633, Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen, Beuth-Verlag

Kursname laut Prüfungsordnung			
Moderne Energiesysteme			
Course title English			
Modern Energy Systems			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Im Rahmen dieser Veranstaltung werden ausgewählte Energiesysteme stofflich, energetisch und hinsichtlich ihrer Kostenstrukturen bilanziert. über die Darstellung der Funktionsweise wichtiger Prozesse und energiewirtschaftlicher Zusammenhänge werden die erforderlichen Methoden vorgestellt, so dass man anhand praxisnaher Beispiele zu eigenen qualitativen und quantitativen Aussagen kommen kann. Die Vorlesung strebt das vertiefte Verständnis wichtiger komplexer Systeme der Energietechnik unter technischen, ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten an.</p> <p>Es werden u.a. moderne Konzepte fossil gefeuerter Kraftwerke (moderne Steinkohle-, Braunkohle- und GuD-Anlagen) und von Blockheizkraftwerken zur dezentralen Strom- und Wärmeversorgung (KWK) vorgestellt und bilanziert. Ein Kapitel behandelt die Brennstoffzelle. Des Weiteren werden der Aspekt der Energiespeicherung und die Methoden der Raumwärmebereitstellung beleuchtet.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden kennen 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 Technologiefeld der Energietechnik bzw. der Energiewirtschaft.</p>

Description / Content English
<p>For selected modern energy systems, the balance will be made with respect to masses, energy and construction. The basic principles of operation of important processes and their economical context and consequences, the applicable methods of evaluation will be presented. Practical examples make qualitative and quantitative assessment possible. Main goal of the lecture is the recessed understanding of important and complex systems in energy technology under technical, economical and ecological aspects.</p> <p>Concepts of modern fossil fired power plants (hard coal, brown coal, combined cycle) and also of combined heat and power units (CHP) for residential power and heat supply will be presented and balances will be explained. A further chapter describes fuel cell systems. Aspects of energy transport, storage as well as of domestic and district heating systems will be introduced.</p>
Learning objectives / skills English
<p>The students know technical energy systems for power and heat supply according to their actual state-of-the-art and innovative R&amp;D aspects as well. They will be able to judge even complex and new energy processes and systems with respect to economical aspects (process comparison) and have knowledge about achievable energy efficiency limits of conversion technologies. The students have in-depth knowledge in the field of energy technology.</p>



<b>Literatur</b>
Vorlesungsskript

**Kursname laut Prüfungsordnung****Nicht-technischer Katalog MA****Course title English**

Non-technical Catalog MA

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
8	WS/SS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
			6

**Prüfungsleistung**

Die Art und Dauer der Prüfung wird vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt.

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Mit diesem Modul soll den Studierenden die Möglichkeit gegeben werden, im Rahmen des Studiums neben den rein technischen Veranstaltungen auch so genannte „nicht-technische Fächer“ nachweislich zu belegen. Die Veranstaltungen können aus dem gesamten Angebot der Universität Duisburg-Essen gewählt werden, wobei das „Institut für Optionale Studien“ (IOS) einen Katalog mit Veranstaltungen aus dem so genannten Ergänzungsbereich vorhält.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Ziel des Moduls ist Vertiefung der Allgemeinbildung der Studierenden und ggf. die Verstärkung der sprachlichen Kompetenz sowie eine Stärkung der Berufsbefähigung durch das Erlernen von Teamfähigkeit und Präsentationstechniken.

**Description / Content English**

This module offers the students the opportunity to, besides the pure technical courses they take, attend some so called „non-technical subjects“ and latter provide an attest for them.  
These courses can be chosen from the overall offers of the Duisburg-Essen university, whereby the „Institut für Optionale Studien“(IOS) proposes a catalog containing courses which fall under the named supplementary area.

**Learning objectives / skills English**

The module aims at deepening the general knowledge of the students and resp. at improving their language skills as well as strengthening their professional qualifications through the learning of teamwork and expose techniques.

**Literatur**

Spezifisch für das gewählte Thema

**Kursname laut Prüfungsordnung****Notlauf und Diagnose mechatronischer Systeme****Course title English**

Limp-home-Mode and Diagnosis of Mechatronical Systems

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Mathematische Grundlagen der Statistik, Systemzuverlässigkeit, Notlaufkonzepte, Methoden der Schadendiagnose I – Signalbasiert, Methoden der Schadendiagnose II – Modellbasiert, Anwendungen

Zur Veranschaulichung der Lehrinhalte werden Praktika und Übungen durchgeführt.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden lernen die technische Konzeption technischer, vornehmlicher mechatronischer und automatisierungstechnischer Systeme aus dem Blickwinkel der Zuverlässigkeits- und Sicherheitstechnik zu verstehen und zu bewerten. Die hierzu notwendigen Grundlagen und Methoden werden vermittelt. Die Studierenden lernen darüber hinaus die Grundlagen signal- und modellbasierter Fehlerdetektions- und -diagnosemethoden kennen und an praktischen Beispielen anzuwenden.

**Description / Content English**

Mathematical basics of statistics, System reliability, Limp home mode, Signal-based fault detection and diagnosis, model-based fault detection and diagnosis, applications

To illustrate the course content and placements and exercises are carried out.

**Learning objectives / skills English**

The students will be able to analyze technical, mainly mechatronical and automation system to analyze from the view point of reliability and safety engineering. The introduced methods will allow them also to evaluate such systems. The necessary basics and methods will be declared. The students also learn about the basics of signal- and model-based fault detection and isolation approaches and to apply them to theoretical and practical examples.

**Literatur**

Bertsche, B.; Lechner, G.: Zuverlässigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau, Springer, 2004

Echtle, K.: Fehlertoleranzverfahren [http://dc.informatik.uni-essen.de/Echtle/all/buch\\_ftv/](http://dc.informatik.uni-essen.de/Echtle/all/buch_ftv/)

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

Koch, M.; Schmidt M.: Deterministische und stochastische Signale. Bonn : Ferd. Dümmler, 1994

Lunze, J.: Automatisierungstechnik, Oldenbourg, 2003

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

**Kursname laut Prüfungsordnung****Numerische Berechnungsmethoden für inkompressible Strömungen 1****Course title English**

Computational Fluid Dynamics for Incompressible Flows 1

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	SS	Deutsch/Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Die Prüfungsleistung wird von den Studierenden in Form der Abgabe einer in kleinen Gruppen, semesterbegleitend angefertigten Hausarbeit und einer mündlichen Prüfung mit einer Dauer zwischen 30 und 60 Minuten erbracht.

**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 schiffstechnische 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 ship 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

**Kursname laut Prüfungsordnung****Numerische Berechnungsmethoden für inkompressible Strömungen 2****Course title English**

Computational Fluid Dynamics for Incompressible Flows 2

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Vorlesung befasst sich mit den Grundlagen der numerischen Berechnungsmethoden für inkompressible Strömungen.

Es erfolgt eine Einführung in die Turbulenzmodellierung, wobei die aktuell gebräuchlichen Modelle im Detail erläutert werden. Zusätzlich wird besonders auf schiffstechnisch relevante Themen wie Strömungen mit freien Oberflächen, Mehrphasenströmungen (Kavitation) und relativ bewegte Systeme bzw. Gitter sowie Parallelisierungen eingegangen.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sind in der Lage, Methoden der numerischen Strömungsmechanik zu erläutern und anzuwenden. Sie sind fähig numerische Methoden für Problemstellungen im maritimen Bereich (turbulente Strömungen, Mehrphasenströmungen) selbständig auszuwählen und anzuwenden.

**Description / Content English**

The lecture deals with the basics of computational fluid dynamics for incompressible flows. An introduction is given to the modeling of turbulences, explaining the common models in detail. Additionally, particular emphasis is given to free surface flows, multiphase flows (cavitation), moving grids and parallel computing.

**Learning objectives / skills English**

The students are able to explain and apply the CFD methods. They are in a position to select and apply the appropriate tools to find a solution to common problems in the maritime sector (turbulent and multiphase flows).

**Literatur**

J. H. Ferziger, M. Peric: Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer-Verlag, 2002

H. K. Versteeg, W. Malalasekera: An Introduction to Computational Fluid Dynamics, Pearson Education Limited, Second Edition, 2007

Kursname laut Prüfungsordnung			
Qualitative Methoden der Regelungstechnik 2: Automaten und Netze			
Course title English			
Qualitative Methods in Automation 2: Automata and Nets			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

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
<p>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.</p>

Literatur
<p>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</p>

U. Kiencke: Ereignisdiskrete Systeme, 2006



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			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

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.

**Kursname laut Prüfungsordnung****Quantitative bildgebende Messtechniken in Strömungen****Course title English**

Quantitative Imaging in Flows

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Schriftliche und mündliche Präsentation der Laborversuche

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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. Kameratechnologie), 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.

Inhalte:

Vorlesung und Übung:

- 1) Warum laser-basierte Messmethoden in Strömungen?  
Vorführen eines typischen Experimentes im Labor.
- 2) Bildgebende Strömungsmessung: Methoden, Anwendungen, Beispiele
- 3) Einfache Optik: Strahlenoptik, Polarisation, Interferenz, Filter
- 4) Laser: Physik, Laserarten, Baugruppen. LEDs.
- 5) Bildformung: Auflösung, Objektive, Abbildungsfehler.
- 6) Kameras und Detektoren: CCD, ICCD, CMOS, Photodiode, PMT. Sensorgüte und Rauschen.
- 7) Bildverarbeitung: Photometrie, Filtern, Statistische Analyse.

Praktikum (Fluoreszenz-basierte Abbildung eines turbulenten Freistrahls):

Literaturüberblick

Aufbau des Experimentes

Datenerfassung, Bearbeitung und Auswertung

Bericht

**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

**Kursname laut Prüfungsordnung****Reactive Flows****Course title English**

Reactive Flows

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Sprache entweder Deutsch oder Englisch.

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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.

- 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

**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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Rechnergestützte Netzanalysen			
Course title English			
Computational Network Analysis			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

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>Inhalte im Einzelnen:</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
<p>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.</p> <p>The lesson has the following content:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic terms and definitions of queueing theory</li> <li>- Stochastic distributions</li> <li>- Check of input data</li> <li>- Abstraction and reduction</li> </ul>

- 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**

- Arnold, D.; Furmans, K.: Materialfluss in Logistiksystemen, Springer-Verlag, 2019
- Tempelmeier, H.: Modellierung logistischer Systeme, Springer-Verlag, 2018
- Engelhardt-Nowitzki, C., Nowitzki, O.; Krenn, B.: Management komplexer Materialflüsse mittels Simulation: State-of-the-Art und innovative Konzepte; Deutscher Universitäts-Verlag, 2008.
- Altioik, T.; Melamed, B.: Simulation Modeling and Analysis with ARENA; Elsevier, 2007
- Lauer, C.: Integriertes Modell zur Materialflusssimulation und zur Visualisierung in der virtuellen Realität; Produktionstechnische Berichte aus dem FBK; 2013, Bd. 01
- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L. and Nicol, D. M.: 2000, Discrete Event System Simulation, 3rd edn, Prentice Hall.
- Zeigler, B. P., Elzas, M.; Oren, T. Modelling and Simulation Methodology: Knowledge Systems Paradigms, Elsevier North Holland; 1989
- Bayer, J.; Collisi, Th.; Wenzel, S.: Simulation in der Automobilproduktion, Springer-Verlag, 2003
- VDI: Richtlinie 3633, Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen, Beuth-Verlag

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

Computer Aided Engineering (CAE)

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		

**Prüfungsleistung****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)
- Freund; B. Brücker: Praxishandbuch BPMN: Mit Einführung in CMMN und DMN; Hanser-Verlag 2016
- Haberfellner; ...: Systems Engineering: Grundlagen und Anwendung; 2015
- Alt: Modellbasierte Systementwicklung mit SysML; Hanser-Verlag 2012





**Kursname laut Prüfungsordnung****Recycling of Oxidic and Metallic Materials****Course title English**

Recycling of Oxidic and Metallic Materials

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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.

**Description / Content English**

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.

**Learning objectives / skills English**

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.

**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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Regenerative Energietechnik 1			
Course title English			
Renewable Energy Technology 1			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

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.</p> <p>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
<p>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.</p>

Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adolf Goetzberger, Volker Wittwer, „Sonnenenergie – Thermische Nutzung“, Teubner Studienbücher</li> <li>- Adolf Goetzberger, Bernhard Voß, Volker Wittwer, „Sonnenenergie: Photovoltaik“, Teubner Studienbücher</li> <li>- Martin Kaltschmitt, Andreas Wiese, „Erneuerbare Energien“, Springer Verlag</li> </ul>

- Manfred Kleemann, Michael Meliß, „Regenerative Energiequellen“, Springer Verlag

Kursname laut Prüfungsordnung			
Regenerative Energietechnik 2			
Course title English			
Renewable Energy Technology 2			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

**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 Meli, „Regenerative Energiequellen“, Springer Verlag
- Jochen Fricke, Walter Borst, „Energie – Ein Lehrbuch der physikalischen Grundlagen“, R. Oldenbourg Verlag

Kursname laut Prüfungsordnung			
Robotik-Anwendungen			
Course title English			
Robotic Applications			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1			2
Prüfungsleistung			
Die Studierenden werden auf Basis der Projektergebnisse und der Präsentation der Arbeitsschritte bewertet. Aufgrund der Lehrform als Seminar ist die Prüfung nur im Wintersemester und nur für teilnehmende Studierende möglich.			

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 und die Konzeptionierung von automatisierten Lösungen. In der Veranstaltung werden die Grundlagen für die mechatronische Auslegung solcher Systeme erlernt (z.B. Echtzeitsysteme, Sensoren und Datenbusse).</p> <p>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, moderne Robotersysteme in vielfältigen Anwendungsgebieten mit ihren individuellen Anforderungen zu verstehen, zu modellieren und praxisgerecht auszulegen.</p> <p>Weiterhin sind die Studierenden mit den Grundlagen typischer technischer Komponenten von Robotern vertraut und in der Lage, ihr Zusammenwirken zu verstehen und selbständig zu nutzen.</p> <p>Die Teams lernen, sowohl die richtigen Technologien zielgerecht einzusetzen und üben die Organisation eines Entwicklungsprojekts sowie die Präsentation der Projektergebnisse.</p>

Description / Content English
<p>In this course, the basics and examples of modern robot applications are taught. The considerations cover mobile robotics, as well as parallel kinematics and upcoming technologies like wire robots. Besides these examples, the fundamental knowledge for the mechatronic design of those systems (e.g. realtime systems, sensors and data buses) is presented</p> <p>The course focuses on the development and realization of a robot system in team work. Accordingly, in the first lecture a task to be automated is presented. It has to be solved by the project teams. The development progress has to be documented and presented during the course.</p> <p>During the seminar, attendance is mandatory. Unexcused absence may lead to exclusion from the seminar!</p>
Learning objectives / skills English
<p>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 and the conceptual</p>

design of automated solutions. In the course, the fundamentals for the mechatronic design of such systems are learned (e.g. real-time systems, sensors and data buses).

The main 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, which must be solved by the respective teams in the form of a project.

During the course the progress of the projects has to be documented and presented continuously by the teams. During the seminar, attendance is mandatory. Unexcused absence may lead to exclusion from the course!

### **Literatur**

Siegwart, R.

Introduction to Autonomous Mobile Robots

ISBN 978-0262195027

MIT Press, 2004



<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Schiffsschwingungen</b>			
<b>Course title English</b>			
Ship Vibrations			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Schriftliche Ausarbeitung im Umfang von ca. 15-20 Seiten. Die Veranstaltung wird abgeschlossen durch eine erfolgreiche Teilnahme an einer 30-60 minütigen mündlichen Prüfung.			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die Vorlesung befasst sich mit globalen und lokalen Vibrationen auf Schiffen, deren Erregungsquellen, Berechnungsmethoden und Auswirkungen.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden sind in der Lage, die Berechnungsmethoden zur Vorhersage von Vibrationen von Schiffsrumpf und Schiffsanhängen zu erläutern. Weiterhin sind sie fähig, Erregerquellen sowie Maßnahmen zur Reduktion bzw. Vermeidung von Schwingungen zu identifizieren.

<b>Description / Content English</b>
The lecture deals with the global and local vibrations of ship structures, their excitation sources, analytical methods and the effects of such vibrations.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students are able to explain the computational methods for the prediction of vibrations of ship structures and appendages. Moreover, they are in a position to identify excitation sources and provide solutions to reduce or avoid such vibrations.

<b>Literatur</b>
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

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Schweißtechnische Fertigungsverfahren</b>			
<b>Course title English</b>			
Welding Technical Manufacturing Method			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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.

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.

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).

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sollen die schweißtechnischen Fertigungsverfahren für industrielle Anwendungen einsetzen und anwenden.

**Description / Content English**

This course gives an overview of the most important welding techniques in their practical use. Thereby the advantages, disadvantages and the applications of the different welding processes- TIG-, Plasma-, Laser-, EB-, MMA-, SAW-, MIG/MAG-, Resistance - and Acetylene-Welding - were discussed.

In the associated practical lab the students have the chance to improve some welding processes by themselves. Because of the reason that the SLV is the important welding trainer in Europe all technical and personal assumptions are given.

A one visit trip to a welding manufacturer is finishing the course.

**Learning objectives / skills English**

The students shall understand and use different welding technologies for industrial applications.

**Literatur**

SFI-Aktuell 2003, SLV Duisburg

Killing, R.: Kompendium der Schweißtechnik, DVS-Verlag Düsseldorf

Kursname laut Prüfungsordnung			
Schwingungsanalyse mit MATLAB			
Course title English			
Vibration Analysis with MATLAB			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1	2	1	
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Das Programmpaket MATLAB ist ein Werkzeug zur numerischen Bearbeitung von einfachen bis hin zu komplexen technischen Systemen. Es ist zur schnellen Analyse und Synthese dynamischer Vorgänge insbesondere in der Prototypenentwicklung geeignet und wird heute zunehmend in der Industrie eingesetzt. In dieser Lehrveranstaltung soll eine Einführung in MATLAB an ausgewählten Beispielen gegeben und auf die Problemkreise der Schwingungsanalyse passiver und aktiver linearer als auch nichtlinearer Systeme angewandt sowie durch Übungen am Rechner vertieft werden. Dies schließt die Verknüpfung von Symbolik und Numerik ein. 2D- und 3D-Visualisierungen zur Ergebnisinterpretation werden erarbeitet.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erlernen den Umgang mit MATLAB;</li> <li>- können die Matrix-Vektor orientierte Programmiersprache anwenden;</li> <li>- kennen den Funktionsumfang einer modernen Programmieroberfläche;</li> <li>- können einfache schwingungs-tech-nische Problemstellungen erfassen, modellieren, strukturieren und aufbereiten;</li> <li>- sind in der Lage Bewegungsglei-chungen symbolisch unterstützt zu erstellen;</li> <li>- können numerische System-Analy-sen und –Synthesen durchführen;</li> <li>- kennen Vorgehensweisen und Verfahren zur Auswertung, Visualisierung und Interpretation von Problemstellungen dynamischer Systeme.</li> </ul>

Description / Content English
<p>The MATLAB program package is a tool for the numerical calculation of technical systems ranging from simple to complex. It is useful for the quick analysis and synthesis of dynamical processes, especially in developing prototypes, and is currently utilized in increasing number in industry. In this course an introduction to MATLAB will be given with selected examples of problems including: the analysis of vibrations of passive and active linear and nonlinear systems. This introduction will be supported with assigned exercises on the computer. These problems include the connection of symbolic and numeric calculations. For interpretation of the results 2D- and 3D-visualisation techniques will be used.</p>
Learning objectives / skills English
<p>The student</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- will gain competence with MATLAB;</li> <li>- can apply the matrix-vector orientated program language,</li> <li>- know insight in function range of a modern program environment;</li> <li>- can conceive, model, structure and prepare simple vibration problems;</li> <li>- are able to formulate symbolic supported motion equations;</li> <li>- can execute numerical system-analysis and -synthesis;</li> </ul>

- know proceedings of evaluation, visualization and interpretation of problems of dynamical systems.

### Literatur

Angermann, Beuschel, Rau, Wohlfahrt: MATLAB-Simulink-Stateflow, 2.Aufl., Oldenbourg Verlag München 2003  
Dresig, H.: Schwingungen mechanischer Antriebssysteme. Springer-Verlag, Berlin 2001  
Müller, Schiehlen: Linear Vibrations. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht 1985  
Pietruszka, W.D.: MATLAB in der Ingenieurpraxis. B.G.Teubner Verlag, Stuttgart 2005  
Pratap, R: Getting Started with MATLAB 6. A Quick Introduction for Scientists and Engineers, Oxford University Press, New York-Oxford 2002

**Kursname laut Prüfungsordnung****Seeverhalten und hydrodynamische Belastung von Schiffen und Offshore-Anlagen****Course title English**

Seakeeping and Hydrodynamic Loads of Ships and Offshore Structures

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Die Prüfungsleistung wird von den Studierenden in Form der Abgabe einer in kleinen Gruppen, semesterbegleitend angefertigten Hausarbeit und einer mündlichen Prüfung mit einer Dauer zwischen 30 und 60 Minuten erbracht.

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Vorlesung befasst sich mit dem Seeverhalten von Schiffen und Belastungen von Offshore-Strukturen. Die lineare Wellentheorie, die Bewegungsgleichungen starrer Körper, die mathematische Modellierung des natürlichen Seegangs sowie die Berechnung der Schnitt- und lokalen Lasten werden 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.

**Description / Content English**

This lecture deals with the seakeeping of ships and the hydrodynamic loads on offshore structures. The linear wave theory, equations of motion for rigid bodies, the modeling of natural seaway and the computation of global and local loads are addressed as well.

**Learning objectives / skills English**

The 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.

**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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Sektorenkopplung			
Course title English			
Sector Coupling			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Sektorenkopplung kann als die fortgeschrittene Phase der Energiewende bezeichnet werden. Dabei konzentrieren sich die Aspekte der Dekarbonisierung und Flexibilität nicht nur auf den Stromsektor, sondern erstrecken sich auch auf den Transport-, Wärme- und Industrie-/Chemiesektor. In diesem Zusammenhang beschreibt die „Sektorenkopplung“ die weitere Verlagerung von fossilen zu erneuerbaren Brennstoffen, indem der Primärenergiebedarf verändert und der endgültige CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von Energie in mehreren Sektoren beeinflusst wird. Diese Vorlesung bietet einen Überblick über die technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen der Kopplung von Strom, Wärme und Brennstoffen für eine kohlenstoffarme Wirtschaft unter dem Namen Power-to-X-Technologien. Auf dieser Grundlage werden die theoretischen Grundlagen und eine Übersicht von Power-to-Power, Power-to-Heat und Power-to-Fuel Technologien auf dem neuesten Stand der Technik analysiert.</p> <p>Vorlesungsmodule und Schwerpunkte (12 Vorlesungen im Wintersemester):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorlesungsmodul 1: Einleitung in Sektorenkopplung <ul style="list-style-type: none"> <li>o 1.1 Definition von Power-to-X</li> <li>o 1.2 Einführung in Power-to-X-Technologien</li> </ul> </li> <li>- Vorlesungsmodul 2: Power-to-Power-Technologien: <ul style="list-style-type: none"> <li>o 2.1 Batterien,</li> <li>o 2.2 Topping cycles</li> <li>o 2.3 Brennstoffzellen</li> <li>o 2.4 Technoökonomische Analyse von Pumped Hydro, Druckluftspeicher und Flüssigluftspeicher</li> </ul> </li> <li>- Vorlesungsmodul 3: Power-to-Heat-Technologien <ul style="list-style-type: none"> <li>o 3.1 Grundlagen der Wärmespeicherung</li> <li>o 3.2 Wärmepumpen</li> </ul> </li> <li>- Vorlesungsmodul 4: Power-to-Fuel und Power-to-Chemicals-Technologien <ul style="list-style-type: none"> <li>o 4.1 H<sub>2</sub>-Produktion</li> <li>o 4.2 CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Handhabung</li> <li>o 4.3 Kraftstoffsynthese</li> <li>o 4.4 Gesetzgebung-Sektorenkopplung-REDII</li> <li>o 4.5 Lebenszyklusanalyse und Berechnung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks</li> </ul> </li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden können alle Arten von Power-to-X-Technologien sowie ihre Anwendungsbereiche in der Industrie kennenlernen. Sie werden in der Lage sein, technoökonomische Aspekte dieser Technologien zu bewerten und den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck des Endprodukts zu berechnen.</p>

**Description / Content English**

Sector coupling can be described as the advanced phase of energy transition, also known as Energiewende, where decarbonisation and flexibility aspects does not solely focus on power sector but are extended into the transport, heat and industry / chemical sector. In this regard „sector coupling“ describes the further shift from fossil fuels to renewable ones by changing the primary energy demand and impacting on the final carbon footprint of energy in multiple sectors. This lecture provides an overview of the technical and economic challenges of coupling electricity, heat, and fuels towards a low-carbon economy under the name Power-to-X technologies. On this basis, the fundamental principles and review of power-to-power, power-to-heat and power-to-fuel state of the art technologies are analysed in detail.

Lecture modules and topics (12 Lectures in the winter semester):

- Lecture Module 1: Introduction to Sector Coupling
  - o 1.1 Definition of Power-to-X
  - o 1.2 Introduction to Power to X Technologies
- Lecture Module 2: Power-to-Power Technologies:
  - o 2.1 Batteries,
  - o 2.2 Topping of existing cycles
  - o 2.3 Fuel Cells
  - o 2.4 Techno-economic analysis of Pumped Hydro, Compressed Air Energy Storage and Liquid Air Energy Storage
- Lecture Module 3: Power-to-Heat Technologies
  - o 3.1 Heat Storage basics
  - o 3.2 Heat Pumps
- Lecture Module 4: Power to Fuel and Power to Chemicals Technologies
  - o 4.1 H<sub>2</sub> production
  - o 4.2 CO<sub>2</sub> capture and handling
  - o 4.3 Fuel Synthesis
  - o 4.4 Legislation-Sector Coupling-REDII
  - o 4.5 Life Cycle Analysis and Carbon footprint calculation

**Learning objectives / skills English**

The students will be able to know all types of Power-to-X technologies as well as their fields of application in industry. They are able to assess techno-economic aspects of these technologies and calculate the carbon footprint of the final product.

**Literatur**

WHITE PAPER Sector Coupling: Concepts, State-of-the-art and Perspectives, Marie Münster, Daniel M&oslash;ller Sneum, Rasmus Bramstoft, Fabian Bühler and Brian Elmegaard, Spyros Giannelos, Xi Zhang and Goran Strbac, Mathias Berger and David Radu, Damian Elsaesser and Alexandre Oudalov, Antonio Iliceto, ETIP SNET 2020, <https://www.etip-snet.eu/wp-content/uploads/2020/02/ETIP-SNEP-Sector-Coupling-Concepts-state-of-the-art-and-perspectives-WG1.pdf>

Energiewende "Made in Germany", Low Carbon Electricity Sector Reform in the European Context Christian von Hirschhausen, Clemens Gerbaulet, Claudia Kemfert, Casimir Lorenz, Pao-Yu Oei, Springer Nature Switzerland AG 2018, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-95126-3>

Elektromobilität und Sektorenkopplung, Infrastruktur- und Systemkomponenten, Komarnicki Przemyslaw, Haubrock Jens, Styczynski Zbigniew A, Springer Vieweg 2020, ISBN 978-3-662-62036-6

Agora Energiewende. 2018. Energiewende 2030: The Big Picture – Megatrends, Targets, Strategies and a 10-Point Agenda for the Second Phase of Germany's Energy Transition. Impulse. Berlin.

Agora Energiewende, and Agora Verkehrswende. 2018. The Future Cost of Electricity-Based Synthetic Fuels. Study. Berlin.



Kursname laut Prüfungsordnung			
Sicherheit und Risikoanalyse von Schiffen und Offshore-Anlagen			
Course title English			
Safety and Risk Analysis of Ships and Offshore Structures			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Vorlesung befasst sich mit wahrscheinlichkeitstheoretischen und statistischen Grundlagen zur Zuverlässigkeitsbewertung im maritimen Bereich. 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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Strategische Logistikplanung			
Course title English			
Strategic Logistics Planning			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Prüfungsleistung			

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 strategic 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
<p>Clausen, U.; Geiger, C.: Verkehrs- und Transportlogistik, Springer-Verlag, 2013</p> <p>Gudehus, T.: Logistik 2: Netzwerke, Systeme und Lieferketten, VDI, 2012</p> <p>Wegner, U.: Einführung in das Logistik-Management: Prozesse - Strukturen - Anwendungen, Springer, 2017</p> <p>Pfohl, H.-C.: Logistikmanagement – Konzeption und Funktionen, Springer-Verlag, 2016</p> <p>Lochmahr, A.; Boppert, J.: Handbuch grüne Logistik: Hintergründe und Handlungsempfehlungen, Huss, 2014</p> <p>DIN EN 16258 - Methode zur Berechnung und Deklaration des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen bei Transportdienstleistungen (Güter- und Personenverkehr), 2013</p>

**Kursname laut Prüfungsordnung****Strömungsmaschinen****Course title English**

Fluid Machines

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Vorlesung Strömungsmaschinen (SM) baut auf der Vorlesung Wärmekraft- und Arbeitsmaschinen des Bachelor-Studienganges Maschinenbau auf. Weiterführend werden in der Vorlesung SM unterschiedliche Maschinentypen und ihre Auslegungen besprochen. Die zwei- und die dreidimensionale Strömung in SM wird ausführlich erläutert und diskutiert. Zusätzlich wird das Betriebsverhalten und die Betriebsweise der Strömungsmaschinentypen vertieft und es werden verschiedene Regelungsmöglichkeiten behandelt. Die Einsatzgebiete der Maschinen in Solarkraftwerken, Geothermie-, Gezeitenkraftwerken, Förderung von Medien in verfahrenstechnischen Anlagen, Brennstoffzellen, mechanischen und thermischen Speicherkraftwerken (Pumpspeicherkraftwerke, Carnot Batterie), Wasserstoff und Methan Förderung in Pipelines und der Wasser- und Abwasserförderung und der Gas- und Dampfkraftwerke werden diskutiert.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden lernen die Theorie der zwei- und dreidimensionalen Strömung kennen und können die Grundlagen dieser Theorie auf die verschiedenen Maschinenarten anwenden. Sie verstehen die unterschiedlichen Formen der Auslegung der Maschinen im Detail und haben ein vertieftes Verständnis für das Verhalten der Maschinen durch die Interpretation der Kennfelder. Neben den unterschiedlichen Betriebsarten werden die Studierenden befähigt die Grundlagen des Betriebsverhaltens und der Regelung von Strömungsmaschinen anzuwenden.

**Description / Content English**

The lecture Fluid Machinery (SM) builds on the lecture Thermal Power and Working Machines of the Bachelor's programme in Mechanical Engineering. Different types of machines and their designs are discussed in the SM lecture. The two- and three-dimensional flow in SM is explained and discussed in detail. In addition, the operating behaviour and mode of operation of the flow machine types are discussed in depth and various control options are dealt with. The application areas of the machines in solar power plants, geothermal and tidal power plants, pumping of media in process engineering plants, fuel cells, mechanical and thermal storage power plants (pumped storage power plants, Carnot battery), hydrogen and methane pumping in pipelines and water and waste water pumping and gas and steam power plants are discussed.

**Learning objectives / skills English**

The students learn about the theory of two- and three-dimensional flow and can apply the basics of this theory to the different types of machines. They understand the different forms of machine design in detail and have a deeper understanding of the behaviour of the machines through the interpretation of the characteristic diagrams. In addition to the different types of operation, the students are enabled to apply the basics of the operating behaviour and control of fluid flow machines.

**Literatur**

see weblink below.

**Kursname laut Prüfungsordnung****Strukturfestigkeit von Schiffen und Offshore-Anlagen 2****Course title English**

Structural Analysis of Ships and Offshore Structures 2

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	SS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Die Prüfungsleistung wird von den Studierenden in Form der Abgabe einer in kleinen Gruppen, semesterbegleitend angefertigten Hausarbeit und einer mündlichen Prüfung mit einer Dauer zwischen 30 und 60 Minuten erbracht.

**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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Systemtechnik und Systemoptimierung			
Course title English			
Systems Engineering and Optimization			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Themenschwerpunkte der Veranstaltung sind:

Entwicklung und Anwendung der Systemtechnik/ Industrielle Problemstellungen und systemtechnischer Ansatz/ Systemanalyse, Systemgestaltung, Arbeitsprinzipien/ Systemmethodik des Technischen Managements/ Anwendung der Systemmethodik/ Planungs- und Problemlösungstechniken/ Systemoptimierung, Unternehmensoptimierung/ Entscheidungsfindung im technischen Planungsprozess/ Ausgewählte Verfahren des Operations Research/ Lernende Organisation und Logistik-Lernstatt/ Einfluss auf die Fabrik- und Betriebsorganisation/ Fallstudien

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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.

**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**

Bachthaler, M.: Entwicklung und Anwendung der Systemtechnik bei komplexen innovativen Vorhaben sowie bei Mensch-Maschine-Systemen, VDI-Verlag, Düsseldorf 2000  
 Beitz, W.: Entwicklung und Konstruktion, in : Czichos, H. (Hrsg.): Hütte – Die Grundlagen der Ingenieurwissenschaften, 30. Auflage, Springer Verlag, Berlin 1996  
 Blanchard, Benjamin S.; Fabrycky, Wolter J.: Systems Engineering and Analysis, 3. Edition, Prentice Hall, New Jersey 1998

Daenzer, W. F.; Huber, F. (Hrsg.): Systems Engineering, Methodik und Praxis, 11. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, Zürich 2002

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

**Kursname laut Prüfungsordnung****Systemzuverlässigkeit und Notlaufstrategien****Course title English**

System reliability and limp-home strategies

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung****Beschreibung / Inhalt Deutsch**

- Mathematische Grundlagen der Statistik
- Systemzuverlässigkeit
- Notlaufkonzepte
- Anwendungen

Zur Veranschaulichung der Lehrinhalte werden Übungen durchgeführt.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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.

**Description / Content English**

- Mathematical Foundations of Statistics
- System reliability
- Fail-safe operation
- Applications

Exercises are executed to illustrate the contents of the course.

**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 [http://dc.informatik.uni-essen.de/Echtle/all/buch\\_ftv/](http://dc.informatik.uni-essen.de/Echtle/all/buch_ftv/)
- 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.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Technische Grundlagen zukünftiger Fahrzeugsysteme</b>			
<b>Course title English</b>			
Technical Fundamentals of Future Vehicle Systems			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Entwicklungen in der Fahrzeugsystemtechnik konzentrieren sich in letzter Zeit zunehmend auf Bereiche wie Elektromobilität, Fahrerassistenz und Automatisiertes Fahren. Genau diese Themenbereiche werden in der Vorlesung vorgestellt und analysiert.</p> <p>Unter dem Begriff Elektromobilität verbergen sich beispielsweise nicht ausschließlich Batteriefahrzeuge, sondern vielmehr auch die teilelektrifizierten Hybridantriebe sowie mögliche Energiespeichersysteme und Ladetechniken. Zudem werden neben alternativen Primärtriebssystemen die Potenziale des konventionellen Verbrennungsmotors dargestellt. Des Weiteren werden im Rahmen der Vorlesung die Themenbereiche Gesamtfahrzeugentwicklung und Car2X Kommunikation detailliert betrachtet.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Vorlesung vermittelt dem Studierenden einen gezielten Überblick über die Entwicklungen in der Kraftfahrzeugtechnik. Der Studierende kennt und versteht den Aufbau, die Funktion und das Zusammenwirken neuartiger Systeme und Komponenten eines Kraftfahrzeugs.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>Great emphasis is laid these days on the development of the electrical mobility in vehicle systems as well as driving assistance and automated driving. Exact these subjects will be introduced and analysed. The term electrical mobility does not only encompass battery powered vehicles, but also, and to a higher degree, the semi-electrification of powertrains as well as potential energy storage systems and charging technologies. Furthermore alternative primary propulsion systems and potentials of conventional combustion engines will be presented. Additionally vehicle development and Car2X communication will be a part of the lecture.</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>The lecture imparts an overview related to specific fields of development in vehicle technology. The students will know and understand the construction, function and the interaction of modern systems and components found in a vehicle.</p>

<b>Literatur</b>
Eigenes Manuskript, Foliensatz
Reif, Noreikat, Borgeest (Hrsg.) Kraftfahrzeug-Hybridantriebe, Vieweg+Teubner Verlag, 2012

**Kursname laut Prüfungsordnung****Technische Schadenskunde****Course title English**

Failure Analysis

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Schriftliche Prüfung: Fragen zur schriftlichen Beantwortung wahlweise in deutscher oder englischer Sprache. Einfache Berechnungen, Taschenrechner erforderlich.

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Vorlesung befasst sich mit den modernen Strategien zur Schadensanalytik. Dabei werden zunächst 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.

In der Übung führen die Studentinnen und Studenten anhand von Schadteilen im Team unter Anleitung und selbstständig vollständige Schadensanalysen incl. dem notwendigen Berichtswesen durch.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden kennen die grundlegenden mechanischen und chemischen Beanspruchungen und daraus resultierende mögliche Schadenseinleitung und -ausbreitung in Komponenten des Maschinenbaus und verwandter Bereiche. Sie können Schädigungsmechanismen erkennen und Beanspruchungen zuordnen. Die Studierenden können anhand von beobachteten und gemessenen Größen, sowie mit Hilfe zusätzlicher verfügbarer Informationen (Fachliteratur, Datenbanken, Berechnungen) den möglichen Schadensablauf erklären und gezielte Maßnahmen zur Vermeidung ergreifen. Die Studierenden können fachgerechte Berichte zur technischen Schadensanalyse verfassen.

**Description / Content English**

This lecture focusses on modern strategies of failure analysis. Firstly basic failure mechanisms of mechanically, chemically, and thermally induced failures are introduced and correlated with typical and special failure appearances. The proceeding is based on common optical, physical and chemical measurement techniques, as well as analytical calculations. After the failure mechanisms are understood possible immediate and long-term (e.g. design-based) countermeasures and strategies to avoid the damage are presented and discussed. In exercises the students deal with real failed parts, for which they carry out complete failure analyses incl. appropriate reporting.

**Learning objectives / skills English**

The students know the fundamental mechanical and chemical loads and possible resulting damage initiation and failure in components from mechanical engineering. They can recognize failure mechanisms and identify related load conditions. The students are able to explain a possible failure process based on observed and measured values, and with the help of additional available information (literature, data bases, calculations). They can select targeted measures to avoid a failure. The students are enabled to write a professional failure analysis report.

## Literatur

Broichhausen, Josef:

Schadenskunde : Analyse und Vermeidung von Schäden in Konstruktion, Fertigung und Betrieb.

DU: 33WFB1760, E: 41WBF83

Lange, Günter [Hrsg.]:

Systematische Beurteilung technischer Schadensfälle.

DU: 43ZHE1904, E: 41ZLP1230

Grosch, Johann: [Serie]

Schadenskunde im Maschinenbau : charakteristische Schadensursachen - Analyse und Aussagen von Schadensfällen.

E: 41ZLI1374

Kaesche, Helmut:

Die Korrosion der Metalle : physikalisch-chemische Prinzipien und aktuelle Probleme.

DU: D33ZMU1213, E: 31ZMP1006(2)

Kunze, Egon [Hrsg.]

Korrosion und Korrosionsschutz

DU: D33ZMP1226, E E40ZMP1266

VDI-Richtlinie 3822:

Schadensanalyse, Teil 1- Teil 5

Digitale Bibliothek über VDI-Richtlinien

**Kursname laut Prüfungsordnung****Thermische Systeme: Analyse, Modellierung und Design****Course title English**

Thermal Systems: Analysis, Modeling and Design

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1	2		

**Prüfungsleistung**

Die Prüfungsleistung besteht aus drei Hausaufgaben, die aus je einer Analyse, einer Modellbildung und einem Designvorschlag für ein einfaches thermisches System bestehen. Es wird neben dem Schreiben eines Computerprogramms (in einer wählbaren Programmiersprache: Python, MATLAB, C++, Fortran), ein kurzer Text mit Erläuterungen des Programms und einer Interpretation der Ergebnisse erwartet. Diese werden benotet, hieraus ergeben sich 70% der Gesamtnote.

Eine Mündliche Prüfung von ca. 30 min. über die drei Hausaufgaben ergeben die weiteren 30% der Gesamtnote.

**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 behandelt.

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 und Modellierung thermischer Systeme
- Design thermischer Systeme: akzeptables Design
- Entropieproduktion als Kriterium zur Beurteilung thermischer Systeme
- Ausblick: Design thermischer Systeme: optimales Design
- Ausblick: ökonomische Erwägungen
- Zusammenfassung

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Der/Die Studierende kennt nach erfolgreicher Teilnahme der Veranstaltung die wichtigsten Kriterien zur Auslegung und zum Design thermischer Systeme und kann sie aktiv auf vorliegende Problemstellungen anwenden. Er/Sie hat die Bedeutung der mathematischen Modellbildung verstanden und ist in der Lage für eine gegebene Aufgabe zu entscheiden, welche Art von Modell (Dimensionalität) zur ausreichenden Beschreibung notwendig ist. Er/Sie ist in der Lage ein entsprechendes Modell zunächst mathematisch zu formulieren und es dann in eine Computersprache (in der Regel Python/Numpy/SciPy) zu übertragen, sowie Parameterstudien daran durchzuführen. Den Studierenden ist der Weg vom akzeptablen zum optimalen Design bekannt und er/sie ist in der Lage ein Modell so zu formulieren, dass es mit gebräuchlichen Optimierungsroutinen unter Einhaltung vorgegebener Parameterbereiche optimiert werden kann.

Neben den rein thermodynamischen Optimierungskriterien (Entropieerzeugungs-Minimierung, Pinch Methode) ist auch die Bedeutung der Optimierung anhand ökonomischer Kriterien bekannt.

### Description / Content English

Within the lecture exemplary examples (like heat transfer systems, heat storage, thermal treatment of material) for the analysis of thermal systems with regard to the produced entropy or the exergy loss with regard to the necessary boundary conditions. The modelling of those systems is started by discussing the stationary modelling via instationär- up to the one dimensional-instationär modelling with regard to parameter analysis, sensitivity on different parameters, up to an acceptable design, and then performing it by the students. Based on the acceptable design the parameter optimization with regard to optimal design is handled. The lecture contains a huge part of computer-exercise, where the practical implementation of the gained knowledge are paramount.

Contents:

- Introduction
- Entropy production as criterion for the evaluation of thermal systems
- Python, an object oriented programming language and its usagage in engineering
- Analysis of thermal systems
- Modeling of thermal systems
- Design of thermal Systems: acceptable design
- Outlook: Optimization: Procedures and strategies
- Summary

### Learning objectives / skills English

After the successful participation in the course the student know the most important criteria for interpretation and for the design of thermal systems and can use them actively on existing problems after the successful participation in the course. He/ she has understood the meaning of mathematical modelling and is able to decide, which kind of model (dimensionality) is necessary for a given exercise, to do a sufficient description. He/ she is able to express the model in a mathematical way and then transfer it into computer language, and conduct a parameter study. The students knows the way from an acceptable to an optimal design and he/she can describe a model, so that it can be optimized with the help of common optimization routine in compliance of given parameter areas. Besides the purely thermodynamic optimization criteria (entropy production – minimization, pinch method) the meaning of optimization by means of economic criteria is also known.

### Literatur

- Jaluria, Yogesh : Design and optimization of thermal systems .- 2. ed. . - Boca Raton [u.a.] : CRC Press , 2008 ISBN: 978-0-8493-3753-6
- Bejan, Adrian; Moran, Michael J.; Tsatsaronis, George : Thermal design and optimization . - New York [u.a.] : Wiley , 2010 ISBN: 0-471-58467-3
- Bejan, Adrian : Advanced engineering thermodynamics .- 3. ed. . - Hoboken, NJ : Wiley , 2006 ISBN: 978-0-471-67763-5
- Langtangen, Hans Petter : A Primer on Scientific Programming with Python - Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg , 2009 . - ISBN: 9783642024757. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02475-7>

Kursname laut Prüfungsordnung			
Thermische Verfahrens- und Prozesstechnik			
Course title English			
Thermal Process Engineering			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>1. Einführung</p> <p>2. Thermische Grundoperationen (vertiefte Behandlung inkl. kinetischer Effekte und Sonderbauformen)</p> <p>Verdampfung und Kondensation</p> <p>Destillation und Rektifikation</p> <p>Extraktion</p> <p>Absorption und Strippung</p> <p>Adsorption und Desorption</p> <p>Trocknung</p> <p>Kristallisation</p> <p>3. Synthese von verfahrenstechnischen Prozessen</p> <p>Systematik der Prozessentwicklung</p> <p>Methoden zur Prozesssynthese</p> <p>Synthese von Trennsequenzen</p> <p>Energieintegration (Pinch-Analyse)</p> <p>Prozessoptimierung</p> <p>4. Modellierung und Simulation verfahrenstechnischer Prozesse</p> <p>Stoffdaten für verfahrenstechnische Prozesse</p> <p>Thermodynamische Modellierung</p> <p>I. Einfache Stufenmodelle</p> <p>II. Komplexe thermodynamische Modelle</p> <p>Stationäre Simulation</p> <p>Dynamische Simulation</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studenten kennen im Detail alle thermischen Trennverfahren, sowohl die 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 auch 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 Beschaffung 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.</p>

Description / Content English
1. Introduction

## 2. Thermal Unit Operations (deepened approach including kinetic effects and special configurations)

Evaporation and Condensation

Distillation und Rectification

Extraction

Absorption and Stripping

Adsorption and Desorption

Drying

Crystallisation

## 3. Synthesis of Chemical Processes

Systematics of Process Development

Methods of Process Synthesis

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 also kinetic effects are considered. They 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. Functionality and theoretical background of software used in the chemical industry for the simulation of chemical engineering processes are known.

### 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)

Ernst-Ulrich Schlünder, Franz Thurner

Destillation, Absorption, Extraktion

Vieweg Verlag (1998)

J.D. Seader, E.J. Henley

Separation Process Principles

John Wiley & Sons, 2. Auflage (2006)

R. Goedecke (Hrsg.)

Fluidverfahrenstechnik



Wiley VCH Verlag (2006)

Kursname laut Prüfungsordnung			
Turboverdichter			
Course title English			
Turbo Compressors			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Im ersten Teil der Vorlesung wird der Einsatz von Turboverdichtern (TV) in der Prozess- und chemischen Industrie, zur Förderung von Wasserstoff in Pipelines, in Carnot-Batterien zur Energiespeicherung, in Brennstoffzellensystemen und in Konsumgütern erläutert. Die Turboverdichter werden entsprechend ihres Einsatzgebietes, des verwendeten Fluids und ihres Arbeitsbereiches eingeordnet. Anhand von Kenngrößen werden Verdichter entsprechend ihrer Bauweise ausgewählt. Es folgen detaillierte Betrachtungen zur Projektierung, Berechnung und Konstruktion von ein- und mehrstufigen Verdichteranlagen, wobei die thermodynamischen Grundlagen und die speziellen mechanisch-konstruktiven Problemstellungen Berücksichtigung finden. Weiterhin werden die Kennlinienbestimmung sowie das Betriebsverhalten und die Regelung von Verdichtern in ein- und mehrstufigen Verdichteranlagen betrachtet.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden lernen die Arbeitsweise und Energieumsetzung von Turboverdichtern im Detail kennen. Sie beherrschen die Klassifizierung von Turboverdichtern nach verschiedenen Kriterien und sind in der Lage, die Strömung in TV nach den gängigen Methoden zu berechnen. Damit sind sie auch in der Lage, TV für bestimmte Anwendungszwecke zu entwerfen und deren Betriebsverhalten zu beschreiben. Sie sind über die wichtigsten Spezifika von TV (Machzahl- und Reynoldszahleinfluss, instationäre Strömungszustände) informiert.

**Description / Content English**

In the first part of the lecture, the use of turbocompressors (TC) in the process and chemical industry, in Carnot batteries for energy storage, in fuel cell systems, for hydrogen transportation in pipelines, and in consumer products are explained. The turbocompressors are classified according to their field of application, the fluid used and their operating range. Based on characteristic values, compressors of different designs are selected. This is followed by detailed considerations on the project planning, calculation and design of single- and multi-stage compressor systems, considering the thermodynamic principles and the particular mechanical design problems. Furthermore, the determination of characteristic curves, the operating behaviour and the control of compressors in single- and multi-stage compressor systems are considered.

**Learning objectives / skills English**

The students learn the procedure and energy transformation of the turbo compressor in detail. They can master the classification of the turbo compressors according to different criteria and can determine the flow in a TC by standard methods. They are also able to design TC for certain applications and describe their operational behaviour. They are informed about the essential specifics of a TC (Mach number- and Reynolds number, transient flow behaviour).

**Literatur**

see weblink below.

--

Kursname laut Prüfungsordnung			
Turbulent Flows			
Course title English			
Turbulent Flows			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

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
<p>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:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formation of turbulence</li> <li>2. Stochastic description of turbulence</li> <li>3. Structure of a turbulent flow</li> <li>4. Simulation of turbulent flows – LES and DNS</li> <li>5. Reynolds averaged Navier-Stokes (RANS) equations</li> <li>6. Closure models for RANS equations</li> <li>7. Compressible turbulent flows</li> </ol>
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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Verbrennungsmotoren			
Course title English			
Internal Combustion Engines			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Veranstaltung führt in die Grundlagen des Verbrennungsmotors ein. Sie hat ihren Schwerpunkt in der Vermittlung der innermotorischen Prozesse von Gemischbildung und Verbrennung von Diesel und Ottomotoren.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einleitung</li> <li>2. Kraftstoffe und Leistungskenngrößen von Verbrennungsmotoren</li> <li>3. Arbeitsprozesse im Verbrennungsmotor</li> <li>4. Ladungswechsel</li> <li>5. Aufladung</li> <li>6. Gemischbildung, Zündung und Verbrennung im Ottomotor</li> <li>7. Gemischbildung und Verbrennung im Dieselmotor</li> <li>9. Homogen kompressionsgezündete Verbrennung (HCCI)</li> <li>10. Umweltprobleme bei der motorischen Verbrennung</li> </ol>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden verstehen die Konzepte des Verbrennungsmotors und können die Grundlagen des innermotorischen Verbrennungsprozesses und die Grundlagen der technischen Realisierung erklären. Sie sind in der Lage, einfache Rechnungen zur überschlägigen Auslegung von Motoren durchzuführen. Sie verstehen die Entwicklungsziele und deren Bedeutung.</p>

Description / Content English
<p>This lecture introduces the fundamentals of reciprocating internal combustion engines. It focuses on the description of in-cylinder processes in Diesel and spark ignition engines.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction</li> <li>2. Fuels and characteristic numbers of internal combustion engines</li> <li>3. Engine thermodynamic cycles</li> <li>4. Gas exchange</li> <li>5. Boosting</li> <li>6. Mixture formation, ignition, and combustion in SI engines</li> <li>7. Mixture formation and combustion in Diesel engines</li> <li>8. Homogeneous charge compression ignition (HCCI)</li> <li>9. Environmental issues related to IC engines</li> </ol>
Learning objectives / skills English
<p>Students understand the concepts of internal combustion engines. They are able to explain the fundamentals of in-cylinder combustion processes and the fundamentals of the 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 IC engines and their relevance.</p>

## 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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Virtuelle Produktdarstellung			
Course title English			
Virtual Product Representation			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

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. Therefore 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.



Kursname laut Prüfungsordnung			
Virtuelle Produktoptimierung			
Course title English			
Virtual Product Optimization			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

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)

--

Kursname laut Prüfungsordnung			
Vision-based Control			
Course title English			
Vision-based Control			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
			3
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Der Kurs behandelt die Grundlagen der visuellen Regelung, bestehend aus Robotik, Vision, Regelung, Technologie und Implementierungsfragen. Zuerst werden die Grundlagen der Bilderfassung vorgestellt. Danach werden die Ansätze der maschinellen Bildverarbeitung zur Extraktion von Bildmerkmalen vorgestellt. Darüber hinaus werden das positionsbasierte Visual Servoing und das bildbasierte Visual Servoing als Kernelemente dieses Seminars vorgestellt. Der Schwerpunkt dieses Seminars liegt auf dem Entwurf von Reglern auf der Grundlage der geeigneten, aus dem Bild extrahierten Informationen, um Vorteile bei der Regelung zu erzielen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Bilderfassung und der maschinellen Bildverarbeitung</li> <li>- Modellierung des Roboters (Manipulator oder UAVs)</li> <li>- Bildbasiertes Visual Servoing</li> <li>- Positions-basiertes Visual Servoing</li> <li>- Entwurf bildverarbeitungsbasierter Regler, z.B. adaptiver Regler, Sliding-Mode-Regler und Fuzzy-Logik-Regler</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden lernen die Grundlagen der Bildverarbeitung und Feature-Extraktion kennen. Sie lernen die grundlegende mathematische Erklärung für die Roboter/UAV-Modellierung zur Bestimmung von Regelungsansätzen. Schließlich sollen die Studierenden in der Lage sein, die Konzepte und Implementierungsbeschränkungen des bildbasierten Visual Servoing zu verstehen.</p>

Description / Content English
<p>The course covers the basics of visual control, consisting of robotics, vision, control, technology, and implementation issues. First of all, the fundamentals of image capturing will be introduced. Afterward, machine vision approaches will be briefly introduced for image feature extraction. Furthermore, position-based visual servoing and image-based visual servoing will be presented as the cores of this lecture. The main focus of this lecture is design of controller based on the suitable extracted information from the image to achieve closed-loop control benefits.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentals of image capturing and machine vision approaches</li> <li>- Modeling of the robot (manipulator or UAVs)</li> <li>- Image-based visual servoing</li> <li>- Position-based visual servoing</li> <li>- Design of vision-based controller e.g. adaptive controller, sliding mode controller, and fuzzy logic controller</li> </ul>
Learning objectives / skills English

Students should learn the basics of image processing and feature extraction. They should understand the basic mathematical explanation for robot/UAV modeling to determine control approaches. Finally, the students should be able to understand the concepts and implementation constraints of image-based visual servoing.

#### **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.

**Kursname laut Prüfungsordnung****Wärme- und Stoffübertragung****Course title English**

Heat and Mass Transfer

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

120 min schriftliche Prüfung/Klausur

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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.

- Einführung/ Konzepte
- Wärmeleitung (stationär, instationär)
- Konvektion (Grenzschichten, erzwungene/ freie Konvektion, überströmte Körper, durchströmte Körper)
- Wärmeübertragung mit Phasenübergang (Sieden, Kondensieren)
- Wärmeübertrager (Typen, Methoden der Auslegung)
- (- Wärmestrahlung )
- Diffusion und Stoffübertragung

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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 Wärmeübertrager 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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Waste Water Treatment			
Course title English			
Waste Water Treatment			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			
Klausur (90 min.)			
Mündliche Prüfung (30-60 min.)			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Ein Schwerpunkt der Veranstaltung sind die verfahrenstechnischen Prozesse bei der kommunalen Abwasserbehandlung. Weitere Schwerpunkte sind Wasserbilanzen (Wasserbedarf und Abwasseranfall) und die Bewertung von Abwasserinhaltsstoffen (Abwasserarten, Art von Abwasserinhaltsstoffen, Analytik, Bewertung).</p> <p>Inhaltsübersicht:</p> <p>Einführung in die Abwasserreinigung</p> <p>Wasserkreislauf, Wasserbedarf, Abwasseranfall</p> <p>Abwasserarten, Abwasserinhaltsstoffe, Analytik, Gesetzgebung</p> <p>Mechanische Verfahren (Rechenwerk, Sandfang, Vorklärung, Nachklärung)</p> <p>Biologische Verfahren (Mikrobiologische Grundlagen, Belebtschlammverfahren, Nitrifikation und Denitrifikation, P-Entfernung)</p> <p>Physikalisch chemische Verfahren (Flockung / Fällung, Flotation)</p> <p>Schlammbehandlung (Eindickung, anaerobe und aerobe Schlammstabilisierung)</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden begreifen das Grundlagenwissen zum Thema Abwasserreinigung (Abwasserbilanzen, Wasserkreislauf). Sie kennen die wesentlichen analytischen Abwasserparameter und sind in der Lage, ein Abwasser damit zu bewerten. Sie sind in der Lage, die Grundlagen für die verfahrenstechnischen Prozesse im Bereich der Abwasserreinigung zu beschreiben und zu erläutern. Sie sind fähig, grundlegende Ansätze zur Auslegung der verschiedenen Prozesse zu beschreiben und anzuwenden.</p>

Description / Content English
<p>One topic of the lecture are the different processes used for municipal wastewater treatment. Other topics are water balances (water demand, waste water production) and the assessment of waste water compounds (origins of waste water, waste water characteristics, waste water compounds, analytics, assessment)</p> <p>Contents:</p> <p>Introduction in waste water treatment</p> <p>Water cycle, water demand, waste water production</p> <p>Waste water characteristics, waste water compounds, analytics, law</p> <p>Mechanical processes (screen chamber, grit chamber, primary and final sedimentation)</p> <p>Biological processes (basics of microbiology, activated sludge process, nitrification, denitrification, P-removal)</p> <p>Physical and chemical processes (flocculation / precipitation, flotation)</p> <p>Sludge treatment (sludge thickener, aerobic and anaerobic sludge stabilisation)</p>

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

Students have basic knowledge with regard to the topic waste water treatment. They know the typical analytic wastewater parameters (analytic sum parameters) and know how to assess a wastewater with these parameters. They are able to describe and explain the different treatment processes which are used for municipal waste water treatment and they are able to design the processes basically.

### **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



**Kursname laut Prüfungsordnung****Water - Natural Science Fundamentals****Course title English**

Water - Natural Science Fundamentals

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Klausur (90 min.)

Mündliche Prüfung (30-60 min.)

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

- Einführung,
- übersicht über Prozesse der Wasseraufbereitung,
- Struktur und Eigenschaften von Wasser,
- Wasser als Lösungsmittel,
- Gleichgewichte in wässrigen Systemen,
- Eigenschaften wässriger Lösungen,
- Kohlensäure,
- Kalk-Kohlensäure Gleichgewichte,
- Oxidations- und Reduktionsprozesse,
- Inhaltsstoffe natürlicher Wässer,
- Trinkwasserqualität.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sind in der Lage, die gängigen Prozesse der Wasseraufbereitung zu verstehen. Sie kennen die spezielle Struktur und die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers und sind dazu fähig, die Zusammenhänge bzgl. der Gleichgewichte in wässrigen Systemen, der Gleichgewichte der Kohlensäure sowie bzgl. der Gleichgewichte des Kalk-Kohlensäure-Systems zu verstehen.

**Description / Content English**

- general introduction,
- overview of processes for water treatment,
  - structure and properties of water,
  - water as solvent,
  - equilibria in aqueous systems,
  - properties of aqueous solutions,
  - carbonic acid system,
  - carbonate - carbonic acid systems,
  - oxidation - reduction processes,
  - compounds in natural waters,
  - aspects of drinking water quality.

**Learning objectives / skills English**

Students know the common processes for water treatment. They know special structure of water, the physical / chemical properties of water. Students also able to understand the relationships with regard to equilibria in aqueous systems, with regard to carbonic acid systems and carbonate - carbonic acid systems.

## Literatur

Water Treatment Handbook, Volume 1 and 2

Degrémont, 7th English Edition 2007, ISBN 978-2-7430-0970-0, 978-1-84585-005-0

Lehr- und Handbuch der Wasserversorgung Bd. 6: Wasseraufbereitung – Grundlagen und Verfahren

DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V.

Oldenbourg Industrieverlag München Wien 2004, ISBN 3-486-26365-X

Grombach, P.; Haberer, K.; Merkl, G.; Trüeb, E. U.

Handbuch der Wasserversorgungstechnik

- Oldenbourg Verlag München Wien 1993, ISBN 3-486-26142-8

Stumm, Morgan

Aquatic Chemistry

3rd edition 1996 Wiley New York, ISBN 0-471-51184-6

Benefield, Judkins, Weand

Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment

1982 Prentice Hall London, ISBN 0-13-722975-5

Mark M. Benjamin

Water Chemistry

McGraw-Hill, New York 2002, ISBN 0-07-238390-9

Karl Höll

Wasser – Nutzung im Kreislauf, Hygiene, Analyse und Bewertung

Walter de Gruyter & Co. Berlin 2002, ISBN 3-11-012931-0

**Kursname laut Prüfungsordnung****Water Treatment 1****Course title English**

Water Treatment 1

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Klausur (90 min.)

Mündliche Prüfung (30-60 min.)

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Nach einem Überblick über die verfahrenstechnischen Prozesse und mögliche Kombinationen werden in der Veranstaltung schwerpunktmäßig die Grundlagen zu folgenden verfahrenstechnischen Prozessen behandelt:

Sedimentation

Flockung

Tiefenfiltration, Reaktionsfiltration

Adsorption

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sind fähig, die Grundlagen zum Verständnis für die in der Veranstaltung behandelten verfahrenstechnischen Prozesse im Bereich der Wasseraufbereitung (Trinkwasser, Prozesswasser) zu beschreiben und zu erläutern. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, grundlegende Ansätze zur Auslegung der verschiedenen Prozesse anzuwenden.

**Description / Content English**

After an overview of the treatment processes used for water treatment and different process combinations main focus is on the following treatment processes:

Sedimentation

Flocculation

Deep bed filtration, reaction processes in deep bed filtration

**Learning objectives / skills English**

Students are able to describe and explain the basics and principles of the different processes for water treatment (drinking water, process water) and they know to design the processes basically.

**Literatur**

Sontheimer et. al., Activated Carbon for Water Treatment,  
DVGW&not;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>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Wellentheorie und Welleninduzierte Lasten</b>			
<b>Course title English</b>			
Wave Theory and Wave Loads			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	WS	Deutsch/Englisch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</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 <a href="http://www.coe.berkeley.edu/SurfaceWaves/">http://www.coe.berkeley.edu/SurfaceWaves/</a>
V. Bertram: Practical Ship Hydrodynamics, Butterworth-Heinemann, 2000

**Kursname laut Prüfungsordnung****Werkstoffauswahl für Hochtemperatureinsatz und Leichtbau****Course title English**

Materials for high temperatures and lightweight design

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		

**Prüfungsleistung**

50% schriftliche Prüfung: Fragen zur schriftlichen Beantwortung.

50% Lösen einer Aufgabe zur Werkstoffauswahl mittels der zur Verfügung gestellten Software.

Unterlagen können frei in der Klausur verwendet werden, der Zugang zum Internet ist gestattet, um notwendige Informationen zur Lösung der Aufgaben zu beschaffen. Kommunikation mit anderen Studierenden oder sonstigen Personen ist untersagt.

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Es werden Kriterien und möglichen Strategien für eine gezielte Werkstoffauswahl für warmfeste und hochwarmfeste Anwendungen, sowie für den Leichtbau vorgestellt. Neben den Gebrauchs- und Fertigungseigenschaften sind im Weiteren die sonstigen Eigenschaften, die eine Auswahl beeinflussen, wie Preis, weltweite Verfügbarkeit, Stand der internationalen Normung, etc. Bestandteil der Vorlesung. Die Übung zur Werkstoffauswahl orientiert sich an der Vorgehensweise, wie sie im Buch "Materials Selection in Mechanical Design" von Michael F. Ashby (Butterworth) beschrieben ist. Zu diesem Zweck werden mit Hilfe der entsprechenden Software am Rechner Aufgaben von den Studenten unter Anleitung und selbstständig gelöst.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Veranstaltung hat das Ziel, die notwendigen Kenntnisse zur Auswahl von Werkstoffen für den Einsatz bei erhöhten Temperaturen und für den Leichtbau zu vermitteln. Dabei steht der Zusammenhang zwischen den Gebrauchs- und Fertigungseigenschaften im Vordergrund.

**Description / Content English**

Criteria and possible strategies for a targeted material selection for high-temperature applications and lightweight constructions are presented. In addition to usage and production requirements further properties affecting the selection, including price, worldwide availability, available standards etc. are considered in this lecture. Exercises are structured following the procedures suggested in the book "Materials Selection in Mechanical Design" by Michael F. Ashby (Butterworth). With the use of a database software originally developed by Ashby students solve materials selection tasks on their own computers, under guidance and self-dependently.

**Learning objectives / skills English**

The lecture provides the necessary knowledge for the selection of materials used at elevated temperatures and for lightweight construction. The correlation of usage and manufacturing properties is in particular focus.

**Literatur**

Bürgel; Handbuch Hochtemperaturwerkstofftechnik, Vieweg  
 Schatt; Konstruktionswerkstoffe, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie  
 Budinski; Engineering Materials, Pearson  
 Ashby; Werkstoffe 1 und 2, Elsevier

Ashby; Materials Selection in Mechanical Design, Butterworth

**Kursname laut Prüfungsordnung****Zwei- und dreidimensionale Tragwerke****Course title English**

Two and Three Dimensional Supporting Structures

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Schriftliche Ausarbeitung im Umfang von ca. 15-20 Seiten.

Die Veranstaltung wird abgeschlossen durch eine erfolgreiche Teilnahme an einer 30-60 minütigen mündlichen Prüfung.

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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.

Die Inhalte der Veranstaltung:

Stabilitäts- und Verzweigungsprobleme

- Verzweigung einer Gleichgewichtslage
- Kritische Lasten, Euler-Stäbe, Knickformen

Theorie der Flächentragwerke

- Stoffgleichungen, Kinematik und Gleichgewicht
- Platten- und Scheibengleichung
- Schalentheorie (Membrantheorie)

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).

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Ziel der Veranstaltung ist es, dass die Studierenden das Tragverhalten von Flächentragwerken analysieren und die beschreibenden Gleichungen mittels Näherungsverfahren lösen können.

Die Studierenden

- beherrschen die Herleitung der Platten- und Scheibengleichung,
- können problemorientiert die Gleichungen für verschiedene Randwertprobleme lösen formulieren,
- können das Tragverhalten von Schalen analysieren und
- sind in der Lage Stabilitätsuntersuchungen für Stäbe und zweidimensionale Tragwerke durchzuführen.

**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.