

# Modulbeschreibung

## M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen PO24

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

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

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

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.

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

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| 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. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| 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.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |

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

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

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

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

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

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

In detail the following topics will be addressed:

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

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

The students know all types of adsorbents 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)

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Advanced Corporate Governance              |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Advanced Corporate Governance              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Advanced Corporate Governance              |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Advanced Corporate Governance              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Eulerich, Marc                             |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  |                  |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Business Ethics</li> <li>2. Governance of IT</li> <li>3. Governance of AI</li> <li>4. AI-driven Decision Making in the Board Room</li> </ol>  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Nach erfolgreichem Beenden dieser Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage die Aufgaben und Ziele der verschiedenen Akteure/Säulen der Corporate Governance in der modernen Zeit der technologie-getriebenen Unternehmensführung darzustellen und zu analysieren. Vor dem Hintergrund ausgewählter Modelle erwerben die Studierenden fundierte Kenntnisse über die Funktionsweise und Ziele verschiedener Governance Mechanismen und aktueller Entwicklungen im Kontext von IT und KI. Durch die Integration der verschiedenen Themengebiete Diversity, Ethik und Technologieentwicklung werden die Studierenden befähigt, verschiedene gesellschaftliche Prozesse und technologische Entwicklungen zu hinterfragen und zu prüfen, um so ihre Entscheidungskompetenz zu stärken. Zusätzlich werden die Entscheidungsprozesse von Vorstand und Aufsichtsräten vor dem Hintergrund von KI-generierten Informationen diskutiert. Studierende sind somit in der Lage die Notwendigkeit guter Corporate Governance, auch von Technologie und KI, sowie einer effektiven Internen Revisionsabteilung kritisch zu diskutieren.</p> |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Business Ethics</li> <li>2. Governance of IT</li> <li>3. Governance of AI</li> <li>4. AI-driven Decision Making in the Board Room</li> </ol> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |



After successfully completing this course, students will be able to present and analyze the tasks and objectives of the various actors/pillars of corporate governance in the modern era of technology-driven corporate management. Against the background of selected models, students acquire in-depth knowledge of the functioning and objectives of various governance mechanisms and current developments in the context of IT and AI. By integrating the various topics of diversity, ethics and technology development, students are enabled to scrutinize and examine various social processes and technological developments in order to strengthen their decision-making skills. In addition, the decision-making processes of management and supervisory boards are discussed against the background of AI-generated information. Students are thus able to critically discuss the need for good corporate governance, including technology and AI, as well as an effective internal audit department.

### Literatur

1. Aktuelle Forschungspapiere zum Thema Governance von IT und KI.
2. Welge/Eulerich (2023): Corporate Governance Management, 3. Aufl., Wiesbaden
4. Mintz/Morris, R. E. (2013): Ethical Obligations and Decision Making in Accounting. 3. Aufl. New York: McGraw-Hill Education

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>            |                  |                              |                    |
| Advanced Electronic Workshop for Students        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                      |                  |                              |                    |
| Advanced Electronic Workshop for Students        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>             |                  |                              |                    |
| <b>Advanced Electronic Workshop for Students</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                      |                  |                              |                    |
| Advanced Electronic Workshop for Students        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                             |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Erni, Daniel                                     |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                              | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 1  | W/S              | D/E                          |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                             | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                           |                  |                              |                    |
| Präsentation                                     |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                          |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>       |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Der „Advanced Electronic Workshop for Students“ bietet Unterstützung und entsprechende Praktika zur Unterstützung moderner Fertigungstechnologien für komplexe elektronische Schaltungen auf Leiterplatten (PCBs). Der Laborkurs ist sowohl für Masterstudenten als auch für Studenten mit fortgeschrittenen Kenntnissen im Bereich des Designs elektronischer Schaltungen geeignet. Die „Advanced Electronic Workshop for Students“ bietet auch Arbeitsplätze für eigene fortgeschrittene Projekte sowie die entsprechende Bereitstellung von Konstruktionswerkzeugen, elektronischen Komponenten und Messgeräten. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Fähigkeit zum Entwurf und Bau komplexer analoger und/oder digitaler elektronischer Schaltungen  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| The „Advanced Electronic Workshop for Students“ offers assistance and corresponding lab courses in support of modern fabrication technologies for complex electronic circuits on printed circuits boards (PCBs). The lab course is adapted for Master Students as well as for students with advanced expertise in electronic circuit design. The „Advanced Electronic Workshop for Students“ also provides workplaces for your own advanced projects as well as the corresponding supply of design tools, electronic components and measurement equipment. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| Ability to design and build complex analog and/or digital electronic circuits  |

|                                     |
|-------------------------------------|
| <b>Literatur</b>                    |
| individuell je nach Projektvorhaben |

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Aerosolprozesstechnik                      |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Aerosol Technology                         |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Aerosolprozesstechnik                      |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Aerosol Technology                         |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Schmidt, Frank                             |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Einführung in die Dynamik von flüssigen und festen Partikeln in Gasen. Es werden dabei die aerosol-dynamischen Prozesse Nukleation, Koagulation, Kondensation und der Transport von Partikeln sowie deren Deposition auf angeströmte Oberflächen behandelt. Die technische Um-setzung der Partikelabscheidung wird am Beispiel der Rauchgasreinigung und am Beispiel der Filtration in raumlufttechnischen Anlagen erläutert. Ferner werden experimentelle Methoden zur Bereitstellung von definierten Testpartikeln und unterschiedliche Messmethoden zur Bestimmung der Anzahl- und Größenverteilung luftgetragener Partikel besprochen.</p> <p>Behandelte Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Partikelform, Partikelgrößenverteilung und -anzahlkonzentration</li> <li>- aerosoldynamische Prozesse wie bspw. Koagulation und Kondensation</li> <li>- Partikelbewegung durch Brownsche Diffusion</li> <li>- konvektiver Partikeltransport sowie aufgrund von äußeren Kräften (z.B. Thermophorese)</li> <li>- Abscheidung von Partikeln in Tiefen- sowie Oberflächenfiltern</li> <li>- geeignete Probenahme und mögliche Fehler bei der Konzentrationsmessung</li> <li>- Aerosoldispersiergerätee und -zerstäuber</li> <li>- Messgeräte (u.a. optische Partikelzähler und Mobilitätsanalyatoren)</li> <li>- Anwendungen in der Umwelt- und Raumlufttechnik</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden kennen die unterschiedlichen Transport- und Depositionsmechanismen von Partikeln sowie die grundlegenden aerosoldynamischen Prozesse in der Gasphase. Darüber hinaus können sie die geeigneten experimentellen Methoden zur Erzeugung und Analyse von Aerosolen auswählen und auf technische Anwendungen übertragen.</p>  |

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

Introduction to the dynamics of liquid and solid particles in gases. The aerosol dynamic processes nucleation, coagulation, condensation and the transport of particles as well as their deposition on flowing surfaces are dealt with. The technical implementation of particle separation is explained using the example of flue gas cleaning and the example of filtration in air-conditioning systems. Furthermore, experimental methods for providing defined test particles and different measurement methods for determining number and size distribution of airborne particles are discussed.

Topics covered:

- particle shape, particle size distribution and number concentration
- aerosol dynamic processes such as coagulation and condensation
- particle motion by Brownian diffusion
- convective particle transport and due to external forces (e.g. thermophoresis)
- separation of particles in depth and surface filters
- appropriate sampling and possible errors in concentration measurement
- aerosol dispersers and atomizers
- measuring instruments (e.g. optical particle counters and mobility analyzers)
- applications in environmental and indoor air technology

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

The students know the different transport and deposition mechanisms of particles as well as the basic aerosol dynamic processes in the gas phase. Furthermore, they are able to select the appropriate experimental methods for the generation and analysis of aerosols and to transfer them to technical applications.

### **Literatur**

Hinds, W.C. (1982), Aerosol Technology. John Wiley and Sons, New York  
Friedlander, S.K. (1977), Smoke, Dust, and Haze. John Wiley and Sons, New York

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

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

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

### Learning objectives / skills English

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

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

### Literatur

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

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

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

Stieß, M., Mechanische Verfahrenstechnik, Springer Verlag 1993

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

Hinds W. C., Aerosol Technology, Wiley Sons

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Aktive elektronische Implantate            |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Active Electronic Implants                 |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Aktive elektronische Implantate            |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Active Electronic Implants                 |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Seidl, Karsten                             |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Bei dieser Lehrveranstaltung werden die aktuellen Herausforderungen und Trends bei der Entwicklung von aktiven Implantaten behandelt. D. h., beim System-Design spielen die Komponenten der Schaltungsentwicklung (CMOS-Schaltung, inkl. telemetrische Datenübertragung), der Sensorik (Mikro- und Nanosystemtechnik) und der Aufbau- und Verbindungstechnik (Verkapselung, Bio-Stabilität ...) eine entscheidende Rolle. Hierzu werden die Grundlagen bei der Schnittstelle zwischen der Elektronik und dem degenerierten Gewebe bzw. dem zu untersuchenden Objekt gegeben und die Technik der Neuromodulation vorgestellt. Also der elektrischen und optischen Informationsübertragung durch gezielte Pulse. Gleichzeitig wird die Technik der bidirektionalen Kommunikation vorgestellt, bei dem die elektrische Anregung in Kombination mit der simultanen Erfassung der Gewebe-Aktivitäten vollzogen wird. Insgesamt wird an diversen Fallbeispielen (Retina, Tiefenhirn, Cochlea, ...) der aktuelle Stand der Technik mit den zukünftigen Trends erläutert. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studenten sind fähig zu unterscheiden, welche Anforderungen und Konzepte zur Entwicklung eines Implantats für die unterschiedlichen Applikationen erforderlich sind. Sie erlernen, wie die Elektroden zur elektrischen Anregung und zur Erfassung von Gewebe-Aktivitäten dimensioniert werden und wie die CMOS-Schaltungen aussehen müssen. Sie verstehen die physikalischen Prozesse zur Interaktion mit dem Gewebe (Sensor-/Aktor-Prinzip).   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| This course deals with the current challenges and trends in the development of active implants. This means that the components of circuit design (CMOS circuit, incl. telemetric data transmission), sensor technology (micro- and nanosystem technology) and assembly technology (encapsulation, bio-stability ...) play an important role in system design. For this purpose, the basics at the interface between the electronics and the degenerated tissue are given and the technique of neuromodulation is presented. In other words, the electrical and optical transmission of information is done with well-defined pulses. At the same time the technique of bidirectional communication is presented, in which the electrical excitation is performed in combination with the simultaneous recording of tissue activities. All in all, the current state of the art and future trends will be explained using various case studies (retina, deep brain, cochlea, ...). |

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

The students are able to distinguish which requirements and concepts are necessary to develop an implant for the different applications. They will learn how to dimension the electrodes for electrical excitation and the detection of tissue activity and how the CMOS circuits must look like. They understand the physical processes involved in interaction with the tissue (sensor/actuator principle).

### **Literatur**

P. Cong (ed.), Circuit Design Considerations for Implantable Devices, River Publishers, 2017  
E. Katz (ed.), Implantable Bioelectronics, Wiley, 2014  
R. Pethig (ed.), Introductory Bioelectronics, Wiley, 2013  
G.A. Urban (ed.), BioMEMS, Springer, 2006



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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Die Vorlesung befasst sich mit globalen und lokalen Vibrationen auf maritimen Systemen, 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 maritime systems, 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<br>H. Söding, W. Fricke, G. Jensen: Schiffsvibrationen, Vorlesungsmanuskript, TUHH, 2007<br>J. M. Ross: Human Factors for Naval Marine Vehicle Design and Operation, Ashgate Publishing, 2009<br>D. Gross, W. Hauger, J. Schröder, W.A. Wall: Technische Mechanik – Band 3: Kinetik, Springer, 2006 |

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

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

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

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

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

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

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

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>              |                  |                              |                    |
| Angebotsmanagement für Dienstleistungen und Handel |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                        |                  |                              |                    |
| Supply Management for Services and Retailing       |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>               |                  |                              |                    |
| Angebotsmanagement für Dienstleistungen und Handel |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                        |                  |                              |                    |
| Supply Management for Services and Retailing       |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                               |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Schmitz, Gertrud                                   |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                                | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                               | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  |                  |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                             |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                            |                  |                              |                    |
| Klausur  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>         |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Begriffliche und konzeptionelle Grundlagen</li> <li>2. Leistungs- und Leistungsprogrammpolitik</li> <li>3. Ausstattungspolitik</li> <li>3. Preispolitik</li> </ol>  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die einzelnen Entscheidungsfelder und Handlungsparameter der Leistungs- und Leistungsprogrammpolitik, der Ausstattungspolitik sowie der Preispolitik im Dienstleistungsbereich und Handel zu beschreiben und zu erläutern,</li> <li>- vorhandene theoretische Erkenntnisse zur zielführenden Entscheidungsfindung im Rahmen der Leistungs- und Leistungsprogrammpolitik, der Ausstattungspolitik sowie der Preispolitik im Dienstleistungsbereich und Handel zu nennen und zu nutzen,</li> <li>- Entscheidungshilfen zur methodischen Unterstützung der zielführenden Gestaltung der Leistungen und des Leistungsprogramms, der Ausstattung sowie des Preises im Dienstleistungsbereich und Handel zu beschreiben, zu erklären und anzuwenden.</li> </ul> |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>        |
|   |
| <b>Learning objectives / skills English</b> |
|   |

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

1. Berman, B./Evans, J.R./Chatterjee, P. (2017), Retail Management, 13th ed., New Jersey.
  2. Bruhn, M./Meffert, H./Hadwich, K. (2018), Dienstleistungsmarketing: Grundlagen, Konzepte, Methoden, 9. Aufl., Wiesbaden.
  3. Corsten H./Roth, H. (Hrsg.) (2016), Handbuch Dienstleistungsmanagement, München.
  4. Levy, M./Weitz, B.A./Grewal, D. (2022), Retailing Management, 11th ed., New York.
  5. Swoboda, B./Foscht, T./Schramm-Klein, H. (2019), Handelsmanagement: Offline-, Online- und OmnichannelHandel, 4. Aufl., München.
  6. Wirtz, J./Lovelock, C. (2022), Services Marketing: People, Technology, Strategy, 9th ed., New Jersey. 7. Zeithaml V.A./Bitner M.J./Gremler, D.D. (2023), Services Marketing: Integrating Customer Focus Across the firm, 8th ed., New York.
- Leistungsnachweis: Klausur, Dauer: 60 Minuten

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

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

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

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

H. Herwig: Strömungsmachnik, 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.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Anlagen- und Energiewirtschaft             |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Asset and Energy Management                |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Anlagen- und Energiewirtschaft             |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Asset and Energy Management                |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Geldermann, Jutta                          |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>In dieser Vorlesung werden Methoden zur techno-ökonomischen und ökologischen Bewertung von industriellen Anlagen behandelt. Neben Methoden zur Kosten- und Investitionsschätzung wird insbesondere ein Schwerpunkt auf die Bewertung der Nachhaltigkeit von Produkten und Produktionsprozessen mittels der Ökobilanzierung gelegt.</p> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kosten- und Investitionsschätzung von Anlagen</li> <li>- Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung und Ökobilanzierung</li> <li>- Mehrzielentscheidungsanalyse in der Anlagenwirtschaft</li> <li>- Anlagenplanung, Kapazitätsplanung und Verfahrenswahl</li> <li>- Grundlagen der Energiewirtschaft</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die Aufgaben der Anlagen- und Energiewirtschaft,</li> <li>- können Investitions- und Kostenschätzungsverfahren anwenden,</li> <li>- können Massen- und Energiebilanzen mithilfe von Ökobilanz-Software erstellen und die Ergebnisse kritisch diskutieren.</li> </ul>  |

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



The lecture provides methods for the techno-economic and ecological assessment of industrial plants. In addition to methods for cost and investment estimation, particular emphasis is given to the assessment of the sustainability of products and production processes by means of life cycle assessment (LCA).

Contents:

- Methods for cost and investment estimation of plants
- Methods of sustainability assessment and life cycle assessment (LCA)
- Multi Criteria Decision Analysis
- Plant planning, capacity planning and process selection
- Fundamentals of energy management

### Learning objectives / skills English

The students

- know the tasks of plant and energy management
- can apply investment and cost estimation methods
- can set up mass and energy balances with the help of life cycle assessment (LCA) software and critically discuss the results
- know the main features of the energy industry

### Literatur

Vorlesungsskript Anlagen- und Energiewirtschaft

Geldermann, J.: Anlagen- und Energiewirtschaft - Kosten- und Investitionsschätzung sowie Technikbewertung von Industrieanlagen. Vahlen, München, 2014

Klöpffer, W.; Grahl, B.: Ökobilanz (LCA): Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf, Wiley-VCH, 2009

Frischknecht, R.: Lehrbuch der Ökobilanzierung, Springer Spektrum Berlin, Heidelberg, 2020

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

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

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

## Literatur

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Antennas for Communications                |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Antennas for Communications                |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Antennas for Communications</b>         |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Antennas for Communications                |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Rennings, Andreas                          |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D/E                          |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Die Wahlveranstaltung „Antennen“ wird in englischer Sprache angeboten als „Antennas for Communications“ gemeinsam für Studierende der Studiengänge EIT und ISE.<br>Die Veranstaltung führt ein in die theoretischen Grundlagen von Antennen für Hochfrequenz- und Mikrowellen-Systeme: Insbesondere wird nach Einführung von Grundbegriffen der Antennentechnik die Abstrahlung von elementaren Strahlern feldtheoretisch abgeleitet, die Gruppencharakteristiken von linearen und planaren Elementgruppen abgeleitet und als Anwendung praktische Antennen diskutiert. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden sind in der Lage die Grundkonzepte der Antennentechnik auf praktische Fragestellungen der Systemtechnik anzuwenden, insbesondere geeignete Antennenformen vorzuschlagen, deren Eigenschaften zu umreißen und näherungsweise quantitativ zu bestimmen.  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| The elective course in „Antennas for Communications“ is held for students both of ISE and the EIT programs. The lecture and exercises introduce the theoretical fundamentals of antennas for Radio Frequency and Microwave systems: In particular, after the introduction of basic antenna related terms, the radiation from elementary radiators is studied using electro-magnetic field theory. The theoretical characteristics of array antennas is studied and applications to practical antenna designs are explained and analyzed. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| The students are able to apply fundamental antenna concepts to practical problems of RF- and Microwave systems. In particular, students are able to propose suitable antenna types, describe the properties of chosen antenna types and give approximate quantitative performance characteristics.   |

## Literatur

1. Balanis, Constantine: Antenna Theory, 3rd edition, John Wiley&Sons, 2005
2. Jasik, Henry: Antenna Engineering Handbook, 1st edition, McGraw-Hill, 1981
3. Kraus, John: Antennas for all applications, 3rd edition, McGraw-Hill, 2003

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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Elektrische und fluidische Aktoren, Linearaktoren, Rotatorische Aktoren, Modellbildung Aktorik, Hydraulische Anlagen und Komponenten, Wirkungsgrad, Vergleich der Antriebskonzepte.   |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Antriebstechnik ist eine moderne und grundlegende Ingenieurdisziplin. Die Umsetzung von Kräften und Momenten, von translatorischen und rotatorischen Bewegungen erfolgt mit Hilfe konventioneller und unkonventioneller Aktorik. Die Veranstaltung Antriebstechnik konzentriert sich auf die Darstellung eines Überblicks der Antriebsprinzipien, der zugrundeliegenden Effekte, prinzipieller praktischer Realisierung sowie der Berechnung des Leistungs- und dynamischen Verhaltens.<br>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. |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| Electrical and fluidic actuators, linear actuators, Rotary actuators, modeling of actuators, hydraulic systems and components, efficiency, comparison of drive concepts  |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| 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.<br>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. |

## Literatur

Janocha, H.: Actuators, Springer 2004.

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

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

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

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

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



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

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

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

Course Topics:

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

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

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

### **Literatur**

Vorlesungsskript (online)

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

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

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

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

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

H. Herwig: Strömungsmachnik, 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.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Applied Microeconomics                     |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Applied Microeconomics                     |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Applied Microeconomics                     |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Applied Microeconomics                     |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Taubе, Markus                              |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  |                  |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nicht-kooperative Spieltheorie</li> <li>2. Die institutionelle Wende in der Ökonomie</li> <li>3. Die Ökonomie des Vertrauens</li> </ol>   |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Nach erfolgreichem Beenden dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fundamentale Ordnungsprinzipien der ökonomischen Interaktion zu verstehen und zu analysieren,</li> <li>- spieltheoretisch motivierte Analysen ökonomischer Sachverhalte durchzuführen und</li> <li>- die Ausgestaltung spezifischer institutioneller Arrangements der ökonomischen Interaktion zu analysieren und zu evaluieren.</li> </ul> |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Non-Cooperative Game-Theory</li> <li>2. The institutional Turn in Economics</li> <li>3. The Economics of Trust</li> </ol>  |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| <p>After successfully completing this module, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand and analyze fundamental ordering principles of economic interaction,</li> <li>- carry out game theory-motivated analyses of economic issues and</li> <li>- analyze and evaluate the design of specific institutional arrangements of economic interaction.</li> </ul> |

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

1. Carmichael, Fiona (2005): A Guide to Game Theory, (Harlow et al.: Prentice Hall).
2. Osborne, Martin, Eric (2004): An Introduction to Game Theory, (Oxford-New York: Oxford Univ. Press).
3. Holt, Charles (2007): Markets, Games, & Strategic Behaviour,(Harlow et al.: Prentice Hall).
4. Gächter, Simon (2004): Behavioral Game Theory, in: Derek J. Koehler, Nigel Harvey (eds.) Blackwell Handbook of Judgment and Decision Making, Blackwell Publishing Ltd.
5. Greif, Avner (2006): Institutions and the Path to the Modern Economy. Lessons from Medieval Trade, (New York: Cambridge University Press)

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

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

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

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

### Literatur

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

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

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

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                          |                  |                              |                    |
| Ausgewählte technische Grundlagen der Transportlogistik        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                    |                  |                              |                    |
| Selected Technical Fundamentals of Transport Logistics         |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                           |                  |                              |                    |
| <b>Ausgewählte technische Grundlagen der Transportlogistik</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                    |                  |                              |                    |
| Selected Technical Fundamentals of Transport Logistics         |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>   |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Kracht, Frederic; Neugebauer, Jens; Noche, Bernd               |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>  |                  |                              |                    |
| Klausur  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Vorlesung vermittelt fundierte Kenntnisse über die technischen Aspekte und Prozesse der Transportlogistik. Der Fokus liegt auf der Analyse und Optimierung logistischer Systeme und deren technischer Infrastruktur. Es werden verschiedene Transportarten, Technologien und technische Systeme behandelt, die in der Logistik eine zentrale Rolle spielen.</p> <p>Behandelte Themen u.a.:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Übersicht Verkehrsträger der Transportlogistik und deren Bedeutung</li> <li>2. Technikrends und deren Auswirkung auf die Transportlogistik</li> <li>3. Schiffstechnik und –betrieb</li> <li>4. Automobiltechnik und Transportbetrieb</li> <li>5. Automatisierung und Assistenzsysteme</li> </ol> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierende sind in der Lage die technischen Grundlagen und Systeme der Transportlogistik zu verstehen und anzuwenden, logistische Prozesse durch den Einsatz geeigneter Technologien zu optimieren, die Rolle von Informations- und Kommunikationstechnologien in der modernen Transportlogistik zu erkennen und zu nutzen.</p>  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| <p>The lecture provides in-depth knowledge of the technical aspects and processes of transport logistics. The focus is on the analysis and optimization of logistics systems and their technical infrastructure. Various types of transport, technologies and technical systems that play a central role in logistics are covered.</p> <p>Contents include</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Overview of modes of transport logistics and their significance</li> <li>2. Technology trends and their impact on transport logistics</li> <li>3. Ship technology and operation</li> <li>4. Automotive technology and transport operations</li> <li>5. Automation and assistance systems</li> </ol> |



### Learning objectives / skills English

Students are able to understand and apply the technical fundamentals and systems of transport logistics, optimize logistical processes using appropriate technologies, and identify and utilize the role of information and communication technologies in modern transport logistics.

### Literatur

Pfaff M. (2022). Schiffsbetriebstechnik. 3 Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.  
Koether, R.; Kleemann, F. C. (2024). Distributionslogistik, p.191-221. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.  
H. Martin (2021). Technische Transport- und Lagerlogistik, p.61-185. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.  
Clausen U., Geiger C. (2013). Verkehrs- und Transportlogistik. 2 Aufl. Springer.  
Linke R. (2014). Optimierung der externen Transportkosten: Methoden zur Kosteneinsparung in der Distributionslogistik. Diplomica Verlag.

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>           |                  |                              |                    |
| Auslegung und Sicherheit von Gasphasenprozessen |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                     |                  |                              |                    |
| Design and safety of gas-phase processes        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>            |                  |                              |                    |
| Auslegung und Sicherheit von Gasphasenprozessen |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                     |                  |                              |                    |
| Design and safety of gas-phase processes        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                            |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Wiggers, Hartmut                                |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                             | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                            | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   |                  |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                          |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                         |                  |                              |                    |
| Hausarbeit                                      |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>      |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Das Modul besteht aus einer Lehrveranstaltung mit Vorlesung und einem Seminar. Die Veranstaltung führt ein in die Auslegung von Gasphasenprozessen mit den Schwerpunkten Gasphasensynthese und Gasphasenabscheidung. An ausgewählten Beispielen wird die verfahrens- und sicherheitstechnische Auslegung von Gasphasenprozessen erläutert. Die Veranstaltung zielt insbesondere darauf ab, auf Basis ausgewählter Reaktionen und ihrer Prozessbedingungen (Thermodynamik und Kinetik von Gasphasenreaktionen, Massenströme, Umsatz, Trennung...) ein geeignetes Anlagendesign zu entwickeln und sicherheitstechnisch zu hinterfragen. Dabei kommen etablierte Methoden aus der chemischen Verfahrenstechnik (Erstellung von R&I- Fließbildern, Gefahrenanalyse mittels PAAG) zum Einsatz. Die gesetzlichen Vorgaben (Betriebssicherheitsverordnung, Gefährdungsbeurteilungen) wie sie sowohl im Hochschul-Bereich wie auch bei Aufbau und Betrieb von Industrieanlagen Anwendung finden, werden dargestellt. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden sind nach aktivem Besuch der Veranstaltungen in der Lage, verfahrenstechnische Anlagen für Gasphasenprozesse auszulegen, diese anhand von R&I Fließbildern darzustellen und auf ihre Gefährdungen hin zu untersuchen. Sie sind in der Lage, Gefahrenanalysen nach PAAG/HAZOP durchzuführen, Gefährdungen zu erkennen, Risiken durch geeignete Lösungen zu vermeiden und diese kritisch zu hinterfragen. Sie sind über die gesetzlichen Bestimmungen basierend auf der Betriebssicherheitsverordnung informiert und haben gelernt, diese auf Beispiele aus der Praxis anzuwenden.  |

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

The module consists of a course with a lecture and a seminar. The course introduces the design of gas-phase processes, with a focus on gas-phase synthesis and gas-phase deposition. The process and safety-related design of gas-phase processes is explained using selected examples. The aim of the course is to develop a suitable plant design based on selected reactions and their process conditions (thermodynamics and kinetics of gas-phase reactions, mass flows, conversion, separation...) and to question it from a safety perspective. In doing so, established methods from chemical process engineering (creation of Piping & Instrumentation (P&I) diagrams, hazard analysis using HAZOP/PAAG) are used. The legal requirements (industrial safety regulations, risk assessments) as applied in both the university sector and in the construction and operation of industrial plants are presented.

### Learning objectives / skills English

After actively attending the lectures, students are able to design process engineering plants for gas phase processes, to present them using P&I diagrams and to examine them for hazards. They are able to carry out hazard analyses according to PAAG/HAZOP, to recognize hazards, to avoid risks by suitable solutions and to critically question them. They are informed about the legal requirements based on the Industrial Safety Regulation and have learned to apply these to practical examples.

### Literatur

„Technische Chemie“, Baerns, Manfred, 2013, ISBN 978-3-527-33072-0  
„Risikomanagement nach ISO 31000: Risiken erkennen und erfolgreich steuern“, Weis, Udo, 2009, ISBN 978-3-8276-2967-8  
Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)  
Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)  
Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Automobile Produktionstechnik              |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Automotive Production Technology           |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Automobile Produktionstechnik</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Automotive Production Technology           |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Friedrich, Martin; Kleszczynski, Stefan    |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Schwerpunkt der Veranstaltung ist die Wissensvermittlung zu Themen wie Angebotserstellung und -bearbeitung, Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Montage sowie Produktionsstrategien spezialisiert auf die Bedarfe der Automobilindustrie.<br>Dabei werden sowohl die Optimierung bestehender Produktionsprozesse als auch innovative Produktionskonzepte thematisiert. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden sind fähig, das Ziel der Produktionstechnik aufzuzeigen und methodische Vorgehensweisen zur Umsetzung zu beschreiben. Die Studierenden sind in der Lage, die theoretischen Inhalte der Produktionstechnik anzuführen. Die Studierenden können den ausführenden Teil der Produktionstechnik erläutern und die Verbindung zur anwendenden Praxis herstellen.         |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The course focuses on imparting knowledge on topics such as preparing and processing quotations, design, work preparation, production and assembly as well as production strategies specializing in the needs of the automotive industry. The optimization of existing production processes as well as innovative production concepts are discussed.strategies. One tool of production technology is the simulation. By means of this tool, technology processes can be analyzed and revised. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| The students are able to identify the purpose of the production technology and to describe the proceeding for implementation. They can present the theoretical contents of the production technology. The students get the ability to illustrate the executive part of the production technology and to connect it to practical applications.   |

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

Eversheim, W.: Organisation in der Produktionstechnik, Band 1-4. VDI-Verlag, Düsseldorf 1998

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Automobilelektronik                        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Automotive Electronics                     |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Automobilelektronik                        |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Automotive Electronics                     |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Pelz, Georg                                |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Elektronik spielt im Automobil heute schon eine überragende Rolle. Kaum eine Innovation der letzten 30 Jahre wäre ohne Elektronik vorstellbar. Mit den aufkommenden Hybrid- und Elektrofahrzeugen wird die Bedeutung der Automobilelektronik nochmals deutlich zulegen. Die Vorlesung illustriert dies anhand diverser Beispiele, wobei die vier großen Anwendungsfelder der Automobil-Elektronik (Antrieb, Sicherheit, Komfort und Infotainment) berücksichtigt werden. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf den Hybrid- und Elektrofahrzeugen. Zusätzlich werden im Rahmen der Vorlesung die Kompetenzen angesprochen, die in den einzelnen Pflichtveranstaltungen des Moduls Elektrotechnik vermittelt werden. Weiterhin wird die Vorlesung diverse Schaltungs- und Systemkonzepte vorstellen, auf den Entwicklungsablauf und die zugehörige Methodik eingehen, die Abhängigkeiten von Elektronik, Mechanik und Software im Auto illustrieren, besonderen Wert auf die Randbedingungen des industriellen Umfeldes legen. Die Übung zur Vorlesung ist als Konzeptstudie ausgestaltet, und beschäftigt sich mit der Elektrifizierung des Antriebs eines klassischen Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die grundlegenden Komponenten der automotiven Elektronik und die Architekturen der aus diesen Komponenten entwickelten Steuergeräte und Systeme.</li> <li>- verstehen die Automobilelektronik als Teil eines heterogenen Gesamtsystems mit einer Vielzahl von Domänen (Digitalelektronik, Analogelektronik, Software, Mechanik, Thermik, etc.)</li> <li>- gewinnen einen Überblick über die Strukturen der Automobilindustrie und die Formen der Kooperation entlang der Wertschöpfungskette.</li> </ul>   |

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

Electronics today already plays a major role in the automotive arena. Almost all innovations in the last 30 years depend on the availability of suitable electronics. With the upcoming hybrid and electric cars, the prevalence of electronics in cars will even rise. The lecture illustrates this through a plethora of examples, taking into account the four major application fields (propulsion, safety, comfort and infotainment). Here, a special focus is put on hybrid and electric cars. Moreover, the lecture shows a variety of circuit and systems concepts, covers the design flow and the underlying methodology, elaborates on the dependencies between electronics, mechanics and software, puts a special emphasis on how this works out in an industrial environment. The exercise is dealing with a concept study and covers the electrification of the drive train of a classical car with combustion engine.

### Learning objectives / skills English

The students

- know the basic components of automotive electronics and the architectures of the electronic control units and automotive systems built thereof
- understand the automotive electronics as a constituent of a heterogeneous system comprising multiple domains (digital electronics, analog electronics, software, mechanics, thermal etc.)
- get a general idea on the automotive industry and the forms of cooperation along the value chain.

### Literatur

- [1] Ronald K. Jurgen, Automotive Electronics Handbook, McGraw-Hill
- [2] Richard Stone, Jeffrey K. Bell, Automotive Engineering Fundamentals, SAE International
- [3] Bosch - Kraftfahrtechnischen Taschenbuch, Vieweg
- [4] Georg Pelz, Mechatronic Systems - Modelling and Simulations with HDLs, Wiley

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                                   |                  |                              |                    |
| Autonome Systeme (Labor)  |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>   |                  |                              |                    |
| Autonomous Systems (Lab)  |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                                    |                  |                              |                    |
| <b>Autonome Systeme (Labor)</b>   |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>   |                  |                              |                    |
| Autonomous Systems (Lab)  |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Bruckmann, Söfker, Schiffers, Nagarajah, el Moctar, Witt NF, Schramm NF |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|   |                  |                              | 4                  |
| <b>Studienleistung</b>  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>   |                  |                              |                    |
| Referat und Klausur oder Mündliche Prüfung                              |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                              |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Studierende können aus einem Katalog von Projektangeboten der ‚Autonome Systeme‘-bezogenen Lehrstühle Mechanik, Mechatronik, Regelungstechnik und Systemdynamik, Schiffstechnik, Fertigungstechnik, Produktentwicklung und Konstruktion/Kunststoffmaschinen geeignete Projekte auswählen. Projektangebote können über die nachstehenden Varianten realisiert werden:</p> <p>(1) Interdisziplinäre Teamprojekte mit einem Umfang von 3 SWS, in denen Studierende in Teams von ca. 3-5 Teilnehmer:innen mit unterschiedlichen Spezialdisziplinen (z. B. Mechanik, Steuerungs- und Regelungstechnik, Systemdynamik, Maschinelles Lernen, Komplexe Filterung, Objekterkennung, Sensorik, Informatik, Mechatronik, Fahrzeugführung, Prozessführung, Maschinendiagnose) eine technische Lösung eines komplexen Problems gemeinsam bearbeiten, lösen, in Betrieb nehmen und dokumentieren. Neben einer Zielsetzung mit hohem Motivationsgrad wird hier der Umgang mit modernster industrieller Technologie erlernt.</p> <p>(2) Auswahl von 3 Praktikumseinheiten à 1 SWS aus den Angeboten der Lehrstühle. Solche Praktikumseinheiten können Zusammenstellungen von Einzelversuchen sein oder aus Begleitpraktika bestehen, die neben der Vorlesung und Übung für einzelne Fächer angeboten werden.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Studierende erlernen anhand von ausgewählten praktischen Problemstellungen aus dem Autonome Systeme-Kontext den Umgang mit modernen Methoden der Sensorik, Aktorik, Sensordatenverarbeitung, des Maschinellen Lernens, der Sensor- und Informationsfusion, der Realisierung komplexerer Automatisierungssysteme unter Einschluß von KI-basierten Komponenten an konkreten Beispielen aus dem Feld. Dabei findet ein Teil der Arbeiten an Prüfständen statt, so dass eine Hardware-Erfahrung sichergestellt werden kann.</p>  |

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



Students can select suitable projects from a catalog of projects offered by the 'Autonomous Systems'-related Chairs of Mechanics, Mechatronics, Control Engineering and System Dynamics, Maritime Engineering, Production Engineering, Product Development and Design/Plastic Machines. Project offers can be realized via the following variants:

(1) Interdisciplinary team projects with a scope of 3 SWS, in which students work together in teams of approx. 3-5 participants with different special disciplines (e.g. mechanics, control engineering, system dynamics, machine learning, complex filtering, object recognition, sensor technology, computer science, mechatronics, vehicle control, process control, machine diagnostics) on a technical solution to a complex problem, solve it, put it into operation and document it. In addition to a highly motivating objective, students learn how to work with the latest industrial technology.

(2) Selection of 3 practical units of 1 SWS each from the courses offered by the chairs. Such practical units can be compilations of individual experiments or consist of accompanying practicals that are offered alongside the lecture and tutorial for individual subjects.

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

Using selected practical problems from the autonomous systems context, students learn how to use modern methods of sensor technology, actuator technology, sensor data processing, machine learning, sensor and information fusion, the realization of complex automation systems including AI-based components using concrete examples from the field. Part of the work is carried out on test benches, so that hardware experience can be guaranteed.

### **Literatur**

Projekt- bzw. Versuchsbeschreibungen mit weiterführenden Literaturangaben

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                |                  |                              |                    |
| Bedeutung des Rauschens in der Kommunikationstechnik |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                          |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                 |                  |                              |                    |
| Bedeutung des Rauschens in der Kommunikationstechnik |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                          |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                 |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Jung, Peter  |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                 | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                               |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                              |                  |                              |                    |
| Klausur  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>           |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die Vorlesung gliedert sich in folgende Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausgewählte historische Meilensteine bei der Erforschung des Rauschens</li> <li>- Rauschen als natürliches Phänomen (elektrische Schwankungserscheinungen; Ursache des thermischen Widerstandsrauschens; Reibung und Brownsche Bewegung der Elektrizität; Schrotrauschen)</li> <li>- Thermodynamische Hintergründe (Wahrscheinlichkeitsrechnung; Entropie und ihr Maximum im thermodynamischen Gleichgewicht)</li> <li>- Autokorrelationsfunktion und Satz von Wiener und Chintchin</li> <li>- Einfluss der Dämpfung durch Reibung auf das Aussehen und die Lage einer Spektrallinie</li> <li>- Zusammenhang zwischen Poissonverteilung und Exponentialverteilung</li> <li>- Mathematische Beschreibung des thermischen Widerstandsrauschens (Drudesches Modell; Langevinsche Gleichung und „Bewegungsgleichung“ des elektrischen Stroms; Leiter als eindimensionaler schwarzer Strahler; Planck-Verteilung, Nullpunktsenergie und Satz von Nyquist; spektrale Störleistungsdichte bei Leistungsanpassung und „verfügbare“ Rauschleistung; mittelwertfreie Normalverteilung der Rauschamplitude; mittlere Gesamtrauschleistung)</li> <li>- Thermisches Widerstandsrauschen in Schaltungen</li> <li>- Messtechnische Erfassung des thermischen Widerstandsrauschens</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verständnis physikalischer Grundlagen des thermischen Widerstandsrauschens und des Schrotrauschens</li> <li>2. Verständnis des Unterschiedes zwischen thermischen Rauschspannungen und deterministischen Spannungen in Schaltungen.</li> </ol>  |

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

The lecture is divided into the following topics:

- Selected historical milestones.
- Noise as a natural phenomenon (electrical fluctuation phenomena; cause of thermal resistance noise; friction and Brownian motion of electricity; shot noise)
- Thermodynamic background (probability theory; entropy and its maximum at thermodynamic equilibrium)
- Autocorrelation function and the Wiener-Khintchine theorem
- Influence of friction/damping on shape and position of a spectral line
- Relationship between Poisson and exponential distributions
- Mathematical description of thermal resistance noise (Drude's model; Langevin's equation and „equation of motion“ of electric current; conductor as one-dimensional black body; Planck's distribution, zero-point energy and Nyquist's theorem; spectral noise power density with power matching and „available“ noise power; zero-mean Gaussian distribution of noise amplitude; total mean noise power)
- Thermal resistance noise in circuits
- Thermal resistance noise measurements

### Learning objectives / skills English

1. Understanding of the physical principles of thermal resistance noise and shot noise
2. Understanding the difference between thermal noise voltages and deterministic voltages in circuits

### Literatur

Jungfleisch, A.: Ursache und mathematische Beschreibung des thermischen Widerstandsrauschens. Düren: Shaker, 2022 (ISBN 978-3-8440-8726-0).

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>          |                  |                              |                    |
| Betriebsmittel der Hochspannungstechnik        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                    |                  |                              |                    |
| High Voltage Devices                           |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>           |                  |                              |                    |
| <b>Betriebsmittel der Hochspannungstechnik</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                    |                  |                              |                    |
| High Voltage Devices                           |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                           |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Hirsch, Holger                                 |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                            | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                           | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                         |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                        |                  |                              |                    |
| Portfolioprüfung (80% Klausur, 20% Praktikum)  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Die Veranstaltung wendet die Grundlagenkenntnisse zur Hochspannungstechnik auf Betriebsmittel der Hochspannungstechnik an. Neben den Konstruktionselementen von Transformatoren, Teilern, Durchführungen, Ausleitungen und Hoch- und Mittelspannungsschalter werden Leitungen und deren transientes Verhalten diskutiert. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden sind in der Lage, hoch-spannungstechnische Geräte zu analysieren und zu entwickeln. Sie beurteilen die Wirksamkeit konstruktiver Elemente und das Verhalten von Isolierstoffen in komplexen Geräten.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The course focus on application of the fundamentals of high voltage engineering for devices used in high voltage apparatus. Besides construction elements of transformers, dividers, bushings and switches transport lines and their transient behaviour will be discussed. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| The students are able to analyse and develop high voltage apparatus. They assess the effectiveness of construction elements and the behaviour of insulation materials in complex devices.   |

|  |
|--|
| <b>Literatur</b>   |
| E.Kuffel, W.S.Zaengl, J.Kuffel: High Voltage Engineering: Fundamentals, Newnes, 2005<br>M.Beyer, W.Boeck, K.Möller: Hochspannungstechnik: Theoretische und praktische Grundlagen, Springer, 2006<br>A.J.Schwab: Begriffswelt der Feldtheorie, Springer, 1998 |

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

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

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

### Description / Content English

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

Syllabus:

Lecture and problem session:

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

Demonstration of a typical experiment in the lab.

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

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

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

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

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

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

Laboratory (Fluorescence imaging in a turbulent jet):

Review literature

Set up experiment

Acquire, process, and evaluate data

Write report

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Bioelectromagnetics                        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Bioelectromagnetics                        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Bioelectromagnetics</b>                 |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Bioelectromagnetics                        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Erni, Daniel                               |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D/E                          |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur oder Hausarbeit                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>In dieser Lehrveranstaltung des zweiten Semesters werden die Grundlagen der Wechselwirkung zwischen elektromagnetischen Felder und biologischen/organischen Strukturen vermittelt. Dies beinhaltet zum einen die quantitative Behandlung biologischer Gewebemodelle (als komplexe randomisierte Komposit-Strukturen) und zum anderen die numerischen und experimentellen Methoden zur Analyse von Immissions- und Emissionsszenarien. Besonderer Wert wird hier auf die Betrachtung der Ursache, Wirkung und Gesetzmäßigkeiten der Wechselwirkungsmechanismen gelegt, sowie auf ein anschauliches Verständnis der abgeleiteten sicherheitsrelevanten Aspekte (Dosimetrie im Kontext nichtionisierender Strahlung). Dies wird anhand der typischen technischen Szenarien erarbeitet: Die elektrische Energieversorgung mit ihren niederfrequenten Feldern und hinsichtlich der hochfrequenten Strahlungsfelder der drahtlosen Kommunikation. Zur erweiterten Betrachtung gehören auch sozio-technische Aspekte wie Regulation durch entsprechende Grenzwerte und die Verhandlung möglicher Risiken (z.B. bei der Mobilkommunikation) und deren unterschiedliche Wahrnehmung. Letzteres am Beispiel von sozialen Gegenbewegungen Mitte der 90er Jahre im Kontext der „Grassroot Electromagnetics“. Die Vorlesung beinhaltet die folgenden Themenstellungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nichtionisierende elektromagnetische Felder in der Biosphäre</li> <li>– Elektromagnetische Felder in der öffentlichen Wahrnehmung</li> <li>– Regulationen und Grenzwerte</li> <li>– Feldgrößen</li> <li>– Das biologische Substrat (Gewebemodelle)</li> <li>– Wechselwirkungsszenarien</li> <li>– Computational bioelectromagnetics</li> <li>– Experimental electromagnetic field exposure assessment</li> <li>– Aktuelle Forschungsfelder im Rahmen von Bioelectromagnetics</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |

Neben der vertieften Behandlung exogener und endogener elektromagnetischer Wechselwirkungen werden die Studierenden in dieser Lehrveranstaltung befähigt, technische, biologische und soziale Konsequenzen dieser elektromagnetischen Wechselwirkung zu beurteilen und im Rahmen einer kleinen Projektarbeit auch quantitativ zu bewerten. Die Studierende sind zudem in der Lage die aktuellen Problem- und Forschungsfelder im Rahmen der Bioelectromagnetics zu benennen.

### Description / Content English

This second term course on Bioelectromagnetics is devoted to the basic interactions between electromagnetic fields and biological/organic structures. This includes the analysis of electromagnetic tissue models (based on randomized layered composite structures) as well as numerical and experimental methods for the quantitative assessment of both, emission and immission scenarios with a distinct emphasis on cause and effect of these interactions together a fine grasp on safety-related issues (i.e. the dosimetry of non-ionizing radiation). The courses will address typical technical settings such as low-frequency field emission in electrical power transmission and the RF emission in mobile communications. An extended view on electromagnetic interactions is then provided looking at socio-technical aspects such as e.g. regulation and standardization issues (i.e. safety values) and the public negotiation strategies of potential risks in the context of mobile communications that is mainly fuelled by the different risk perception. Illustrative examples will be given along the counterculture of grassroots electromagnetics in the mid nineties. The lecture includes the following topics:

- Non-ionizing electromagnetic fields in the biosphere
- Fields in the general public
- Regulations and standards
- Figures of fields
- The biological substrate
- Interaction scenarios
- Computational bioelectromagnetics
- Experimental electromagnetic field exposure assessment
- Current research in bioelectromagnetics

### Learning objectives / skills English

Based on this course the students are capable to provide an expert view on exogenous and endogenous electromagnetic interactions. In the framework of a corresponding class project they will be qualified to name and validate the technical, biological and social consequences of these interactions. The students are also capable to name the essential problem areas of bio-electromagnetic interactions together with the trends and activities in current research on Bioelectromagnetics.

### Literatur

- J. Fröhlich, S. Huclova, C. Beyer, and D. Erni, book chapter 12 „Accurate multi-scale skin model suitable for determining sensitivity and specificity of changes of skin components,“ pp. 353-394, in Computational Biophysics of the Skin, Bernard Querleux (Ed.), Singapore: Pan Stanford Publishing Pte. Ltd., (ISBN-978-981-4463-84-3), 2014.
- S. Huclova, D. Erni, and J. Fröhlich „Modeling and validation of dielectric properties of human skin in the MHz region focusing on skin layer morphology and material composition,“ J. Phys. D: Appl. Phys., vol. 45, no. 2, pp. 025301-1–17, Jan. 18, 2012.
- S. Huclova, D. Erni, and J. Fröhlich, „Modelling effective dielectric properties of materials containing diverse types of biological cells,“ J. Phys. D: Appl. Phys., vol. 43, no. 36, pp. 365405–1-10, Sept. 15, 2010.
- K. Jerbic, J. T. Svejda, B. Sievert, A. Rennings, J. Fröhlich, and D. Erni, „The importance of subcellular structures to the modeling of biological cells in the context of computational bioelectromagnetics simulations,“ Bioelectromagnetics, vol. 44, no. 1-2, pp. 26-46, Jan.-Feb., 2023.
- Peter Stavroulakis, Biological Effects of Electromagnetic Fields. Berlin: Springer-Verlag, 2003.
- Frank S. Barnes, Ben Greenbaum, (eds.), Biological and Medical Aspects of Electromagnetic Fields, Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields (3rd ed.), Boca Raton: CRC Press / Taylor & Francis, 2007.
- Frank S. Barnes, Ben Greenbaum, (eds.), Bioengineering and Biophysical Aspects of Electromagnetic Fields, Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields (3rd ed.), Boca Raton: CRC Press / Taylor & Francis, 2007.
- Cynthia Furse, Basic Introduction to Bioelectromagnetics, (2nd ed.), Boca Raton: CRC Press / Taylor & Francis, 2012.
- Carl H. Durney, Douglas H. Christensen, Basic Introduction to Bioelectromagnetics, Boca Raton: CRC Press / Taylor & Francis, 1999.



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

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

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

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

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

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Lehrveranstaltung beinhaltet folgende Themen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Anatomie und Funktionsweise des Bewegungsapparates,</li> <li>Tribologie der Gelenke und Endoprothesen,</li> <li>Möglichkeiten und Verfahren zur Modellierung und Beschreibung von biomechanischen Abläufen in einer Mehrkörper-Simulations-Umgebung (MKS),</li> <li>Verfahren der Messung von Bewegungsabläufen und Bewegungsanalyse,</li> <li>Bestimmung und Interpretation von Muskelaktivitäten mit dem Elektromyogramm (EMG),</li> </ol> <p>Die Vorlesungen werden von Vortragenden sowohl von der Fakultät für Ingenieurwissenschaften als auch der Medizin gehalten.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <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>  |

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

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

### Literatur

Kummer: Biomechanik, Deutscher Ärzte-Verlag

Kapanji: Funktionelle Anatomie der Gelenke, Thieme

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

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

Fung Yuan-Cheng: Biodynamics. Circulation, Springer

Waite: Biofluid Mechanics in Cardiovascular Systems, Mcgraw-Hill

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Biosignalanalyse und Mustererkennung        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                 |                  |                              |                    |
| Biosignal analysis and pattern recognition  |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>        |                  |                              |                    |
| <b>Biosignalanalyse und Mustererkennung</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                 |                  |                              |                    |
| Biosignal analysis and pattern recognition  |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                        |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Seidl, Karsten                              |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                         | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                        | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                      |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung              |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Zum Beispiel lassen sich mit heutigen Smart-Watches physiologische Kenngrößen, wie die Herzfrequenz und die Sauerstättigung, über die optische Messmethode der Photoplethysmographie (PPG) ermitteln. Dafür ist eine komplexe Signalverarbeitung notwendig. Die Methoden zur Biosignalanalyse werden mit den nachrichten-technischen Verfahren (z. B. Fourier-, Wavelet, Laplace-Transformation) vorgestellt und diskutiert. Zusätzlich werden Methoden zur Datenfilterung mit IIR und FIR-Strukturen vorgestellt und diskutiert, um beispielsweise Störsignale aus dem Nutzsignal zu entfernen. Gegen Ende der Vorlesung wird das Grundprinzip von neuronalen Netzen für den Aufbau eines Klassifikators vorgestellt. Hierzu dienen die Verfahren, um ein Muster aus den Daten zu erkennen bzw. Merkmale zu extrahieren, um das neuronale Netz anzutrainieren. Vertiefend wird ein freiwilliges Übungsprojekt angeboten, bei dem ein neuronales Netz zur Klassifikation von EKG-Daten antrainiert werden soll. Weitere Applikationen wären die hardware-nahe Implementierung der Signalauswertung in Neuro-Implantate, um die Sensordaten möglichst nah am Target auszuwerten. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studenten sind fähig zu unterscheiden, welche nachrichtentechnischen Verfahren erforderlich sind, um beispielsweise ein neuronales Netz zur Klassifikation von Biosignalen anzuwenden, die eine möglichst hohe Genauigkeit zu erzielen.   |

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

For example, with today's smart watches, physiological parameters such as heart rate and oxygen saturation can be determined using the optical measurement method of photoplethysmography (PPG). This requires complex signal processing. The methods for biosignal analysis are presented and discussed with the communications technology procedures (e.g. Fourier, Wavelet, and Laplace transformations). In addition, methods for data filtering with IIR and FIR structures are presented and discussed, for example to remove interference signals from the useful signal. Towards the end of the lecture, the basic principle of neural networks for the construction of a classifier is presented. For this purpose, methods used to recognize a pattern from the data or to extract features in order to train the neural network are used. A voluntary exercise project is offered, in which a neural network for the classification of ECG data is to be trained. Further applications would be the hardware-related implementation of signal evaluation in neuro-implants in order to evaluate the sensor data as close as possible to the target.

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

The students are able to distinguish which communications technology procedures are required, for example to use a neural network to classify biosignals in order to achieve the highest possible level of accuracy.

### **Literatur**

Daniel Ch. v. Grünigen: Digitale Signalverarbeitung mit einer Einführung in die kontinuierlichen Signale und Systeme, 5. Auflage, 2014, Hanser Verlag

Peter Husar: Elektrische Biosignale in der Medizintechnik, 2. Auflage, Springer Verlag

Stefan Bernhard, Andreas Brensing, Karl-Heinz Witte: Biosignalverarbeitung: Grundlagen und Anwendungen mit MATLAB®, De Gruyter Verlag

Ute Morgenstern, Marc Kraft (Hrsg.) Biomedizinische Technik - Band 1 / 5, De Gruyter Verlag

Ian Goodfellow (ed.), Deep Learning – Das umfassende Handbuch, mitp Verlag, 2018

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Cloud, Web & Mobile                        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Cloud, Web & Mobile                        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Cloud, Web & Mobile                        |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Cloud, Web, & Mobile                       |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Weis, Torben                               |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| In dem Modul werden theoretische und praktische Aspekte des Cloud-Computing betrachtet. Dabei werden sowohl die verschiedenen Bereitstellungsmodelle (Dinge „as a Service“), als auch zugrundeliegende Technologien und Verfahren besprochen. Hierbei wird sowohl die Perspektive des Anbieters, als auch die des Nutzers betrachtet. Die Grundlagen der Virtualisierung, verteilte Dateisysteme und Datenbanken, Konsens- und Replikations-Protokolle und Sicherheitsaspekte hochgradig skalierender Anwendungen werden erklärt. Abschließend werden noch Grundlagen verschiedener Front-End-Technologien zur Entwicklung von Cloud-Anwendungen gezeigt. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden verstehen Architekturen und Algorithmen, die es einem Rechenzentrums-Betreiber erlauben hochskalierbare und verlässliche Anwendungen auf Rechner Clustern auszuführen. Sie können Anwendungen entwickeln, welche auf solchen Plattformen ausgeführt werden können. Die Studierenden wissen, wie Abrechnungsmodelle/Kostenmodelle für Cloud-Computing aussehen und welche Arten von Anwendung sich hierfür eignen. Sie besitzen Kenntnisse über Front-End Technologien, welche die Cloud-Anwendungen Endnutzern zugänglich machen, z.B. Web Technologien oder mobile Anwendungen.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| This lecture presents theoretical and practical aspects of cloud computing. Common cloud provisioning models (things “as a service”) as well as basic technologies and procedures are discussed. We view these aspects from both the users as well as the providers perspective. Fundamentals of virtualization, distributed file systems and databases, replication, consensus protocols and security aspects of highly scalable applications are explained. Rounding off the course are explanations of front end technologies used to develop cloud applications. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |

The students know and understand architectures and algorithms that enable datacenter operators to run highly scalable and reliable applications on computer clusters. They are able to develop applications that can be run on corresponding platforms. The students know common payment- and pricing-models for cloud computing as well as which model suits which application. They gained knowledge about front-end technologies that enable the usage of cloud applications for end-users, e.g. web technologies and mobile applications.

## Literatur

- L. Lamport: Paxos made simple
- Google: Paxos made live – an engineering perspective
- Google: Bigtable: A Distributed Storage System for Structured Data
- Google: The Google File System
- S. Gilbert, N. Lynch: Brewer's Conjecture and the Feasibility of Consistent, Available, Partition-Tolerant Web Services



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

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

### Description / Content English

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

### Learning objectives / skills English

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

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

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

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

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

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

### Literatur

- Manfred Fishedick, Klaus Görner, Margit Thomeczek: CO<sub>2</sub>: Abtrennung, Speicherung, Nutzung, ISBN: 978-3-642-19527-3
- Manfred Kircher, Thomas Schwarz: CO<sub>2</sub> und CO - Nachhaltige Kohlenstoffquellen für die Kreislaufwirtschaft, ISBN: 978-3-662-60648-3

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Coding Theory                              |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Coding Theory                              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Coding Theory                              |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Coding Theory                              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Czylwik, Andreas                           |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Die Lehrveranstaltung führt umfassend in verschiedene Codierungstechniken ein. Nach einer Einführung in informationstheoretische Grundlagen werden grundlegende Verfahren der Quellencodierung behandelt. Den Schwerpunkt der Vorlesung bilden Verfahren zur Kanalcodierung. Hierbei werden Blockcodes, insbesondere zyklische Codes und Reed-Solomon-Codes, deren Leistungsfähigkeit, Codierungsverfahren sowie Decodierungsverfahren besprochen. Abschließend werden Faltungscodes, deren Leistungsfähigkeit und deren Beschreibungsmöglichkeiten diskutiert. Als Decodierungsverfahren wird der Viterbi-Algorithmus behandelt. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden sind in der Lage, Codes mit vorgegebenen Eigenschaften eigenständig zu entwickeln. Außerdem können sie unterschiedliche Decodierungsverfahren entwickeln und anwenden sowie deren Leistungsfähigkeit beurteilen.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The subject coding theory amply introduces the students to the various coding techniques. After an introduction to information theory basics, primary procedures of source coding will be handled. The emphasis of the lecture lies on the procedures of channel coding. Here, block codes, in particular cyclic codes and Reed-Solomon-Codes including their performance, coding techniques as well as decoding techniques will be discussed. In conclusion, convolutional codes, their efficiency and their description will be discussed too. The Viterbi algorithm will be used as decoding method. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| The students who have completed this course should be able to develop codes from some predefined properties. The needed procedures will be taught both in the lecture and during the exercises session based on some examples. Moreover, they should know how to develop decoding techniques and use them and also be able to judge their effectiveness and efficiency.   |

## Literatur

H. Schneider-Obermann: Kanalcodierung, Vieweg-Verlag 1998;  
B. Friederichs: Kanalcodierung, Springer-Verlag 1994;  
M. Bossert: Kanalcodierung, Teubner-Verlag 1992

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Computational Electromagnetics 1           |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Computational Electromagnetics 1           |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Computational Electromagnetics 1</b>    |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Computational Electromagnetics 1           |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Rennings, Andreas                          |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D/E                          |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die computerorientierte Lösung der Maxwell-Gleichungen spielt eine immer wichtigere Rolle. Die sukzessiven Verbesserungen, sowohl in der Computertechnologie als auch bei den numerischen Algorithmen selbst, tragen dazu bei, dass heutzutage sehr viele Elektromagnetik-Probleme aus der Praxis gelöst werden können.</p> <p>Die „virtuelle Optimierung“ mit Hilfe eines Computers ist sehr viel kostengünstiger und effizienter als das traditionelle Vorgehen mittels Bau und Prüfung von Prototypen-Reihen.</p> <p>Die möglichen Einsatzbereiche finden sich in diversen Sparten der Elektrotechnik: Etwa bei Wirbelstromproblemen in elektrischen Maschinen, Hochfrequenz-Schaltungen und -Antennen, optischen Komponenten, Radarsystemen, Streuungsproblemen und der elektromagnetischen Kompatibilität, um nur einige Anwendungsbeispiele zu nennen.</p> <p>Der Kurs Computational Electromagnetics 1 (CEM-1) hat zwei wesentliche Ziele:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Vermittlung von Grundkenntnissen über die drei wichtigsten Methoden zur numerischen Lösung von elektromagnetischen Feldproblemen, namentlich die Finite-Differenzen Methode (FDM, auch FDTD = Finite-Difference Time-Domain), die Finite-Elemente Methode (FEM) und die Momenten-Methode (MoM, auch BEM = Boundary Element Method).</li> <li>2. Die „sichere“ und effiziente Benutzung von (kommerziellen) Simulations-Werkzeugen auf Basis der o.g. numerischen Methoden, namentlich die Software EMPIRE XPU<sup>®</sup> von der IMST GmbH, das open-source FDTD Programm openEMS, die beiden FEM-solver COMSOL Multiphysics™ und ANSYS HFSS, sowie das MoM-basierte tool FEKO™ von Altair Engineering. Die entsprechenden Kenntnisse werden durch das selbstständige Durcharbeiten von sog. Tutorials (Übungen am PC) unter fachkundiger Anleitung vertieft.</li> </ol> <p>Die Kurs-TeilnehmerInnen sind abschließend in der Lage, die geeignetste Software (das geeignetste numerische Verfahren) für „ihr“ Elektromagnetik-Problem auszuwählen und diese effizient und „sicher“ anzuwenden.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden sind abschließend in der Lage die geeignetste Software (das geeignetste numerische Verfahren) für „ihr“ Elektromagnetik-Problem auszuwählen und diese effizient und „sicher“ zu benutzen.   |

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

The computer-based solution of Maxwell's equations plays an increasingly important role. Due to the successive improvements in the computer technology and the numerical algorithms themselves a lot of practical electromagnetic problems can be solved nowadays.

The „virtual optimization“ using a computer is much more cost effective and efficient than the traditional approach based on building and testing of prototypes-series.

The possible application areas can be found in various sectors of electrical engineering, e.g., eddy current problems in electrical machines, high-frequency circuits and antennas, optical components, radar systems, scattering problems and electromagnetic compatibility, to name just a few.

The course Computational Electromagnetics 1 (CEM-1) has two main objectives:

1. To teach the basic knowledge about the three main methods for the numerical solution of electromagnetic field problems, including the finite difference method (FDM, also FDTD = Finite-Difference Time-Domain), the Finite Element Method (FEM) and the Method of Moments (MoM, also BEM = Boundary Element Method).
2. The „safe“ and efficient use of (commercial) simulation tools based on the above-mentioned numerical methods, especially the software EMPIRE XPU™ by IMST GmbH, the open-source FDTD Program openEMS, the two FEM solver COMSOL Multiphysics™ and ANSYS HFSS, and the MoM -based tool FEKO™ of Altair Engineering. The corresponding knowledge is deepened by working through so-called software tutorials (exercises on the PC) under expert guidance. The course participants are finally able to select the most appropriate software (the most suitable numerical methods) for „their“ electromagnetic field problem and use the corresponding tool efficiently and „safely“.

### Learning objectives / skills English

Students are finally in a position to select the most appropriate software (the most suitable numerical method) for „their“ electromagnetic problem and to use the tool in an efficient and „safe“ manner.

### Literatur

[FDTD] Allen Taflove, Susan C. Hagness, Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method. Norwood: Artech House, 2005.

[FEM] Jianming Jin, The Finite Element Method in Electromagnetics. New York: John Wiley & Sons, 2002.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Computational Electromagnetics 2           |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Computational Electromagnetics 2           |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Computational Electromagnetics 2</b>    |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Computational Electromagnetics 2           |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Rennings, Andreas                          |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        |                  | <b>Turnus</b>                | <b>Sprache</b>     |
| 5  |                  | SoSe                         | D/E                |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die computerorientierte Lösung der Maxwell-Gleichungen spielt eine immer wichtigere Rolle. Die sukzessiven Verbesserungen, sowohl in der Computertechnologie als auch bei den numerischen Algorithmen selbst, tragen dazu bei, dass heutzutage sehr viele Elektromagnetik-Probleme aus der Praxis gelöst werden können.</p> <p>Die „virtuelle Optimierung“ mit Hilfe eines Computers ist sehr viel kostengünstiger und effizienter als das traditionelle Vorgehen mittels Bau und Prüfung von Prototypen-Reihen.</p> <p>Computational Electromagnetics wird inzwischen für den Entwurf von vielen elektromagnetischen Geräten und Systemen verwendet, die sich in allen Sparten der Elektrotechnik wiederfinden, zum Beispiel in der Mobil-Telefonie, der Satelliten-Kommunikationstechnik, bei elektrischen Maschinen (Motoren, Generatoren und Transformatoren), medizinischen Bildgebungssystemen, Mikrowellen-Schaltungen und -Antennen, optischen Komponenten, Radarsystemen, Streuungsprobleme und der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV).</p> <p>Der Kurs Computational Electromagnetics 2 (CEM-2) hat zwei wesentliche Ziele:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Vermittlung von notwendigen theoretischen Kenntnissen über die wichtigsten Methoden zur numerischen Lösung von elektromagnetischen Feldproblemen, namentlich die Finite-Differenzen Methode (FDM, auch Finite Differenzen im Zeitbereich, engl. Finite-Difference Time-Domain, FDTD) und die Finite-Elemente Methode (FEM).</li> <li>2. Die praktische Implementierung der thematisierten Methoden und Algorithmen am Rechner. Dies soll mittels MATLAB™ erfolgen, da die weitverbreitete Programmierumgebung bereits viele nützliche Funktionen bereitstellt, insbesondere für die Lösung linearer Gleichungssysteme, aber auch im Zusammenhang mit der Visualisierung der numerisch berechneten Felder.</li> </ol> <p>Der CEM-2 Kurs basiert auf dem einführenden Text zum Thema Computational Electromagnetics von Thomas Rylander, Par Ingelström und Anders Bondeson. Das zugehörige ebook steht (hier) für UDE-Studierende zum Download bereit.</p> <p>Zum Ende des Semesters sollen die Kurs-TeilnehmerInnen das Erlernte anwenden und ein „eigenes“ Elektromagnetik-Problem mittels MATLAB™-Implementierung lösen. Diese Programmierfähigkeit soll in kleinen Gruppen erfolgen und wird thematisch individuell angepasst.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |

Die Teilnehmer wissen und verstehen,

- warum numerische Methoden für das elektromagnetische Design von Bauteilen/Systemen aus der Praxis unbedingt benötigt werden,
- wie sie die mathematische Formulierung der Lösung eines Feldproblems in ein systematisches Computerprogramm umsetzen,
- welche numerische Methode am besten für ein spezielles Problem geeignet ist,
- wie sie einen PC (Hardware) und kommerzielle oder auch open-source Software effizient für das elektromagnetische Design einsetzen können,
- welche Limitierungen die vorgestellten numerischen Methoden haben.

Sie verstehen die folgenden Methoden im Detail und können zugehörige Software-Produkte (in Klammern) anwenden:

1. Finite Differenzen im Zeitbereich, kurz FDTD (EMPIRE XCcel von der IMST GmbH)
2. Finite Elemente Methode, kurz FEM (COMSOL Multiphysics)
3. Multiple Multipol Methode, kurz MMP (nur Vortrag)

### Description / Content English

The computer-based solution of Maxwell's equations plays an increasingly important role. Due to the successive improvements in the computer technology and the numerical algorithms themselves a lot of practical electromagnetic problems can be solved nowadays.

The „virtual optimization“ using a computer is much more cost effective and efficient than the traditional approach based on building and testing of prototypes-series.

Computational Electromagnetics is now used for the design of many electromagnetic devices and systems, which are widespread into all areas of electrical engineering, for example, in the mobile telephony, satellite communications, electric machines (motors, generators and transformers), medical imaging systems, microwave circuits and antennas, optical components, radar systems, scattering problems and electromagnetic compatibility (EMC).

The course Computational Electromagnetics 2 (CEM-2) has two main objectives:

1. The teaching of necessary theoretical knowledge of the most important methods for the numerical solution of electromagnetic field problems, including the finite difference method (FDM, also Finite-Difference Time-Domain, FDTD) and the Finite Element Method (FEM).
2. The practical implementation of the discussed methods and algorithms on a computer. This should be carried out using MATLAB™, since this widespread programming environment already provides many useful functions, especially for solving systems of linear equations, but also due to the visualization capability.

The CEM-2 course is based on the introductory text on the subject of Computational Electromagnetics by Thomas Rylander, Par Ingelström and Anders Bondeson. The corresponding ebook is available for UDE students (here).

At the end of the semester the course participants should apply what they have learned and solve their „own“ electromagnetic problem using MATLAB™. This programming should be done in small groups. The topics will be „matched“ to the students' interest.

### Learning objectives / skills English

The students know and understand,

- why computer-aided methods are needed and why they are important?
- what is their place among other approaches, like theoretical (analytical) analysis and laboratory experiments?

They understand various computational methods and know how to apply the corresponding simulation software (in brackets), like:

1. Method of Finite Differences in Time Domain, short FDTD (EMPIRE XCcel developed by IMST GmbH),
2. Finite Element Method, short FEM (COMSOL Multiphysics),
3. Multiple Multipole Method, short MMP (talk only).

### Literatur

Thomas Rylander, Par Ingelström, Anders Bondeson, Computational Electrodynamics (2. Edition). New York: Springer, 2013. (DOI: 10.1007/978-1-4614-5351-2)



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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| 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. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden sind in der Lage, Methoden der numerischen Strömungsmechanik zu erläutern und anzuwenden. Sie sind fähig, Feld- und Randelemente-Methoden für maritime Probleme auszuwählen und anzuwenden.  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| The students are able to explain and apply the CFD methods. They are in a position to select field and boundary element methods for problems concerning maritime technology.   |

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

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

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

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

|  |
|--|
| <b>Literatur</b>   |
| Ogata, K.: Modern control engineering, Int. Ed. Prentice Hall<br>Lunze, J.: Regelungstechnik II, Springer. |

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

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die Veranstaltung greift die Grundlagen des Schiffsentwurfs auf und behandelt die besonderen Entwurfsaspekte verschiedener Schiffstypen mit einem besonderen Fokus auf Nachhaltigkeit. Dazu gehören Container-, Passagier-, RoRo-Schiffe sowie Bulker, Spezialschiffe und Offshore-Energiewandlungssysteme. Der Entwurf hoch automatisierter und ferngesteuerter Schiffssysteme wird thematisiert. Des Weiteren wird der Einsatz numerischer Methoden im Entwurfsprozess vermittelt. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| 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.  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The lecture takes up the basics of ship design and covers specific design techniques of different types of maritime systems with a particular focus on sustainability. Among these are containers, passenger and RoRo vessels as well as bulkers, special purpose vessels and offshore renewable energy converters. The design of highly automated and remotely controlled ships is conveyed. Furthermore, the application of numerical methods in ship design is taught. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| 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.  |

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Design von digitalen Filtern               |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Design of Digital Filters                  |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Design von digitalen Filtern</b>        |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Design of Digital Filter                   |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Schultze, Thorsten                         |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die Vorlesung beginnt mit einer Einführung in die relevanten Begriffe und Grundlagen zum Thema digitale Filter, wie z.B. die Beschreibung von zeitdiskreten Signalen und linearen zeitinvarianten Systemen, der z-Transformation, kanonische Filterstruktur, etc.</p> <p>In Kapitel 2 wird der Entwurf von nicht-rekursiven zeitdiskreten (FIR) Filtern vorgestellt.</p> <p>Kapitel 3 befasst sich mit dem Entwurf rekursiver zeitdiskreter (IIR) Filter.</p> <p>Kapitel 4 beschreibt den „Switched-Capacitor“-Ansatz im Zusammenhang mit dem Entwurf von Filtern und der Filterung von Signalen.</p> <p>In Kapitel 5 werden fortgeschrittene Abtast- und Konvertierungsverfahren vorgestellt. Das Kapitel konzentriert sich auf die Überabtastung und Delta-Sigma-Modulation.</p> <p>Kapitel 6 gibt einen kurzen Überblick über den Einsatz von digitalen Signalprozessoren.</p> <p>In Kapitel 7 werden spezielle Audiofilter und ihre Anwendung vorgestellt.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden können die wichtigsten Themen und Prinzipien (z.B. den Entwurf und die Analyse rekursiver und nicht rekursiver Systeme, den Einfluss von Zeitdiskretisierung und Werte-quantisierung, die Anwendung spezieller Verfahren) erklären und anwenden und die damit verbundenen Konzepte kritisch hinterfragen.</p>   |

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

The lecture starts with an introduction into the relevant terms and basics related to digital filters, e.g. the description of time-discrete signals and linear time-invariant systems, the z-transformation, canonical filter structure, etc. In chapter 2, the design of non-recursive time-discrete (FIR) filters is introduced. Chapter 3 deals with the design of recursive time-discrete (IIR) filters. Chapter 4 describes the switched-capacitor approach in relation with the design of filters and the filtering of signals. In chapter 5, advanced sampling and conversion methods are introduced. The chapter focuses on the oversampling and delta-sigma modulation. Chapter 6 gives a short overview of the use of digital signal processors. In chapter 7, special audio filters and their application are presented.

### Learning objectives / skills English

The students are able to explain and apply the most important topics and principles (e.g. the design and analysis of recursive and non-recursive systems, the influence of time discretization and value quantization, the use of special procedures) and to examine critically the associated concepts.

### Literatur

- [1] Zölzer U., „Digitale Audiosignalverarbeitung“, Teubner, Stuttgart, 1997
- [2] Johnson, J.R., „Digitale Signalverarbeitung“, (deutsche Version) Carl Hanser Verlag, München 1991
- [3] „Introduction to Digital Signal Processing“ (engl. version) Prentice-Hall, London 1991
- [4] Grünigen, D.Ch., „Digitale Signalverarbeitung“ AT Verlag, Berlin 1993
- [5] Tietze, U., Schenk, C., Gamm, E., „Halbleiter-Schaltungstechnik“, Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 2012
- [6] Stotz, D., Abtastung und Digitalisierung. In: „Computergestützte Audio- und Videotechnik“, Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 2019
- [7] Görne, T., „Tontechnik“, Carl Hanser Verlag, Leipzig, 2008

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

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

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| Methods of damage diagnosis I - Signal-based<br>Methods of damage diagnosis II - Model Based<br>Methods of damage diagnosis III - Data-based<br>Prediction of lifetime and residual life<br>Applications<br>To illustrate the course content, exercises and practical exercises are carried out. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| 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.  |

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

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

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

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

Lunze, J.: Automatisierungstechnik, Oldenbourg, 2003

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



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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| 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. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Lehrveranstaltung stellt das Verständnis für die grundlegenden mathematischen Methoden zur Behandlung von linearen Problemen her. Die Studierenden sind in der Lage, die geeignete Finite Elemente Formulierung vorzunehmen, um eine Fragestellung aus linearer Elastostatik selbständig zu definieren und zu lösen.  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| 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.   |

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

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

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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| 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. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Lehrveranstaltung stellt das Verständnis für die grundlegenden mathematischen Methoden zur Behandlung von nichtlinearen und dynamischen Problemen her. Die Studierenden sind in der Lage, die geeignete Finite Elemente Formulierung vorzunehmen, um eine Fragestellung aus nichtlinearer und dynamischer Festigkeitslehre selbständig zu definieren und zu lösen.  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| 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.  |

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

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

Zienkiewicz: Methode der finiten Elemente. Hanser Verlag

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

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                      |                  |                              |                    |
| Dielektrische und magnetische Materialeigenschaften        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                |                  |                              |                    |
| Dielectric and Magnetic Material Properties                |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                       |                  |                              |                    |
| <b>Dielektrische und magnetische Materialeigenschaften</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                |                  |                              |                    |
| Dielectric and Magnetic Material Properties                |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Münzer, Franziska  |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                 |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| In dieser Veranstaltung werden die theoretischen Grundlagen zum Verständnis der dielektrischen und der magnetischen Materialeigenschaften gelehrt. Es werden die den dielektrischen Materialien zugrunde liegenden Polarisationsmechanismen anhand von Modellen erläutert. Der Magnetismus wird auf der Basis atomarer Vorgänge beschrieben. Hysteresebefahtene dielektrische und magnetische Materialien werden ebenso diskutiert wie nichtlineare Prozesse. Parallelen zwischen beiden Materialklassen werden aufgezeigt. Anwendungsbeispiele aus der Energietechnik (Isolatoren), der Mikro- und Nanoelektronik (Isolatoren, Ladungsspeicher, magnetische Speicher Sensoren) und der Nanooptoelektronik (Wellenleiter, Metamaterialien) werden diskutiert und unter nanospezifischen Gesichtspunkten erläutert. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Im Anschluss an diese Vorlesung ist die oder der Studierende in der Lage, das makroskopische dielektrische und magnetische Verhalten von Werkstoffen und Nanostrukturen anhand atomarer Vorgänge zu erklären. Sie oder er kann die unterschiedlichen Materialien nach verschiedenen Gesichtspunkten sortieren. Für definierte Anwendungen kann sie oder er geeignete Materialien und Materialkombinationen auswählen.  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The content of this lecture are the fundamentals of dielectric and magnetic materials. For the dielectric materials the mechanisms of the polarisation will be discussed. The magnetismus will be explained on the atomic basis. Correlations between both material classes will be shown and examples of applications will be discussed. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| The students are able to explain the macroscopic behaviour of the different material classes on ther basis of their atomic structure. They can find for each application the right material.  |

## Literatur

- 1) W. Kowalsky: Dielektrische Werkstoffe der Elektrotechnik und Photonik, B. G. Teubner Stuttgart 1994
- 2) G. Fasching: Werkstoffe der Elektrotechnik, Springer-Verlag 1994
- 3) E. Ivers-Tiffée, W. von Münch: Werkstoffe der Elektrotechnik, B. G. Teubner 2004
- 4) W. v. Münch: Elektrische und magnetische Eigenschaften der Materie, B. G. Teubner 1987
- 5) K. Kopitzki: Einführung in die Festkörperphysik, B. G. Teubner 1993
- 6) J. F. Nye: Physical properties of crystals, Oxford Science Publications 1985
- 7) Ch. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik, Oldenburg Verlag 2002
- 8) S. Chikazumi: Physics of Magnetism, Robert E. Krieger Publishing Company, 1978
- 9) R. Waser [Ed.], Nanoelectronics and Information Technology, Advanced Electronic Materials and Novel Devices, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2003

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>            |                  |                              |                    |
| Dienstleistungen für Kreislaufwirtschaftssysteme |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                      |                  |                              |                    |
| Services for Closed-Loop Supply Chains           |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>             |                  |                              |                    |
| Dienstleistungen für Kreislaufwirtschaftssysteme |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                      |                  |                              |                    |
| Services for Closed-Loop Supply Chains           |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                             |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Gönsch, Jochen                                   |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                              | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                             | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                           |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                          |                  |                              |                    |
| Klausur  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>       |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Grundlagen der Kreislaufwirtschaft<br/>                 Strategische Gestaltung: Profitabilität, Design for Remanufacturing, Gestaltung von Reverse SC, Markt- und Kundenverhalten<br/>                 Taktische Gestaltung: Ankauf und Verwendung von Cores<br/>                 Servicizing: vom Produkt zur Lösung</p>   |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>In dieser Veranstaltung lernen die Studierenden die Grundlagen der Kreislaufwirtschaft kennen. Sie verstehen und analysieren (mit Hilfe stilisierter mathematischer Modelle) die spezifischen Herausforderungen, welche sich aus dem Rückfluss von Altprodukten und dem Zusammenspiel der unterschiedlichen Akteure ergeben. Damit sind sie in der Lage, Dienstleistungen und Produkte auf ihre Eignung zur Überwindung dieser Herausforderungen zu evaluieren und können – auch basierend auf quantitativen Modellen – fundierte Vorschläge zu ihrer Gestaltung machen.</p> |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| <p>Fundamentals of the circular economy<br/>                 Strategic design: profitability, design for remanufacturing, design of reverse SC, market and customer behavior<br/>                 Tactical design: purchase and use of cores<br/>                 Servicizing: from product to solution</p>  |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| <p>In this course, students learn the basics of the circular economy. They understand and analyze (with the help of stylized mathematical models) the specific challenges that arise from the return flow of used products and the interaction between the various players. This enables them to evaluate services and products in terms of their suitability for overcoming these challenges and to make well-founded proposals for their design - also based on quantitative models.</p> |

## Literatur

- De Brito, M.P., Dekker, R. (2004): A framework for reverse logistics. In: Dekker, R., M. Fleischmann, K., Inderfurth, L. N. van Wassenhove (2004): Reverse logistics, Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg, S. 3-28.
- Ferguson, M.E., Souza, G.C. (2010): Closed-loop supply chains, Boca Raton, FL. CRC Press.
- Giutini, R., Gaudette, K. (2003): Remanufacturing: the next great opportunity for boosting US productivity. In: Business Horizons, Vol. 46 (6), S.41-48.
- Govindan, K., Soleimani, H. , Kannan, D. (2015): Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. In: European Journal of Operations Research, Vol. 240, S. 603-626.
- Guide Jr., V.D.R., van Wassenhove, L. (2009): The evolution of closed-loop supply chain research. In: Operations Research, Vol. 57 (1), S. 10-18.
- Günther, H.O.; H. Tempelmeier (2014): Produktion und Logistik, Books on Demand.
- Haynsworth, H.C., Lyons, R.T. (1987): Remanufacturing by design, the missing link. In: Production and Inventory Management, Second Quarter, S. 24-28.
- Ilgin, M.A., Gupta, S.M. (2012): Remanufacturing modeling and analysis, Boca Raton, FL. CRC Press.
- King, A.M., Burgess, S.C. , Ijomah, W. , McMahon, C.A. (2006): Reducing waste: repair, recondition, remanufacture and recycle? In: Sustainable Development, Vol. 14 (4), S. 257-267.
- Krupp, J. (1992): Core obsolescence forecasting in remanufacturing. In: Production and Inventory Management Journal , Vol. 33 (2), S. 12-17.
- Lund, R. T. (1996): The remanufacturing industry hidden giant, Boston, University Boston
- Souza, G.C., Ketzenberg, M.E. (2002): Two-stage-make-to-order remanufacturing with service-level constraints. In: International Journal of Production Research, Vol. 40 (2), S. 477-493.
- Stock, J., T. Speh, H. Shear (2002): Many happy (product) returns. In: Business Review Vol. 80 (7), S. 16–17.
- Sundin, E. (2004): Product and process design for successful remanufacturing
- Wang, L., Murata, T. (2011): Study of optimal capacity planning for remanufacturing activities in closed-loop supply chain using system dynamics modelling. In: Proceedings of the IEEE, S. 196-200.



|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Digitale Schaltungstechnik                 |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Digital Circuit Technology                 |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Digitale Schaltungstechnik                 |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Digital Circuit Technology                 |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Grabmaier, Anton                           |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die Vorlesung und Übung bietet eine Einführung in die Thematik der digitalen Integrierten Schaltungen (IC's). Es werden Informationen zur Herstellung von CMOS Schaltungen vermittelt und einfache CMOS Gatterschaltungen wie z. B. Inverter behandelt. Ferner werden wichtige Eigenschaften von digitalen Schaltungen wie Verzögerungszeiten, Störabstand oder Leistungsaufnahme erläutert. Es werden statische und dynamische Gatter, sowie diverse Schaltungsrealisierungen in sequentieller oder kombinatorischer Logik, unter besonderer Berücksichtigung des Timing-Verhaltens, besprochen. Diese neu zu erwerbenden Kenntnisse bilden dann die Grundlage für das Verständnis von komplexeren Arithmetik- und Speicher-Bauelementen.</p> <p>Ein abschließendes Kapitel widmet sich den FPGAs. Ihre Architektur wird vorgestellt und die Vorgehensweise bei der Schaltungsimplementierung anhand von einigen Beispielen vermittelt.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Der Student hat umfassende Kenntnisse in der digitalen Schaltungstechnik erlangt. Er kennt Standardzellen und deren Designprozess durch Stickdiagramme. Er ist nun in der Lage digitale Schaltungen auf Chipebene zu entwerfen und diese hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu analysieren.</p> <p>Der Student kennt die Architektur von FPGA Bausteinen und weiß wie logische Schaltungen in diesem implementiert werden.</p>   |

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

This lecture and the appendant exercise will give an introduction to the topic of digital Integrated Circuits (IC). Manufacturing processes of CMOS devices and simple circuits using CMOS gates (e.g. Inverter) will be discussed. Additionally, important characteristics of digital circuits (e.g. delays, noise margin and power consumption) will be explained. In consideration of timing characteristics, static and dynamic gates as well as various circuits in sequential and combinational logic will be illustrated. This knowledge will be needed to understand more complex circuits which are used to develop memories or arithmetic operations. The last chapter will introduce to FPGA's by explaining its architecture and presenting several examples of circuit implementation.

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

The student will have extended knowledge in the topic of digital circuits. He knows standard cells and their design processes using stick diagrams. He is able to develop digital circuits on chip level and to analyse its characteristics. The student knows the architecture of FPGA devices and is able to implement logic circuits into it.

### **Literatur**

- J. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nikolic, Digital Integrated Circuits. Prentice Hall
- N. Weste, K. Eshnagian, Principles of VLSI design. Addison Wiley
- N. H. E. Weste, D. Harris, CMOS VLSI Design, 3. ed. Pearson Addison Wesley

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

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

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

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

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

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

### **Literatur**

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Distributed Systems                        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Distributed Systems                        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Distributed Systems</b>                 |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Distributed Systems                        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Weis, Torben                               |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        |                  | <b>Turnus</b>                | <b>Sprache</b>     |
| 6  |                  | WiSe                         | E                  |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 3  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Vorlesung befasst sich mit den grundlegenden Konzepten und Protokollen für verteilte Systeme.<br/>                 Die Vorlesung beginnt mit Grundlagen zur verteilten Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Serialisierung (ASN.1, CORBA XDR, SOAP)</li> <li>- Remote Procedure Calls</li> <li>- Verteilte Objekte</li> </ul> <p>und widmet sich dann wichtigen Basisalgorithmen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Physikalische Uhren</li> <li>- Logische Uhren</li> <li>- Transaktionen</li> <li>- Synchronisation</li> <li>- Replikation und Konsistenz</li> <li>- Globaler Zustand</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen, Protokolle, Algorithmen und Architekturen Verteilter Systeme und können diese anwenden.   |

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

The lecture presents important concepts and protocols for distributed systems.

The lecture starts with principles of distributed communication:

- Data serialization (ASN.1, CORBA XDR, SOAP)
- Remote procedure calls
- Distributed objects

The second part of the lecture presents important and often used distributed algorithms:

- Physical clocks
- Logical clocks
- Transactions
- Synchronisation
- Replication and consistency
- Global state

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

The students know the principles, protocols, algorithms and architecture of distributed systems are able to apply these to real world problems.

### **Literatur**

- 1 Coulouris/Dollimore/Kindberg: Distributed Systems - Concepts and Design, Addison-Wesley 2001 (3rd edition).
- 2 Tannenbaum/van Steen: Distributed Systems - Principles and Paradigms, Prentice Hall 2002.
- 3 Borghoff/Schlichter: Rechnergestützte Gruppenarbeit (in German), Springer 1998.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Dynamik des Segelns und Gleitens           |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Dynamics of Sailing and Planing Crafts     |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Dynamik des Segelns und Gleitens</b>    |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Dynamics of Sailing and Planing Crafts     |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| el Moctar, Bettar Ould; Peters, Andreas    |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D/E                          |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  |                  |                              | 2                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| 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. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| 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.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| In the course the fundamentals of dynamic lift for sailing and planing and the resulting design guidelines for ships are taught. Students are able to evaluate fundamental aspects of hull, appendage and sail design for planing and sailing crafts based on practical examples.   |

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

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



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

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

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

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

## Literatur

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

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

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

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

## Literatur

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>              |                  |                              |                    |
| Dynamische Optimierung von Dienstleistungen        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                        |                  |                              |                    |
| Dynamic Programming for Services                   |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>               |                  |                              |                    |
| <b>Dynamische Optimierung von Dienstleistungen</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                        |                  |                              |                    |
| Dynamic Programming for Services                   |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                               |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Gönsch, Jochen                                     |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                                | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                               | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                             |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                            |                  |                              |                    |
| Klausur  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>         |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Exemplary applications of dynamic optimization in the service sector<br>Deterministic dynamic optimization<br>Stochastic dynamic optimization   |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden besitzen einen Überblick über die zentralen Aspekte der Optimierung zeitlich verteilter Entscheidungen in unsicheren Umgebungen. Sie kennen verbreitete Modellierungsansätze und Zielkriterien am Beispiel typischer Fragestellungen aus dem Dienstleistungsbereich.<br>Darüber hinaus sind sie in der Lage, die Ansätze auf ihre Anwendbarkeit auf neue Problemstellungen zu beurteilen und ggf. auch einzusetzen. Um auch in praxisrelevanten Problemgrößen den Rechenaufwand zu beherrschen sind sie mit grundlegenden Techniken des modernen Approximate Dynamic Programming (ADP) vertraut. |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| Exemplary applications of dynamic optimization in the service sector<br>Deterministic dynamic optimization<br>Stochastic dynamic optimization<br>Approximative Dynamic Programming (ADP)  |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| Students have an overview of the central aspects of optimizing time-distributed decisions in uncertain environments. They are familiar with common modeling approaches and target criteria using the example of typical problems from the service sector.<br>In addition, they are able to assess the applicability of the approaches to new problems and, if necessary, to use them. They are familiar with the basic techniques of modern Approximate Dynamic Programming (ADP) in order to master the computational effort involved in practical problems. |

**Literatur**

Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Dynamisches Automobilmanagement            |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Dynamic Automotive Management              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Dynamisches Automobilmanagement</b>     |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Dynamic Automotive Management              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Proff, Heike                               |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 1  |                  |                              | 2                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Inhalt der Veranstaltung ist die vertiefte Analyse von Strategien in einem dynamischen Umfeld, d.h. von Strategien zur Unterstützung der Umsetzung von Wettbewerbsvorteilen im Zeitablauf</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bei Veränderungen im Umfeld von Automobilunternehmen (Risiken und Krisen),</li> <li>- bei Veränderungen im Wettbewerberumfeld der Automobilindustrie (sinkendes Preispremium, heterogene Kapazitäten und Exportkonkurrenz sowie Mehrwert vernichtende Kooperationen) und</li> <li>- bei Veränderungen in der relativen Kompetenzverteilung (im direkten Wettbewerb mit Konkurrenten und im Wettbewerb zwischen Automobilherstellern und -zulieferern),</li> </ul> <p>die sich aus der markt- und ressourcenorientierten Sichtweise im strategischen Management ableiten lassen. Inhalt ist weiterhin die Auswahl und Verankerung konsistenter Strategiebündel, die Einführung in die Kapitalmarktbeurteilung und die Unterstützung dynamischer Strategien durch hybride Agilität. Die Veranstaltung wird von einer Übung mit Diskussionen und kleineren Präsentationen begleitet, die die Vorlesungsinhalte ergänzen.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden sind in der Lage, sieben dynamische Strategien zu erklären und anzuwenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematisches Risikomanagement</li> <li>- systematisches Krisenmanagement</li> <li>- effizientes Preispremium-Management</li> <li>- koordiniertes Mehrmarktmanagement</li> <li>- systematisches Kooperationsmanagement</li> <li>- Management der Kompetenzentwicklung im horizontalen Wettbewerb mit direkten Konkurrenten</li> <li>- Management der Kompetenzentwicklung im vertikalen Wettbewerb zwischen Hersteller und Zulieferer.</li> </ul> <p>Sie sind fähig, diese Strategien angesichts der aktuellen Veränderungen in der Automobilindustrie und auf dem Gebiet der Mobilität zu bewerten, weiterhin konsistente dynamische Strategiebündel auszuwählen, sie organisatorisch zu verankern und ihre Grenzen zu erkennen. Damit können sie zur Verbesserung der Kapitalmarktbeurteilung von Automobilunternehmen beitragen.</p>  |

### Description / Content English

The content of the course is the in-depth analysis of strategies in a dynamic environment, i.e. strategies to support the implementation of competitive advantages over time

- in case of changes in the environment of automotive companies (risks and crises),
- changes in the competitive environment of the automotive industry (falling price premium,
- heterogeneous capacities and export competition, as well as value-destroying cooperations) and
- in the event of changes in the relative distribution of competences (in direct competition with competitors and in competition between car manufacturers and suppliers),

which can be derived from the market- and resource-based view in strategic management.

Further content is the selection and anchoring of consistent strategy bundles, the introduction to capital market valuation and the support of dynamic strategies through hybrid agility.

The course is accompanied by an exercise with discussions and smaller presentations that complement the lecture content.

### Learning objectives / skills English

Students will be able to explain and apply seven dynamic strategies:

- Systematic risk management
- Systematic crisis management
- Efficient price premium management
- Coordinated multi-market management
- Systematic cooperation management
- Management of competence development in horizontal competition with direct competitors
- Management of competence development in vertical competition between manufacturer and supplier.

They are able to evaluate these strategies in view of the current changes in the automotive industry and in the field of mobility, to select consistent dynamic strategy bundles, to anchor them organizationally and to recognise their limits. In this way, they can contribute to improving the capital market valuation of automotive companies.

### Literatur

1. Proff, H. (2007): Dynamische Strategien. Vorsprung im internationalen Wettbewerbsprozess. Wiesbaden.
2. Fojcik, T. M. (2010): Dynamische Strategien und Kapitalmarktbeurteilung: Eine empirische Untersuchung europäischer, nordamerikanischer und japanischer Automobilunternehmen, VDM Verlag Dr. Müller, Saarbrücken.
3. Fojcik, T. M., Proff, H. (2011): Effects of Dynamic Strategies on Capital Market Performance. A Test among Automobile Companies in Japan, North America and Europe, In: International Journal of Management, Vol. 28, No. 4, Part 2, 2011.
4. Proff, H., Proff, H.V. (2013): Dynamisches Automobilmanagement. Strategien für international tätige Automobilunternehmen im Übergang in die Elektromobilität, Wiesbaden.  
und aktuelle Literatur zu einzelnen dynamischen Strategien.



|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Econometrics (Master)                      |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Econometrics (Master)                      |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Econometrics (Master)</b>               |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Econometrics (Master)                      |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Paul, Marie Elina                          |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>1. Lineare Regressionsanalyse (Annahmen, Schätzung, Interpretation der Koeffizienten, Signifikanztests, Verzerrung durch ausgelassene Variablen, Heteroskedastie, qualitative Informationen als unabhängige Variablen, Interaktionsterme)</p> <p>2. Weiterführende Methoden (insbesondere FixedEffects Schätzung, Differenzen-von-Differenzen, Instrumentvariablenmethode, binäre Variablen als abhängige Variable)</p>  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Nach erfolgreicher Beendigung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, verbreitete empirische Analysen aus der Literatur zu verstehen und einfache ökonometrische Analysen mit realen Daten unter Verwendung der Statistiksoftware R selbst durchzuführen, sowie die Ergebnisse sinnvoll zu interpretieren. Die Studierenden haben ein gutes Verständnis für die Annahmen, die einer kausalen Interpretation von Regressionsergebnissen zugrunde liegen. Sie können mit einigen Besonderheiten, die bei empirischen Analysen häufig vorliegen, umgehen. Der Verwendung „Natürlicher Experimente“ zu Identifikation kausaler Effekte und entsprechende Schätzmethode sind ihnen bekannt.</p> |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>        |
|   |
| <b>Learning objectives / skills English</b> |
|   |

|   |
|---|
| <b>Literatur</b>  |
| Wooldridge, Jeffrey, Introductory Econometrics: A Modern Approach |

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Einführung in die Bioelektronik            |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Introduction to Bioelectronics             |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Einführung in die Bioelektronik            |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Introduction to Bioelectronics             |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Grabmaier, Anton                           |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Diese Veranstaltung befasst sich mit der Anwendung elektrischer und elektronischer Prinzipien in der Biologie und Medizintechnik. Sie behandelt die Rolle inter-molekularer Elektronentransfers in physiologischen Prozessen, Prinzipien der Biosensorik zur Messung einer Reihe von Biomarkern, die Interfaceelektronik von Biosensoren, und Prinzipien mikrofluidischer Systeme, deren Fabrikation und Anwendungen. Speziell werden enzymatische und Impedanz-Spektroskopie Sensorverfahren erläutert. Zusätzlich werden physikalische Sensoren mit Relevanz zu medizinischen und biologischen Applikationen diskutiert.</p> <p>In zwei Gastvorlesungen werden „state-of-the-art“ medizinische Implantate und ein Biosensor zur Glukosemessung beschrieben.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Nach dem Besuch der Veranstaltung sollen die Studierenden in der Lage sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektronische Prinzipien und Techniken für biologische und medizinische Anwendungen zu verstehen</li> <li>- einen Überblick über Biosensoren und deren Anwendungen zu haben, und</li> <li>- ein Verständnis der Herausforderungen, Limitationen und Trends der Bioelektronik zu entwickeln.</li> </ul>   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| <p>This course is devoted to the application of electronic principles to biology and medicine. It focuses on the study of the role of intermolecular electron transfers in physiological processes, biosensing principles for a variety of biological markers, interface electronics for biosensors and microfluidic principles, their fabrication processes and applications. In particular, enzymatic and impedance spectroscopy sensing techniques will be explained. Additionally, physical sensors with relevance to medical and biological applications will be discussed.</p> <p>In two guest lectures state-of-the-art medical implants and a biosensor for Glucose measurement will be described.</p> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |

Based on this course, the students will:

- understand the electronic principles and techniques used for biological and medical applications,
- have a detailed overview of biosensors and their applications, and
- develop an understanding of the challenges, limitations and trends of bioelectronics.

### Literatur

Pething, R.; Smith, St., Introductory Bioelectronics for Engineers and physical Scientists. Wiley-Verlag, 2012

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>          |                  |                              |                    |
| Einführung in die MRT                          |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                    |                  |                              |                    |
| Introduction to MRI                            |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>           |                  |                              |                    |
| Einführung in die MRT                          |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                    |                  |                              |                    |
| Introduction to MRI                            |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                           |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Quick, Harald; Erni, Daniel, Rennings, Andreas |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                            | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                           | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                         |                  |                              |                    |
| Praktische Übung mit erfolgreicher Teilnahme   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                        |                  |                              |                    |
| Klausur  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Magnetresonanztomographie (MRT) ist ein Schnittbildverfahren, das vor allem in der medizinischen Diagnostik zur anatomischen Darstellung von Struktur und Funktion der Gewebe und Organe im menschlichen Körper eingesetzt wird. Die MRT zeichnet sich durch hohe räumliche Detailauflösung und exzellenten Weichteilkontrast aus, wobei die Signalerzeugung durch eine Kombination aus starken Magnetfeldern und elektromagnetischen Hochfrequenz (HF)-Feldern erfolgt. In dieser Vorlesung für das 1. Semester wird eine umfassende Einführung zur MRT gegeben. Im Rahmen der Vorlesung werden die physikalischen Grundlagen und technische Ansätze dieser interdisziplinären Thematik vermittelt. In der zugehörigen Übung werden analytische Rechenaufgaben zu ausgewählten Kapiteln berechnet. Zudem werden numerische Simulationen im Zusammenhang mit den involvierten Magnetfeldern– insbesondere im Bereich der Hochfrequenzspulen durchgeführt. Die Vorlesung beinhaltet die folgenden Themenstellungen. Ausgewählte Themen werden dann innerhalb der Übung weiter vertieft.

1. Einführung in die Magnetresonanztomographie (MRT)
2. MR-Physik, Signalerzeugung, Bildkontraste (Protonendichte, T1, T2)
3. Bildkodierung (Echo-Erzeugung, Rohdaten im k-Raum, Bildmatrix mittels FFT)
4. Grundlegende Sequenzen (Gradienten Echo, Spin Echo & Abwandlungen davon)
5. Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SNR)
6. Sicherheitsaspekte und Bildartefakte
7. Hauptmagnetfeld (B0): Supraleitung, Abschirmung, Quench
8. Gradienten-Felder und -Spulen
9. Hochfrequenz (HF)-Feld (B1): SAR, HF-Spulen: Sende-(Tx)/Empfangs-(Rx)-Spulen
10. Herausforderungen der 7-Tesla Hochfeld-MRT
11. Wanderwellen-MRT

Zum Abschluss des Kurses können die Studierenden im Rahmen einer Exkursion zum Erwin L. Hahn Institut für MR-Bildgebung, Zeche Zollverein in Essen, das dortige 7-Tesla Hochfeld-MRT und die zugehörigen Forschungsarbeiten näher kennenlernen.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Nach dem Besuch der Lehrveranstaltung sollen die Studierenden in der Lage sein:

- die physikalischen Grundlagen der MRT zu erläutern
- die Signalerzeugung, verschiedene Kontrastmechanismen, und Sequenzdiagramme zu erklären
- den prinzipiellen technischen Aufbau und die Funktion einzelner Systemkomponenten zu skizzieren
- grundlegende elektromagnetische Simulationen von HF-Spulen durchzuführen

### Description / Content English

Magnetic Resonance Imaging (MRI) is a tomographic imaging modality that is used in medical diagnostic imaging for anatomic display of structure and function of tissues and organs in the human body. MRI is characterized by high spatial resolution and excellent soft tissue contrast. The MRI signal is generated by a combination of strong magnetic fields and electromagnetic radiofrequency (RF) fields. This first semester lecture provides a comprehensive introduction into MRI. The physical basics and technical principles for this interdisciplinary topic will be discussed. In the accompanying exercises analytical calculations with regards to selected chapters will be performed. Furthermore, numeric simulations concerning the associated magnetic fields, especially RF fields of signal transmitting/receiving RF coils will be executed.

The lecture includes the following topics. Selected chapters will be deepened in the exercises.

1. Introduction into magnetic resonance imaging (MRI)
2. MR physics, signal generation, image contrasts (proton density, T1, T2)
3. Image encoding (echo forming, raw data in k-space, image matrix via FFT)
4. Basic imaging sequences (gradient echo, spin echo & derivatives)
5. Signal-to-noise-ratio (SNR)
6. Safety aspects and image artifacts
7. Main magnetic field (B0): superconductivity, shielding, quench
8. Gradient fields and gradient coils
9. Radiofrequency (RF) field (B1): SAR, RF coils: transmit(Tx)/receive(Rx) coils
10. Challenges in 7 Tesla high-field MRI
11. Traveling wave MRI

At the end of the course students will have the opportunity to visit the Erwin L. Hahn Institute for MRI, Zeche Zollverein, Essen, which hosts a 7 Tesla high-field MRI system and to become acquainted with current research topics.

### Learning objectives / skills English

Based on this course, students shall be capable:

- to explain the physical basics of MRI
- to explain signal generation, various contrast mechanisms, and sequence diagrams
- to reproduce the principal technical design and function of single system components
- to perform basic electromagnetic simulations of RF coils

### Literatur

Magnete, Spins und Resonanzen – Eine Einführung in die Grundlagen der Magnetresonanztomographie, Siemens AG, Medical Solutions, Bestellnr.: A91100-M2200-M705-1, 223 Seiten

Magnete, Fluss und Artefakte – Grundlagen, Techniken und Anwendungen der Magnetresonanztomographie, Siemens AG, Medical Solutions, Druck-Nr. MR-07001.643.01.01.01, 149 Seiten

Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design, 2nd Edition, Robert W. Brown, Y.-C. Norman Cheng, E. Mark Haacke, Michael R. Thompson, Ramesh Venkatesan; ISBN: 978-0-471-72085-0, 1008 Seiten, June 2014, Wiley-Blackwell

The Basics of MRI, Joseph P. Hornak, 2004

Electromagnetic Analysis and Design in Magnetic Resonance Imaging, Jianming Jin; ISBN: 9780849396939, 282 pages, 1998, CRC Press

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                  |                  |                              |                    |
| Electricity, District Heating, Renewable Energy        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                            |                  |                              |                    |
| Electricity, District Heating, Renewable Energy        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                   |                  |                              |                    |
| <b>Electricity, District Heating, Renewable Energy</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                            |                  |                              |                    |
| Electricity, District Heating, Renewable Energy        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                   |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Weber, Christoph                                       |                  |                              | WiWi               |
| <b>Kreditpunkte</b>                                    | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                                 |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                |                  |                              |                    |
| Klausur  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>             |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

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

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Subject and fundamental problems, research approaches including their meaning</li> <li>2. Management of power generation incl. renewables: Power plants as an essential resource, power plant scheduling, supply and sales markets, portfolio management for power generation</li> <li>3. Management of power transmission and distribution: Power-flow analysis, grid structure and operation, reserves, congestion management, grid usage – contract and billing principles, balancing, measurement and billing</li> <li>4. Perspectives for future electricity systems: power plant investment and long-term equilibria in power markets, consequences of increased electricity generation from renewable energies, congestion management and grid expansion, smart metering, prosumers</li> <li>5. Management of electricity supply and sales: key market segments, products and prices</li> <li>6. Management of district heat generation and distribution: Technical aspects, real world example, Management of cogeneration plants, operation, maintenance and expansion of district heat grids</li> </ol> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| <p>Students taking the course will</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- be able to apply their knowledge of theory and methodology in exercises</li> <li>- get familiar with modern concepts and methods for management in energy economics</li> <li>- acquire an understanding of procedures for operational and strategic decision support in areas of electricity, district heating and renewable energy sectors</li> <li>- deepen theory and methodology with case studies and numerical examples</li> </ul>  |

## Literatur

Erdmann, G.; Zweifel, P.: Energieökonomik (2010): Theorie und Anwendungen; 2. (verbesserte) Auflage; Berlin.

Löschel, A; Rübelke, D; Ströbele, W.; Pfaffenberger, W.; Heuterkes, M.: Energiewirtschaft (2020): Einführung in Theorie und Politik; 4. Auflage; München.

Schiffer, H.-W. (2019): Energiemarkt Deutschland; Köln.

Weber, C. (2005): Uncertainty in the Electric Power Industry: Methods and Models for Decision Support; Berlin.

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                             |                  |                              |                    |
| Elektrochemische Prozesse und elektrochemische Messtechnik        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                       |                  |                              |                    |
| Electrochemical Processes and Techniques                          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                              |                  |                              |                    |
| <b>Elektrochemische Prozesse und elektrochemische Messtechnik</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                       |                  |                              |                    |
| Electrochemical Processes and Techniques                          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Hoster, Harry; Jörissen, Ludwig                                   |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>   |                  |                              |                    |
| Klausur und Hausarbeit  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                        |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Elektrochemische Prozesse sind allgegenwärtig. Man setzt sie sowohl zur Gewinnung von Materialien (z.B. Chlor, Aluminium, Kupfer etc.) als auch für die Behandlung von Oberflächen z.B. durch galvanische Verfahren oder Elektropolitur aber auch zur Herstellung von Formkörpern durch elektrophoretische Abscheidung von Pulvern, zur Reinigung von Abwässern und Böden sowie für viele andere Prozesse ein. Ein eher unerwünschter elektrochemischer Prozess ist die Metallkorrosion.</p> <p>Elektrochemische Verfahren bieten Einblicke in die Zusammensetzung und die Reaktivität von Materialien zur Energiespeicherung. Außerdem werden elektrochemische Sensoren (pH-Elektrode, Lambda-Sonde etc.) zur Steuerung von Prozessen eingesetzt und elektrochemische Verfahren dienen zur Analyse von Spuren umweltrelevanter Stoffe. Allen elektrochemischen Verfahren ist gemeinsam, dass Elektronen über eine Phasengrenze hinweg ausgetauscht werden und so Reduktions- oder Oxidationsprozesse bewirken.</p> <p>In der Vorlesung werden die grundlegenden Überlegungen zum Verständnis elektrochemischer Prozesse erörtert und ihre praktische Relevanz an ausgewählten technischen Verfahren gezeigt. Der Inhalt der Vorlesung gliedert sich wie folgt:</p> <p>Einführung in elektrochemische Prozesse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermodynamik</li> <li>- Kinetik</li> <li>- Arten elektrochemischer Reaktionen</li> </ul> <p>Elektrochemische Analyseverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coulometrie</li> <li>- Voltammetrie</li> <li>- Impedanzspektroskopie</li> </ul> <p>Elektrochemische Prozesse zur Stoffgewinnung und -reinigung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chlorproduktion</li> <li>- Metallgewinnung (z.B. Aluminium)</li> <li>- Metallraffination (z.B. Kupfer)</li> <li>- Beschichtung (Galvanik)</li> </ul> <p>Korrosion</p> |



### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden lernen elektrochemische Verfahren zur Herstellung und Reinigung von Stoffen sowie elektrochemische Mess- und Analysemethoden kennen. Die Studierenden lernen die industrielle Bedeutung elektrochemischer Prozesse und im Vergleich zu anderen Verfahren zu bewerten. Sie lernen außerdem die Bedeutung elektrochemischer Analysemethoden zur Bewertung von Materialeigenschaften und für die elektrochemische Energietechnik kennen. Sie erlangen so vertiefte Kenntnisse in den Themenfeldern Energie und Werkstoffe.

### Description / Content English

Electrochemical processes are omnipresent. They are used for the production and purification of metals (e.g. chlorine, aluminum, copper etc.). Further uses are surface treatment (e.g. by galvanic deposition or electropolishing), forming (e.g. by electrophoretic deposition of ceramic powders), for the purification of waste water or soil as well as for many other processes. A more or less undesirable electrochemical effect is the corrosion of metals.

Electrochemical methods allow to study the composition and the reactivity of materials used for energy storage. In addition, electrochemical sensors (e.g. pH-electrode, lambda probes etc.) are used to control industrial processes.

Furthermore, electrochemical methods are well established in trace analysis.

Transfer of electrons across a phase boundary causing oxidation or reduction reactions is common to all electrochemical processes.

Within the course the fundamental considerations to understand electrochemical processes will be discussed and their application in processes of technical relevance will be shown. The course is structured along the following topics:

Introduction into electrochemical processes

- Thermodynamics
- Kinetics
- Ways of electrochemical reactions

Electrochemical analytic methods

- Coulometry
- Voltammetry
- Impedance spectroscopy

Electrochemical methods for materials synthesis and purification

- Chlorine production
- Metal winning (e.g. aluminium)
- Metal refining (e.g. copper)
- Galvanic coating

Corrosion

### Learning objectives / skills English

The students will learn about electrochemical processes to produce and purify materials as well as the use of analytical methods based on electrochemical effects. The students will be able to assess the industrial relevance of electrochemical processes and compare them to other processes. They will also learn about the use of electrochemical processes and methods in materials science and electrochemical energy technology to obtain in depth knowledge on materials properties.

### Literatur

Carl H. Hamann, W. Vielstich; Elektrochemie; Wiley-VCH, Weinheim

Noam Eliaz, Eliezer Gileadi; Physical Electrochemistry: Fundamentals, Techniques and Applications; Wiley-VCH, Weinheim  
Präsentationsfolien zur Vorlesung; Elektrochemische Prozesse und elektrochemische Messtechnik

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

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

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

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

## Literatur

Für Elektrochemie und Batterien:

Hamann/Vielstich; Elektrochemie; Wiley, Weinheim 1998

Für Wasserstofftechnologie:

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

Für Brennstoffzellen:

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Elektromagnetische Verträglichkeit         |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Electromagnetic Compatibility              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Elektromagnetische Verträglichkeit</b>  |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Electromagnetic Compatibility              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Hirsch, Holger                             |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | W/S              | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Elektrische und elektronische Geräte basieren auf dem gezielten Transport und der Verarbeitung elektrischer und magnetischer Felder. Neben dieser beabsichtigten ist eine unbeabsichtigte Feldausbreitung oder Beeinflussung einer elektrischen Funktion durch Felder möglich, die von anderen Geräten der Umgebung stammen. Genau mit solchen Störphänomenen beschäftigt sich die Vorlesung Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Es werden Verfahren zur Sicherstellung der Produkteigenschaft EMV entwickelt. Neben der EMV-Messtechnik und -Messverfahren werden technische Maßnahmen am Produkt besprochen und charakterisiert. In einer Übung werden die Lehrinhalte vertieft. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studenten sind in der Lage technische Maßnahmen zur Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit, wie Filterung und Schirmung zu dimensionieren. Sie erlernen die begründete Auswahl geeigneter EMV-Messverfahren für bestimmte Produkte im Rahmen der Qualitätssicherung.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| Electric and electronic appliances are based on the intended use and transport of electric and magnetic fields. Beside this intended use, fields of external sources may influence the function of an electronic component. Furthermore the emission of fields of this electronic component either radiated or conducted can potentially disturb other equipment in the neighbourhood or radio services. These disturbance phenomena are covered by the lecture Electromagnetic Compatibility (EMC). Methods to ensure the product property EMC will be derived. Besides EMC measurement technology and measurement methods technical measures applied to products will be discussed and characterised. The content will be deepened in exercises. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| The students are able to develop technical suppression measures for the improvement of the electromagnetic compatibility, like filter and shielding. They learn the justified selection of suitable EMC-measurement methods for specific products with regard to quality assurance.  |

## Literatur

- 1 Schwab: Elektromagnetische Verträglichkeit , Springer Verlag 1996
- 2 Perez: Handbook of EMC, Academic Press 1995
- 3 Kellerbauer/Gustrau: Elektromagnetische Verträglichkeit, Hanser Verlag, 2015

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Empirical Finance                          |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Empirical Finance                          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Empirical Finance</b>                   |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Empirical Finance                          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Hibbeln, Martin                            |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | W/S              | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  |                  |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Theoretische Hintergründe zu aktuellen finanzwirtschaftlichen Fragestellungen</li> <li>2. Methodische Hintergründe und Anwendung ökonomischer Methoden auf finanzwirtschaftliche Fragestellungen</li> <li>3. Diskussion aktueller empirischer Forschungsarbeiten zu finanzwirtschaftlichen Fragestellungen</li> </ol>  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Nach erfolgreichem Beenden dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aktuelle Themen aus dem Bereich Finance zu diskutieren,</li> <li>- ökonomische Methoden bei konkreten finanzwirtschaftlichen Forschungsfragen anzuwenden und somit unter anderem auf eine bevorstehende empirische Masterarbeit vorbereitet zu werden sowie</li> <li>- empirische Forschungsarbeiten kritisch zu diskutieren.</li> </ul> |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. theoretical background to current financial issues</li> <li>2. methodological background and application of econometric methods to financial issues</li> <li>3. discussion of current empirical research on financial issues</li> </ol>  |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| <p>After successfully completing this module, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- discuss current topics in the field of finance,</li> <li>- apply econometric methods to specific financial research questions and be prepared for an upcoming empirical Master's thesis, among other things, and</li> <li>- critically discuss empirical research work.</li> </ul> |

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

Institute of Internal Auditors (2016): International Professional Practice Framework  
Eulerich: Die Interne Revision (2018)  
Peemöller / Kregel: Grundlagen der Internen Revision (2022)  
Bünis / Gossens: 1x1 der Internen Revision (2020)  
Sawyer: Sawyer's Guide to Internal Auditing (2019)

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>         |                  |                              |                    |
| Empirische Forschungsmethoden: Datengewinnung |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                   |                  |                              |                    |
| Marketing and Management Research             |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>          |                  |                              |                    |
| Empirische Forschungsmethoden: Datengewinnung |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                   |                  |                              |                    |
| Marketing and Management Research             |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                          |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Schmitz, Gertrud                              |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                           | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                          | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                        |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                       |                  |                              |                    |
| Klausur                                       |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>    |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Begriffliche und konzeptionelle Grundlagen empirischer Forschung</li> <li>2. Methoden der Datenerhebung und Messung theoretischer Konstrukte</li> <li>3. Verfahren zur Auswahl von Untersuchungseinheiten</li> <li>4. Datenanalyse und Ergebnisdokumentation</li> <li>5. Datenerfassung, -verarbeitung und -austausch durch Informationssysteme im Handel</li> </ol>  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die zentralen Aufgaben empirischer Forschung zu beschreiben,</li> <li>- grundlegende Methoden zur Datenerhebung sowie zur Messung komplexer Konstrukte zu erläutern und anzuwenden,</li> <li>- die einschlägigen Verfahren zur Auswahl der Untersuchungseinheiten zu benennen und zu nutzen,</li> <li>- Methoden zur Analyse von (qualitativen) Daten zu verstehen und anzuwenden,</li> <li>- die Grundstruktur dienstleistungs- und handelsspezifischer Informationssysteme zu beschreiben und zu erläutern, wie im Handel eine effektive und effiziente Steuerung von Informationsflüssen auch über externe Schnittstellen hinweg gewährleistet werden kann.</li> </ul> |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>        |
|   |
| <b>Learning objectives / skills English</b> |
|   |

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



1. Backhaus, K./Erichson, B./Plinke, W./Weiber, R. (2021), Multivariate Analysemethoden, 16. Aufl., Berlin.
2. Berekoven, L./Eckert, W./Ellenrieder, P. (2009), Marktforschung, 12. Aufl., Wiesbaden.
3. Fantapié Altobelli, C. (2023), Marktforschung: Methoden, Anwendungen, Praxisbeispiele, 4. Aufl., Konstanz.
4. Kuß, A./Wildner, R./Kreis, H. (2021), Marktforschung, 7. Aufl., Wiesbaden.
5. Malhotra, N. (2019), Marketing Research: An Applied Orientation, 7. Aufl., Upper Saddle River.
6. Weiber, R./Sarstedt, M. (2021), Strukturgleichungsmodellierung, 3. Aufl., Berlin.

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                           |                  |                              |                    |
| Empirische Forschungsmethoden: Multivariate Datenanalyse        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                     |                  |                              |                    |
| Marketing and Management Research: Multivariate Data Analysis   |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                            |                  |                              |                    |
| <b>Empirische Forschungsmethoden: Multivariate Datenanalyse</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                     |                  |                              |                    |
| Marketing and Management Research: Multivariate Data Analysis   |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Adler, Jost   |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>   |                  |                              |                    |
| Klausur   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                      |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Klassifikationsansätze</p> <p>Explorative Verfahren der Datenanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Multidimensionale Skalierung</li> <li>- Clusteranalyse</li> </ul> <p>Konfirmatorische Verfahren der Datenanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nichtlineare Regressionsanalyse</li> <li>- Varianzanalyse</li> <li>- Kausalanalyse</li> </ul>  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Das Modul behandelt verschiedene Themen innerhalb der modernen multivariaten Datenanalyse, welche breite Anwendung im Marketingbereich finden. Zu den Themengebieten der explorativen Datenanalyse gehören u.a. die Clusteranalyse sowie die Multidimensionale Skalierung. Verfahren, die der konfirmatorischen Analyse zuzuordnen sind, umfassen u.a. die nichtlineare Regression, die Varianzanalyse und abschließend die Kausalanalyse. Letztere berücksichtigt die im Marketing besonders relevanten Strukturgleichungsmodelle mit latenten Variablen. In der Veranstaltung werden die Besonderheiten, Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten der unterschiedlichen Methoden diskutiert und anhand von Beispieldatensätzen exemplarisch erläutert und eingeübt. Nach erfolgreichem Beenden des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die gängigen Analysemethoden der multivariaten Statistik zu beschreiben,</li> <li>- behandelte Themengebiete in Bezug auf ihre Anforderungen und Einsatzmöglichkeiten im Marketingbereich selbstständig zu prüfen und zu erläutern,</li> <li>- die Analysemethoden in eine systematische Struktur einzuordnen,</li> <li>- die erworbenen Kenntnisse praktisch anhand von konkreten Problemstellungen in SPSS/AMOS und R anzuwenden und für Zwecke des Marketings einzusetzen und</li> <li>- erhaltene Ergebnisse der Methodenanwendung hinsichtlich verschiedener Kriterien zu bewerten und zu interpretieren.</li> </ul> |

**Description / Content English**

**Learning objectives / skills English**

**Literatur**

Backhaus, K. et al. (2021): Multivariate Analysemethoden, 16. Aufl., Berlin: Springer  
Backhaus, K. et. al (2015): Fortgeschrittene Multivariate Analysemethoden, 3. Aufl., Berlin: Springer  
Wentura, D. et al. (2023): Multivariate Datenanalyse mit R, 2. Aufl., Berlin: Springer  
Hair, J. F. Jr. et al. (2013): Multivariate Data Analysis, 7. Aufl., Upper Saddle River, N.J.: Pearson Education  
Weiber, R., Sarstedt, M. (2021): Strukturgleichungsmodellierung, 3. Aufl., Berlin: Springer  
Burkhardt, M. et al. (2022): Datenanalyse mit R: Fortgeschrittene Verfahren, München: Pearson

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Energie- und Immobilienmanagement          |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Energy and Real-Estate Management          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Energie- und Immobilienmanagement</b>   |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Energy and Real-Estate Management          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Weber, Christoph                           |                  |                              | WiWi               |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>1 Grundlagen: Grundfragen des Facility Managements und des Corporate Real Estate Managements</p> <p>2 Strategisches Immobilien-Management: Life Cycle Costing und Life Cycle Assessment, Wertmanagementstrategien</p> <p>3 Energiemanagement als Teil des Immobilien-Management: Energiecontrolling, Energiekennzahlen, Rationelle Energieanwendung, sowie Klimaschutz und Nachhaltigkeit</p> <p>4 Operatives Energie- und Immobilien-Management: Herausforderungen, Teilbereiche und IT-Unterstützung des Facility Managements</p> <p>5 Schlussbetrachtung: Perspektiven des Energie- und Immobilien-Managements</p>   |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen Begriffe, Definitionen und Bedeutungen von Facility Management, Corporate Real Estate Management, Immobilienmanagement und Energiemanagement</li> <li>- kennen moderne Konzepte und Methoden der Bewirtschaftung von Gebäuden</li> <li>- kennen die Grundlagen von strategischem Immobilienmanagement und operativen Facility Management</li> <li>- sind vertraut mit Methoden und Ansätzen zur Analyse der Energienutzung in Gebäuden und Produktionsprozessen</li> <li>- können das erlernte Wissen anhand ausgewählter Fallbeispiele anwenden</li> <li>- können die Vorlesungsinhalte kapitelübergreifend in Zusammenhang bringen</li> <li>- können Transferwissen zielgerichtet anwenden</li> <li>- können das erlernte Wissen in Fallbeispielen aus dem Energie- und Immobilienmanagement anwenden</li> </ul> |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>        |
|   |
| <b>Learning objectives / skills English</b> |
|   |

## Literatur

Nävy, J. (2003): Facility Management; 3. Auflage; Springer-Verlag; Berlin.

Braun, H.-P.; Oesterle, E.; Haller, J. (2004): Facility Management - Erfolg in der Immobilienbewirtschaftung; 4. Aufl.; Springer-Verlag; Berlin.

Schneider, H., Görze, R.; von Kessel, H. (2004): Facility Management planen, einführen, nutzen; Schaeffler-Poeschel-Verlag; Stuttgart.

Beck, Brandt, Salander (2000): Handbuch Energiemanagement: Wirtschaft, Recht, Technik; Heidelberg-Verlag.

Pfnür, A. (2010): Modernes Immobilienmanagement: Facility Management, Corporate Real Estate Management und Real Estate Investment Management; 3. Auflage; Berlin.

H. König und J. Schoof, Hg. (2010): A life cycle approach to buildings: Principles, calculations, design tools, 1. Aufl. München.

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                     |                  |                              |                    |
| Energie- und Ressourceneffizienz in der Produktion        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                               |                  |                              |                    |
| Energy- and Ressource Efficiency in Production            |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                      |                  |                              |                    |
| <b>Energie- und Ressourceneffizienz in der Produktion</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                               |                  |                              |                    |
| Energy- and Ressource Efficiency in Production            |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                      |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Saul, Kenny   |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                       | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                      | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                                    |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                   |                  |                              |                    |
| Präsentation der Teamarbeit und Klausur                   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Energieeffizienz von Maschinen und Anlagen nimmt bei den kontinuierlich steigenden Energiekosten einen wesentlichen Stellenwert in der Industrie ein. Politische Forderungen verlangen nach einer deutlichen Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses sowie nach einer erheblichen Steigerung der Energieeffizienz in der Produktion. Skalare Zielsetzungen sind auf politischer Ebene bereits für die kommenden Jahrzehnte eindeutig definiert, werden aber auch kontinuierlich verändert. Immer mehr Produktionsbetriebe beschäftigen speziell ausgebildetes Personal als Energiemanager oder –beauftragte, welche im Unternehmen die Effizienz der Prozesse analysieren und effizienzsteigernde Maßnahmen und Konzepte umsetzen sollen. Zudem werden all diese Themen von externen Einflüssen wie Verfügbarkeiten, Pandemiesituationen und Kriegereignissen beeinflusst, was schwer vorhersehbar ist und enorme Veränderungen mit sich bringt.</p> <p>Vorlesung:<br/>         Im Rahmen der Vorlesung werden folgende Themenbereiche behandelt:<br/>         Überblick über den Energiemarkt (Politische Ziele, erneuerbare Energien, Energiespeicherung, Energieeinkauf, Energietarife, Lastspitzen, Energiepolitik, Förderung und EEG Gesetz), Energieträger in der Produktion (Elektrische Energie, Druckluft, Hydraulik, Erdgas, Temperiermedien &amp; Kühlwasser), Energieerzeuger und –wandler sowie Verbraucher in der Produktion (Kompressoren, Pumpen, Kessel, Antriebe, Speicher), Maßnahmen und Methoden zur Effizienzsteigerung (Antriebstechniken im Vergleich, Druckluftsysteme, Wärmeerzeugung, Kälteerzeugung, Infrastrukturmaßnahmen, Prozessparameter, Möglichkeiten zur Abwärmenutzung (KWK, AKM, ORC, Peltier, BHKW, Seebeck), Energiemanagement (Normen und Vorgaben, Energiemanagementsysteme, Lastspitzenmanagement, Energieaudits), Vorgehensweise in der Energieoptimierung (Produktionsanalyse, Definition einer Bilanzhülle, Energetische Erfassung 1, Auswertung, Ableiten von Potentialen, Umsetzung von Maßnahmen, Energetische Erfassung 2, Fazit), Fallbeispiele</p> <p>Praktika/Übungen:<br/>         In den Übungen wird eine Investitionsentscheidung vorbereitet. Dazu werden unterschiedliche Technologien hinsichtlich ihrer technologischen Eignung sowie auch hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit bewertet und miteinander verglichen. Die Ergebnisse werden im Rahmen einer Präsentation den Übungsteilnehmern vorgestellt und diskutiert.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |

Die Studierenden verfügen über die zum Verständnis verschiedener Prozesse notwendigen Grundkenntnisse der Verfahrenstechnik, Thermodynamik, Elektrotechnik sowie über Kenntnisse aus dem Bereich elektrischer Maschinen und Anlagen. Darüber hinaus besitzen Sie ein tiefergehendes Verständnis für das umfangreiche Thema der Energieerzeugung und -umwandlung sowie über verschiedene Möglichkeiten die Effizienz eines Produktionsprozesses zu erfassen, Stoff- und Energieströme zu visualisieren und Ergebnisse zu analysieren. Daraus können Sie eigenständig Maßnahmen ableiten, so dass gezielt an einzelnen Stellen im Prozess die Effizienz gesteigert werden kann.

### Description / Content English

The energy efficiency of machines and plants is taking on a significant role in industry as energy costs continue to rise. Political demands call for a significant reduction in CO2 emissions as well as a substantial increase in energy efficiency in production. Scalar targets have already been clearly defined at the political level for the coming decades, but they are also being continuously modified. More and more production companies employ specially trained personnel as energy managers or energy officers, who are to analyze the efficiency of processes in the company and implement efficiency-increasing measures and concepts. In addition, all of these topics are influenced by external influences such as availabilities of resources, pandemic situations and war events, which are difficult to predict and result in enormous changes.

Lecture:

Content of this lecture are topics like: overview about energy market (political goals, renewable energy, energy storage, energy purchase, energy tariffs, energy peaks, energy politic, funding, EEG law), energy sources in production (electrical energy, compressed air, hydraulic systems, gas, cooling media), energy producer and energy regulators (compressors, pumps, boiler, drives), ways to increase efficiency (drives in comparison, compressed air systems, heat generation, chillers), infrastructural potentials (possibility of waste heat usage, process parameters, energy management systems, ways to improve efficiency, practical examples)

Seminars:

In the exercises an investment decision is prepared. For this purpose, different technologies are evaluated and compared with each other with regard to their technological suitability and also with regard to their economic efficiency. The results are presented to the exercise participants in a presentation.

### Learning objectives / skills English

The students have understanding about different processes and necessary basic knowledge of processes, thermodynamics, electronics and mechanical engineering. In addition to this they have deeper understanding for the complex topic of energy generation, energy transmission and energy transformation as well as different ways to analyze the efficiency of processes, to visualize energy and resource flows and to interpret results. Using this knowledge they are able to create own ways to improve efficiency in production processes.

### Literatur

Wird in der Veranstaltung bekanntgegeben. / Will be announced in class.

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Literatur**

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Energiewandlungsmaschinen                  |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Energy conversion machines                 |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Energiewandlungsmaschinen</b>           |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Energy conversion machines                 |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Brillert, Dieter; Schuster, Sebastian      |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 1  |                  |                              | 3                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Abtestat mit Präsentation                  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Es wird ein Überblick über die unterschiedlichen Fluidenergiemaschinen gegeben mit Bezug zur nachhaltigen Versorgung der Gesellschaft mit Energie. Insbesondere wird der Fokus auf die Windenergieanlagen/Windturbinen gelegt, die mit ihrem Potenzial mit on- und offshore Anlagen erheblich zur Versorgung beitragen. Das Potenzial der Windenergie und die Umwandlung in elektrische Energie werden diskutiert. Dies wird begleitet durch die Betrachtung der Windenergie im Energiesystem, die Konzepte der Windturbinen inkl. der Aerodynamik, des mechanischen Aufbaus, des Betriebes sowie der Wartung der Anlagen.</p> <p>Im Rahmen einer Seminararbeit in Gruppen wird eine bestehende Kleinwindkraftanlage betrachtet. Es ist das Ziel diese zu verbessern und die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Konzepte zu diskutieren. Die Verbesserung wird dann von der Gruppe konstruktiv umgesetzt und fertigungstechnisch begleitet. Ein Umbau der Kleinkraftwindanlage erfolgt im Labor des Fachgebietes. Im Windtunnel wird dann im Anschluss die Anlage vermessen und abschließend werden in einem Abtestat die Ergebnisse von der Gruppe vorgestellt und diskutiert. Das Seminar ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung. Empfohlene Voraussetzung für diese Lehrveranstaltung sind die bestandenen Prüfungen in Thermodynamik, Strömungsmechanik und Energiewandlung in Strömungsmaschinen.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Sie (die Studierenden) verstehen den Aufbau einer Windkraftanlage/Windturbine und kennen die grundsätzlichen Herausforderungen und Zusammenhänge der Energiewandlung. Sie sind in der Lage in einem Projektteam zusammenzuarbeiten und können konstruktiv an einer Verbesserung einer Windkraftanlage arbeiten.</p>  |

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

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

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

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

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

### **Literatur**

siehe Webseite des Lehrstuhls Strömungsmaschinen

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

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

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

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

### Description / Content English

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

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

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

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

### Learning objectives / skills English

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

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

### Literatur

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Energy Markets and Price Formation         |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Energy Markets and Price Formation         |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Energy Markets and Price Formation         |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Energy Markets and Price Formation         |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Weber, Christoph                           |                  |                              | WiWi               |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

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

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Energy markets classified according to energy sources and customer segments</li> <li>2. Products in energy trading: spot market, forwards, futures, options, real options</li> <li>3. Pricing in wholesale markets I: Fundamental analytic models, problem formulations and solving as computer models</li> <li>4. Pricing in wholesale markets II: Financial and econometric models, i.e. Wiener process, mean-reversion process, ARMA and ARIMA formulation and implementation</li> <li>5. Valuating options: analytical methods (Black-Scholes, Bachelier, Margrabe), numerical methods (Monte-Carlo-Simulation), tree-building methods</li> <li>6. Game-theoretical approaches to price formation: standard oligopoly models (Cournot), supply function equilibria</li> <li>7. Summary of the models for the energy market, advantages and disadvantages</li> </ol> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| <p>Students taking the course will</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gain knowledge of products in energy trading</li> <li>- get familiar with modern concepts and methods of analyzing the pricing on energy markets</li> <li>- learn how to describe and use procedures of fundamental and mathematical-econometric market analyses</li> </ul>   |

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

- Borchert, J.; Schemm, R.; Korth, S. (2006): Stromhandel – Institutionen, Marktmodelle, Pricing und Risikomanagement; Stuttgart.
- Burger, M.; Graeber, B.; Schindlmayer, G. (2014): Managing energy risk, 2nd edition. Wiley Finance.
- Clelow, L.; Strickland, C. (2000): Energy Derivatives. Pricing and risk management; London.
- Horstmann, K.-P.; Cieslarczyk, M. (Hrsg.) (2006): Energiehandel – Ein Praxishandbuch; Köln.
- Hull, J. C (2015): Option, Futures and Other Derivatives, 9th edition, Upper Saddle River E. Ronn (ed.): Real Options and Energy Management; London.
- Pilipovic, D. (1998): Energy Risk. New York et al.
- Schwintowski, H.-P. (Hrsg.) (2006): Handbuch Energiehandel; Berlin.
- Weber, C. (2005): Uncertainty in the Electric Power Industry: Methods and Models for Decision Support; Berlin.
- Zenke, I./ Schäfer, R. (2012): Energiehandel in Europa, 3. Auflage, C.H.Beck

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>         |                  |                              |                    |
| Entwurf digitaler Systeme für FPGAs Praktikum |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                   |                  |                              |                    |
| Design of Digital Systems for FGPA Lab        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>          |                  |                              |                    |
| Entwurf digitaler Systeme für FPGAs Praktikum |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                   |                  |                              |                    |
| Design of Digital Systems for FGPA Lab        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                          |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Grabmaier, Anton                              |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                           | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                          | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|   |                  | 3                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                        |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                       |                  |                              |                    |
| Klausur                                       |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>    |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Ein FPGA (Field Programmable Gate Array) stellt ein sehr mächtiges Tool in den Händen von Entwicklern dar. Es beinhaltet logische Gatter und FlipFlops, die mit Hilfe einer Hardwarebeschreibungssprache, z.B. Verilog oder VHDL miteinander verschaltet werden können, um so individuelle digitale Logik zu realisieren. Hierbei können einfache Logikfunktionen, komplexere Module (UART, SPI, I2C, etc.), bis hin zu komplexen Gesamtsystemen wie Mikrocontrollern, Mikroprozessoren und GPU's erzeugt werden. Durch hohe Clockfrequenzen von z.B. 400 MHz kann eine hohe Datenverarbeitung erreicht werden. Ihre Wiederbeschreibbar- und somit Wiederverwendbarkeit stellt einen weiteren Vorteil dieser Bauteile dar. In diesem Praktikum werden Sie an die Nutzung von FPGA's herangeführt. Hierfür werden Sie in den einzelnen Terminen Lösungen zum Thema in der Hardwarebeschreibungssprache Verilog programmieren und auf einem FPGA-Board testen. Als FPGA-Board wird das „Genesys Board“ mit einem Xilinx Virtex 5 Chip eingesetzt.</p> <p>Eine Einführung in die Sprache Verilog erfolgt am ersten Veranstaltungstermin. Eine weitere Vertiefung der Sprache ist aber darüber hinaus erforderlich um die Aufgaben erfolgreich umzusetzen. Zugehörige Literatur kann aus der Bibliothek BA bezogen werden.</p> <p>Inhalte der einzelnen Versuchsmodule:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in das ISE Xilinx Entwicklungstool / Einführung Verilog</li> <li>2. Entwicklung eines Taktteilers</li> <li>3. Ansteuerung einer Sieben-Segmentanzeige</li> <li>4. Ansteuerung eines LCD-Moduls</li> <li>5. Entwicklung eines UART-Moduls</li> <li>6. Entwicklung eines SPI-Controllers und Ansteuerung eines Beschleunigungssensors</li> </ol> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden haben die Grundlagen von Verilog erlernt. Sie verstehen das Konzept von kombinatorischen und sequenziellen Schaltungstechniken. State-Maschinen können realisiert werden um komplexe Steuerungsaufgaben zu lösen. Das Designtool ISE Xilinx kann bedient und das erstellte Programm auf einem FPGA-Board getestet werden.</p>  |

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



A FPGA (Field Programmable Gate Array) is a useful and powerful tool for developing digital circuits. It contains logic gates and flip-flops, which can be combined by using a hardware description language like Verilog or VHDL for creating various individual digital logic circuits. It can be utilized to generate from small, simple to complex modules (UART, SPI, I2C, etc.) and further to complex systems like microcontrollers, microprocessors and GPU. Its high clock frequencies (400 MHz) in combination to parallel processing of a system can be used to achieve high data processing.

Another benefit is the ability to rewrite and reuse the FPGA for different projects.

In this lab you get familiar with the usage of FPGAs. You will use the hardware description language Verilog to create possible solutions for each lab and test it on a FPGA board. The hardware is a 'Genesys Board' including a Xilinx Virtex 5 chip.

The Labs will start with a short introduction to Verilog. For further steps the student is asked to consult the given literatures. The books can be borrowed from BA Library.

Content of the labs:

1. Introduction to the ISE Xilinx Tool/Introduction to Verilog
2. Create a clock-divider
3. Controlling a 7-seg Display
4. Controlling a LCD-module
5. Create a UART-Module
6. Create a SPI-controller and read out of an acceleration sensor

### Learning objectives / skills English

The students are familiar with the basics of Verilog. They understand the concepts of combinational and sequential logic. State-machines can be created and used for complex controlling problems. They are able to handle the ISE Xilinx design-tool and test the written program on an FPGA board.

### Literatur

1. S. Kilts, Advanced FPGA Design. Architecture, Implementation, and Optimization. Wiley, 2007.
2. B. C. Readler, Verilog by example. A Concise Introduction for FPGA Design. Full Arc Press, 2013.

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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Die Veranstaltung greift die Kenntnisse der Veranstaltung „Entwurf nachhaltiger und autonomer maritimer Systeme 1“ auf und behandelt die besonderen Entwurfsaspekte verschiedener Schiffstypen. Dazu gehören Container-, Passagier-, RoRo-Schiffe sowie Bulker und Spezialschiffe. Aspekte der Nachhaltigkeit sowie Kenntnisse über den Entwurf autonomer, bzw. hoch automatisierter Systeme werden vermittelt. Des Weiteren wird der Einsatz numerischer Methoden im Entwurfsprozess vermittelt. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| 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.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The lecture takes up the knowledge of the course “Design of sustainable and autonomous maritime systems 1” and covers specific design aspects and techniques of different ship types. Among these are containers, passenger and RoRo vessels as well as bulker and special purpose vessels. The course covers aspects of sustainability and provides knowledge about the design of autonomous and highly automated systems. Furthermore, the application of numerical methods in ship design is taught. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| 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.  |

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Entwurf von Unterwasserfahrzeugen          |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Design of Submarines                       |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Entwurf von Unterwasserfahrzeugen          |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Design of Submarines                       |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| el Moctar, Bettar Ould; Goesmann, Hendrik  |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  |                  |                              | 2                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

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

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                                |                  |                              |                    |
| Experimentelle Methoden in der Maschinen- und Prozessdiagnose        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>  |                  |                              |                    |
| Experimental Methods in Machine and Process Diagnostics              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                                 |                  |                              |                    |
| <b>Experimentelle Methoden in der Maschinen- und Prozessdiagnose</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>  |                  |                              |                    |
| Experimental Methods in Machine and Process Diagnostics              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>   |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Weissbuch, Frank   |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>  |                  |                              |                    |
| Klausur und Versuchsprotokoll  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                           |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die Lehrveranstaltung vermittelt den messtechnisch interessierten Studierenden Einblicke in die Planung, Durchführung und die Auswertung ausgewählter Messverfahren. Hierzu gehören die Schwingungsmesstechnik und deren Anwendung in der Maschinendiagnose, die Strukturanalyse sowie die Spannungsanalyse und deren Anwendung in der dauerhaftesten Auslegung von Maschinenbauteilen. Die theoretischen Grundlagen werden anhand von zahlreichen Fallbeispielen aus der industriellen Praxis vertieft und diskutiert.</p> <p>Im Rahmen des Praktikums werden folgende Themenschwerpunkte behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Applikation von Dehnungsmessstreifen (DMS) zur Spannungsanalyse an ausgesuchten Objekten</li> <li>Kalibrierung und Durchführung von Versuchen an den applizierten Objekten</li> <li>Vergleich von berechneten und gemessenen Daten</li> <li>Realisierung einer Telemetriemessung auf der Basis einer DMS - Torsionsmessstelle</li> <li>Experimentelle Modalanalyse an einem ausgewählten Bauteil</li> <li>Betriebschwingungsanalyse an einem ausgewählten Bauteil</li> <li>Anwendung der Verfahren der Maschinendiagnose an einem Wälzlagerprüfstand</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Veranstaltung vermittelt fundiertes Wissen über ausgewählte Messverfahren in der Maschinen- und Prozessdiagnose. Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der DMS-Technik, der Telemetriemesstechnik einschließlich der verfügbaren Messelektronik. Sie haben Verfahren der Maschinen- und Strukturdiagnose kennen gelernt.</p>  |

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

This lecture imparts the organization, realization and analysis of selected measuring methods. These include vibration measurements and their application in machine diagnostic, structural analysis as well as stress analysis and their application in the durable design of machine components. The theoretical principals are explained and discussed in detail at numerous case studies from industrial practice.

During the practical course the following topics are discussed:

Application of strain gauges on selected objects

Calibration and experimental procedure on the applied objects

Comparison of theoretical and measured data

Realization of a telemetry measurement based on a torsional strain gauge measurement

Experimental modal analysis on a selected object

Operational deflection shape on a selected object

Procedure of machine diagnostics on a rolling bearing test rig

### Learning objectives / skills English

This lecture imparts established knowledge about selected measuring procedures in machine and process diagnostics. The students will know about essential skills of the strain gauge technique, the telemetry including the available electronic measuring equipment. They dealt with machine and structural diagnostics.

### Literatur

Spannungsermittlung mit Dehnungsmeßstreifen

Hoffmann, Karl. (1987). Eine Einführung in die Technik des Messens mit Dehnungsmeßstreifen. Darmstadt, Deutschland:

HBM GmbH

Telemetrie

Schnorrenberg, Werner. Telemetrie – Messtechnik Theorie und Praxis.

Strukturanalyse

Dessing, Ole. (1989). Structural Testing Part 1. Naerum, Dänemark: Bruel & Kjaer

Dessing, Ole. (1989). Structural Testing Part 2. Naerum, Dänemark: Bruel & Kjaer

Schwingungsmessung

Bruel & Kjaer. (1986). Schwingungsmessung, Naerum, Dänemark: Bruel & Kjaer

Bruel & Kjaer. (1991). Maschinenzustandsüberwachung. Naerum, Dänemark: Bruel & Kjaer

Kolerus, Josef. (2011). Zustandsüberwachung von Maschinen. Sindelfingen, Deutschland: Expert Verlag

Klein, Ulrich. (2003). Schwingungsdiagnostische Beurteilung von Maschinen und Anlagen (2. Auflage). Düsseldorf,

Deutschland: VBFH

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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>In der Vorlesung wird die Vielschichtigkeit der Fabrikplanung dargestellt. Aufbauend auf theoretischen Grundlagen wird ein grundlegendes Wissen vermittelt, das sowohl auf wissenschaftlichen Forschungs-ergebnissen als auch auf profunden praxisnahen Erfahrungen basiert. Die Vorlesung befasst sich mit dem unternehmensweiten Aufbau von Produktions- und Distributionssystemen. Vorgestellt werden gängige Steuerungsverfahren und Algorithmen in Verbindung mit Push- und Pull-Konzepten auf einer PPS- bzw. ERP-Ebene.</p> <p>Der Inhalt der Vorlesung besteht aus folgenden Kapiteln u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabrikplanung als ganzheitliche Aufgabe</li> <li>- Planungsgegenstände und Vorgehensweisen</li> <li>- Zielplanung und ihre Bestimmungsfaktoren</li> <li>- Projektmanagement in der Fabrikplanung</li> <li>- Festlegung der Datenbasis</li> <li>- Struktur- und Systemplanung</li> <li>- Bewertung von Varianten</li> <li>- Layoutplanung</li> <li>- Ausführungsplanung</li> <li>- Ausführung und örtliche Bauleitung</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <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>   |

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

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

The lecture contains of the following chapters:

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

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

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

### **Literatur**

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

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

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

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



|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Fahrerassistenzsysteme                     |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Driver Assistance Systems                  |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Fahrerassistenzsysteme                     |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Driver Assistance Systems                  |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Hiesgen, Gregor                            |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 1  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Fahrerassistenzsysteme (FAS) leisten einen zunehmend größeren Beitrag zur Reduzierung von Unfallzahlen im Straßenverkehr. Die Entwicklung von passiven und aktiven FAS ist insbesondere aufgrund der Interaktion derartiger Systeme mit dem Menschen komplex und kann nicht ausschließlich mit den - in der Automobilindustrie etablierten - Entwicklungsmethoden realisiert werden. Neben umfangreichen Probandenstudien in Prototypfahrzeugen werden verstärkt Fahrsimulatoren im Entwicklungsprozess eingesetzt.</p> <p>Im Rahmen der Vorlesung werden aktuelle und zukünftige passive und aktive Fahrerassistenzsysteme im Detail diskutiert. Als Beispiele können die adaptive Geschwindigkeitsregelung bis in den Stillstand „ACC Stopp &amp; Go“ oder Spurhalteassistenzsysteme, die den Fahrzeugführer in der Querführung durch Überlagerung von Lenkmomenten unterstützen, genannt werden. Ein besonderer Fokus wird auf die Funktionsstruktur und -realisierung der Systeme und auf die Kommunikation mit dem Menschen gelegt. Weiterhin werden die benötigten Hardwarekomponenten, wie Sensoren, Aktuatoren und Kommunikationsschnittstellen, behandelt.</p> <p>Die Inhalte werden anhand von Computerübungen in der etablierten Entwicklungsumgebung MATLAB/Simulink begleitet. Hier werden ausgewählte Algorithmen für die Echtzeitsimulation im Fahrsimulator und auf Prototyp-Steuergeräten erarbeitet. Zusätzlich werden vorlesungsbegleitende Vortragsübungen angeboten, in denen die Vorlesungsinhalte durch praktische Beispiele ergänzt werden.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |

Die Studierenden können die aktuellen Forschungsaktivitäten der Automobilhersteller (OEM) im Bereich Fahrerassistenzsysteme aufzeigen. Weiterhin beherrschen die Studierenden die spezielle Entwicklungsmethodik zur Realisierung von zukünftigen FAS in ihren Grundzügen. Insbesondere haben die Studierenden erweiterte Kenntnisse bezüglich des Einsatzes von Fahrsimulatoren im Entwicklungsprozess von Fahrerassistenzsystemen. Neben den theoretischen Grundlagen erlernen die Studierenden erweiterte Kenntnisse in der Entwicklungssoftware MATLAB/Simulink und sind beispielsweise in der Lage, neue Algorithmen in eine echtzeitfähige Fahrsimulator-Simulationsumgebung zu integrieren.

Inhaltszusammenfassung:

- Grundlagen aktueller und zukünftiger Fahrerassistenzsysteme
- Grundlagen verschiedener Fahrsimulator-Technologien im Bereich Forschung & Entwicklung
- Grundlagen zur Entwicklungsmethodik von zukünftigen Fahrerassistenzsystemen
- Modellbildung und Simulation der Regelungsalgorithmen ausgewählter FAS
- Modellbildung und Simulation von FAS mit MATLAB/Simulink
- Integration der Algorithmen in die Fahrsimulator-Architektur des Lehrstuhls für Mechatronik (Echtzeitanwendungen)

### Description / Content English

Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) raise the level of vehicle safety in an extensive degree and therefore contribute to the decrease of the overall accident number. The development of ADAS is a complex task, because the human driver has to be integrated in the development process. The interaction strategies between human and machine (human machine interface) cannot be developed with classical development approaches of the automotive industry. Extensive studies in modern driving simulators and prototype vehicles have to be progressed.

The course covers state of the art and future, passive and active advanced driver assistance systems in detail. As examples, the adaptive cruise control and traffic jam assistant „ACC Stopp & Go“ and lane keeping assistance systems, which guide the driver on the center of the driving lane by overlaying steering wheel torques, are treated in detail. Special emphasizes are applied on the algorithms, the functionality, the technical realization and the interaction of such systems with the human driver. Furthermore, the required hardware components like sensors, actors and communication interfaces are treated. The contents are support by computer labs. The students are qualified to operate the simulation software MATAB/Simulink and to implement selected algorithms in a real time environment. Additional exercises are provided to complement the lecture content with practical examples.

### Learning objectives / skills English

The students are enabled to illustrate the most important research activities of the automotive industry in the field of driver assistance systems. Furthermore, the students can handle the special development methods to realize future driver assistant systems. In particular, the students have advanced skills to apply driving simulators in the development process of advanced driver assistance systems.

Besides the theoretical background, extended skills in the simulation software MATLAB/Simulink are mediated. The students are able to integrate new driver assistance algorithms in a real time capable driving simulator environment.

Content:

- Basic principles regarding future driver assistance systems
- Research driving simulator technologies
- Development methods for advanced driver assistance systems
- Modeling and simulation of exemplary control algorithms for driver assistance systems
- Modeling and simulation of the overall driver assistance system in MATLAB/Simulink
- Implementation and integration of the underlying algorithms in the real time simulation environment of the driving simulator at the chair of mechatronics

### Literatur

- Schramm, D.: Modellbildung und Simulation der Dynamik von Kraftfahrzeugen, Springer Verlag
- Winner, H.: Handbuch Fahrerassistenzsysteme
- Mitschke, M.: Dynamik der Kraftfahrzeuge, Springer Verlag
- Willumeit, H.-P.: Modelle und Modellierungsverfahren in der Fahrzeugdynamik, Teubner Verlag

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

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

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

The Students are able to

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

## Literatur

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

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

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

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

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

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

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

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

Eigenes Manuskript/Foliensatz

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

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                          |                  |                              |                    |
| Fahrzeugtechnik und Energieversorgung für die Elektromobilität |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                    |                  |                              |                    |
| Vehicle technology and energy supply for electromobility       |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                           |                  |                              |                    |
| Fahrzeugtechnik und Energieversorgung für die Elektromobilität |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                    |                  |                              |                    |
| Vehicle technology and energy supply for electromobility       |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>   |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Hirsch, Holger; Vennegeerts, Hendrik                           |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>  |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die Veranstaltung setzt sich mit dem Aufbau und dem Betrieb elektrischer Bordnetze auseinander. Hierzu gehören insbesondere Netze in Schiffen, Kraftfahrzeugen (einschließlich Elektromobilität) und Flugzeugen. Neben den topologischen Besonderheiten werden Randbedingungen hinsichtlich Ausfallsicherheit, Schutz, Netzbetrieb, Notversorgung und elektromagnetischer Verträglichkeit sowie Bussysteme zur Steuerung behandelt. Die begleitende Übung beinhaltet Beispiele zur Auslegung von Einspeiseleistung, Betriebsmitteln und Netztopologie. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden haben einen Überblick über die spezifischen Anforderungen bei Bordnetzen und können diese bewerten und in an das jeweilige Verkehrsmittel angepasste Lösungen umsetzen.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| Structure and operation of electric power systems on board of ships, cars (including electro-mobility) and airplanes are analyzed and the specific demands are characterized with regard to security, protection, emergency operation and electro-magnetic compatibility, as well as bus systems for control. The appertaining exercise covers examples for dimensioning of systems, devices and topology. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| The students have a survey of specific demands of electric board systems and are able to characterize and evaluate them in order to procure appropriate solutions.   |

|  |
|--|
| <b>Literatur</b>   |
| Batterien, Bordnetze und Vernetzung; Reif, Konrad. - 2010<br>Batterien und Bordnetze : [Starterbatterien, Ladegeräte, herkömmliche und künftige Bordnetze, Schaltzeichen und Schaltpläne, Leitungsberechnung, Steckverbindungen, elektrische Antriebe, Antriebsbatterien]; Richter, Gerolf. - 2002 |

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Fallstudie Formula Student                 |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Case Study Formula Student                 |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Fallstudie Formula Student</b>          |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Case Study Formula Student                 |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
|  |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Fallstudienerstellung und Präsentation     |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Im Modul "Fallstudie Formula Student" analysieren Studierende die Herausforderungen und Lösungen im Zusammenhang mit der Entwicklung eines Rennwagens für die Formula Student. Sie beschäftigen sich mit den Bereichen Konstruktion, Teamarbeit, Ressourcenmanagement und strategischer Planung. Durch die Untersuchung realer Fallstudien erlangen die Studierenden praxisorientierte Kenntnisse in der Anwendung von Ingenieurtechniken und Projektmanagement in einem innovativen, wettbewerbsorientierten Umfeld. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden erlernen den Umgang mit komplexen Engineering-Prozessen, Teamkoordination und Ressourcenmanagement. Sie entwickeln ihre Fähigkeiten in der Problemanalyse, kreativen Lösungsfindung und der Umsetzung von Projekten in einem engen Zeitrahmen.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| In the "Formula Student Case Study" module, students analyze the challenges and solutions related to the development of a racing car for Formula Student. The course covers areas such as design, teamwork, resource management, and strategic planning. Through real-world case studies, students gain practical knowledge in applying engineering techniques and project management in an innovative, competitive environment. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| Students will learn to handle complex engineering processes, team coordination, and resource management. They will develop their skills in problem analysis, creative solution generation, and project execution under tight deadlines.  |

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



|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Fallstudie zur Technischen Logistik        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Case Study in Logistics Engineering        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Fallstudie zur Technischen Logistik</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Case Study in Logistics Engineering        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Noche, Bernd; Goudz, Alexander             |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | W/S              | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  |                              | 3                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Hausarbeit                                 |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Präsentation, Kolloquium                   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die Studierenden erstellen eine schriftliche Ausarbeitung zur Beantwortung einer fachlich relevanten und aktuellen Fragestellung aus dem Themenbereich der Technischen Logistik. Zur Bearbeitung der Fallstudie betreiben die Studierenden eine eigene Literaturlauswertung und beantworten die jeweilige Fragestellung systematisch. Darüber hinaus bereiten sie die Inhalte und Ergebnisse ihrer schriftlichen Ausarbeitung auf, stellen sie vor und diskutieren sie kritisch.                                   |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Nach erfolgreichem Abschluss der Fallstudie sind die Studierenden in der Lage, ihr im Studium erworbenes theoretisches Wissen auf eine konkrete Fragestellung aus dem Bereich der technischen Logistik anzuwenden, ausgewählte Analyseinstrumente zu nutzen sowie fundierte Entscheidungen abzuleiten und diese zu bewerten. Außerdem erwerben sie die Fähigkeit, sich mit den analytischen sowie formalen und methodischen Anforderungen bei der Erstellung einer schriftlichen Ausarbeitung auseinanderzusetzen. |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| Students prepare a written case study to answer a relevant and current question from the field of technical logistics. To work on the case study, students conduct their own literature analysis and systematically answer the respective question. In addition, they prepare, present and critically discuss the content and results of their written work.  |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| After successfully completing the case study, students will be able to apply the theoretical knowledge they have acquired during their studies to a specific problem from the field of technical logistics, to use selected analytical tools and to derive and evaluate well-founded decisions. They also acquire the ability to deal with the analytical as well as formal and methodological requirements when preparing a written paper. |

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

Dieter Veit (2022): Die wissenschaftliche Arbeit für Studierende der Ingenieurwissenschaften. München Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.

Yannick Weiler (2017). SchreibenKannIch: Eine wissenschaftliche Arbeit in 30 Stunden. Stuttgart utb GmbH.

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

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

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

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

The course consists of 6 parts.

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

The following two topics are addressed in this part:

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

Part II: Basic data-driven methods

The following two topics are addressed:

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

Part III: model-based FDI methods

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

Part IV: Data-driven design of dynamic FDI systems

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

Part V: Fault isolation and identification schemes

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

Part VI: Fault-tolerant systems

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

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

### **Literatur**

Steven X. Ding, Model-based fault diagnosis techniques, Springer-Verlag, 2008.

Selected publications in leading international journals.

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

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

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

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

### Literatur

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Financial Risk Management                  |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Financial Risk Management                  |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Financial Risk Management</b>           |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Financial Risk Management                  |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Hibbeln, Martin                            |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                        |                  | <b>Turnus</b>                | <b>Sprache</b>     |
| 5  |                  | SoSe                         | D                  |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Anleihen, Renditen und Zinsderivate</li> <li>2. Zinsexposure und Durationskonzept</li> <li>3. Immunisierungs- und Hedgingstrategien bei Zinsänderungsrisiken</li> <li>4. Grundlagen des Kreditrisikomanagements</li> <li>5. Instrumente des passiven und aktiven Kreditrisikomanagements</li> <li>6. Die Finanzkrise und die Verbriefung von Krediten</li> <li>7. Die Rolle von Ratings und Ratingagenturen auf den Finanzmärkten</li> </ol> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Nach erfolgreichem Beenden dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- relevante Risiken in Finanzinstituten zu messen, zu bewerten und zu steuern,</li> <li>- insbesondere Zinsrisiken und Kreditrisiken zu quantifizieren und zielgerichtet zu steuern,</li> <li>- sowie die Funktionsweise von Zins- und Kreditderivaten zu verstehen und diese im Risikomanagement einzusetzen.</li> </ul>                                    |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. bonds, yields and interest rate derivatives</li> <li>2. interest rate exposure and duration concept</li> <li>3. immunization and hedging strategies for interest rate risks</li> <li>4. fundamentals of credit risk management</li> <li>5. instruments of passive and active credit risk management</li> <li>6. the financial crisis and the securitization of loans</li> <li>7. the role of ratings and rating agencies on the financial markets</li> </ol> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |

After successfully completing this module, students will be able to

- measure, assess and manage relevant risks in financial institutions,
- quantify and manage interest rate risks and credit risks in a targeted manner,
- understand how interest rate and credit derivatives work and use them in risk management.

### Literatur

Hull, J.C. (2012): Risk Management and Financial Institutions, 3. Auflage, Wiley.

Hartmann-Wendels, T./Pfungsten, A./Weber, M. (2015): Bankbetriebslehre, 6. Auflage, Springer Gabler.

Ausgewählte Artikel aus Finanzjournalen.



|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Finite Element Method 1                    |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Finite Element Method 1                    |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Finite Element Method 1</b>             |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Finite Element Method 1                    |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| el Moctar, Bettar Ould                     |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        |                  | <b>Turnus</b>                | <b>Sprache</b>     |
| 5  |                  | WiSe                         | E                  |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 1  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| 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. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Lehrveranstaltung stellt das Verständnis für die grundlegenden mathematischen Methoden zur Behandlung von linearen Problemen her. Die Studierenden sind in der Lage, die geeignete Finite Elemente Formulierung vorzunehmen, um eine Fragestellung aus linearer Elastostatik selbständig zu definieren und zu lösen.  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| 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.   |

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

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

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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Thema dieser Veranstaltung ist die Anwendung der Flachwassertheorie für die Schiffshydrodynamik. Nach einer Einführung in die Grundgleichungen der Fluidodynamik und die allgemeine Formulierung der Schiffsumströmung in Flachwasser werden verschiedene Approximationen für die Flachwasserwellen einschließlich deren Anwendungen diskutiert. Schwerpunkt der Lehrveranstaltung ist jedoch die Vermittlung von bewährten theoretischen, numerischen und empirischen Methoden für Schiffswellen, Widerstand und Propulsion, dynamische Trimmlage sowie Interaktionswirkungen zwischen Schiffen und Schiff/Wasserstraße. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| 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.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| 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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>  |                  |                              |                    |
| Formulierungs-, Druck- und Beschichtungstechnologien für partikuläre Produkte        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>  |                  |                              |                    |
| Formulation, printing and coaring technologies for particulate products              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>   |                  |                              |                    |
| <b>Formulierungs-, Druck- und Beschichtungstechnologien für partikuläre Produkte</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>  |                  |                              |                    |
| Formulation, printing and coaring technologies for particulate products              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>   |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Özcan, Fatih   |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  |                  |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>  |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Nahezu immer finden partikuläre Produkte nicht als Pulver ihre endgültige Anwendung, sondern müssen zu (multi)funktionalen dünnen Filmen oder Schichten verarbeitet werden. Dies gilt insbesondere für energetische Funktionsmaterialien wie sie in Brennstoffzellen, Batterien, aber auch LEDs und Solarzellen, d.h. Anwendungen der Energie- und Verfahrenstechnik sowie der Nanotechnologie, zum Einsatz kommen. Innerhalb der Vorlesung soll daher die gesamte Prozesskette von der Formulierung druckbarer Tinten bis zum Beschichtungsprozess betrachtet werden. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Studierende verstehen nach dem Besuch der Vorlesung die komplexen Zusammenhänge zwischen dem Suspendieren von Pulvern und deren Formulierung zu maßgeschneiderten Tinten. Die angestrebten Eigenschaften letzterer können mit den spezifischen Randbedingungen unterschiedlicher Druck- und Beschichtungsverfahren in Verbindung gebracht werden. Ebenso sind gängige Methoden zur Charakterisierung von Trocknungsprozessen und partikulären Schichten bekannt und können hinsichtlich der Vor- und Nachteile diskutiert werden.                                      |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| Particulate products almost always do not find their final application as powders, but have to be processed into (multi)functional thin films or layers. This applies in particular to energetic functional materials such as those used in fuel cells and batteries, but also LEDs and solar cells, i.e. applications in energy and process engineering as well as nanotechnology. The lecture will therefore cover the entire process chain from the formulation of printable inks to the coating process. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| After attending the lecture, students will understand the complex relationships between suspending powders and formulating them into tailor-made inks. The desired properties of the latter can be associated with the specific boundary conditions of different printing and coating processes. Common methods for characterizing drying processes and particulate layers are also known and can be discussed with regard to their advantages and disadvantages.  |

## Literatur

Kistler, S.F., Schweizer, P.M. (Eds.), 1997. Liquid film coating: scientific principles and their technological implications. Chapman & Hall.

Cohen, E.D., Guttoff, E.B., 1992. Modern Coating and Drying Technology. John Wiley & Sons.

Meichsner, G., Mezger, T., Schröder, J., 2016, Lackeigenschaften messen und steuern

Schweizer, P., Liquid Film Coating

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

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden werden mit den nachfolgenden Zusammenhängen vertraut gemacht (auch wenn sie in nachfolgenden unterschiedlichen Einzelveranstaltungen wiederholt und vertieft werden):<br/>                 Rechtliche Zusammenhänge und Normen über verschiedene Industriebereiche hinweg beginnend mit Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und Produktsicherheitsgesetz<br/>                 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> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <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.<br/>                 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>   |

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

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

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

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

Methods for failure and risk minimization as well as securing functionality

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

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

### Learning objectives / skills English

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

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

### Literatur

Norm IEC 61508

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

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

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

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

Case Studies for Aerospace Applications, Springer, 2018

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

Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Springer, 2019

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

Models - Taking Stock and Moving Forward, Springer, 2019

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

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



|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| GAMS Seminar Master                        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| GAMS Seminar Master                        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>GAMS Seminar Master</b>                 |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| GAMS Seminar Master                        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Weber, Christoph                           |                  |                              | WiWi               |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  |                              | 2                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Seminararbeit und Präsentation             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Im Rahmen des Seminars wird die Implementierung von energiewirtschaftlichen Optimierungsmodellen in GAMS (General Algebraic Modeling System) vorgestellt. GAMS ist eine allgemeine Modellierungssprache, mit der insbesondere große Optimierungsprobleme effizient formuliert und gelöst werden können. Dabei werden die Grundzüge der Programmierung in GAMS erläutert, damit die Teilnehmer im Anschluss eigenständig Modifikationen vornehmen können. Ein Optimierungsmodell wird von den Teilnehmern im Hinblick auf eine konkrete Fragestellung im Rahmen der jeweiligen Seminararbeit weiterentwickelt.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in Gams</li> <li>2. Vorstellung energiewirtschaftlicher Optimierungsmodelle</li> <li>3. Verallgemeinerung von Optimierungsmodellen</li> <li>4. Eigenes Programmieren</li> </ol> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die Grundkonzepte und Grundbefehle der Programmiersprache GAMS</li> <li>- können eigene Programmteile in GAMS implementieren</li> <li>- können wesentliche Aspekte und Daten zu einer energiewirtschaftlichen Fragestellung selbständig recherchieren</li> <li>- können ein energiewirtschaftliches Optimierungsproblem basierend auf einer Vorlage formulieren, das entsprechende Modell lösen und die Ergebnisse interpretieren</li> <li>- können fachspezifische eigene aber auch fremde Fragestellungen im Plenum diskutieren und gemeinsam lösen</li> </ul>  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>        |
|   |
| <b>Learning objectives / skills English</b> |
|   |

**Literatur**

Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

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

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

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

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

1. Basics

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

2. One-dimensional stream tube theory

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

3. One-dimensional wave propagation

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

4. Combustion and detonation

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

5. Solution methods

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

6. Repetition

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

Über Moodle zur Verfügung gestelltes Material

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Gießen und Erstarren von Stahl             |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Casting and Solidification of Steel        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Gießen und Erstarren von Stahl</b>      |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Casting and Solidification of Steel        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Deike, Rüdiger                             |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die für die Erstarrung von Metallen wichtigen Fragen der Keimbildung, des Kristallwachstums, der konstitutionellen Unterkühlung werden vorgestellt. Die Bedeutung des oxidischen Reinheitsgrades und die Bildung von Mikro- und Makroseigerungen sowie sich daraus ableitende Konzentrationsunterschiede werden im Detail erklärt. Unterschiedliche Rissbildungen und deren Ursachen werden im Zusammenhang mit den Gießgeschwindigkeiten, der Wärmeabfuhr in der Kokille und den sich daraus ergebenden Erstarrungsgeschwindigkeiten diskutiert. Es wird ein Überblick über die Auslegung von Stranggussanlagen und die Möglichkeiten der Prozesskontrolle gegeben. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden sind in der Lage die Grundlagen der Theorie der Erstarrung von Metallen allgemein und insbesondere beim Strang- und Kokillenguss zu beschreiben. Die Studierenden sind fähig die Einflüsse von Gießgeschwindigkeiten, Erstarrungsgefügen, Seigerungen und mechanischen Vorgängen auf die Qualität von Stählen zu beurteilen. Auf der Basis dieser Kenntnisse sind die Studierenden in der Lage, Stranggießprozesse und eventuell auftretende grundlegende Fehler methodisch analysieren zu können.  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| In this lecture the important items of homogeneous and heterogeneous nucleation, different kinds of crystal growth and the principles of constitutional supercooling are presented. The importance of the oxidic cleanliness, the formation of micro- and macrosegregation and resulting concentration profiles are explained in detail. Different causes of crackformation are discussed in dependance on casting velocities, heat transfer conditions in the ingot mould and solidification rates. Different possibilities (construction of continous casting machines, electromagnetic stirring and so on) to improve the metallurgical cleanliness of steels are presented. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |

The students are able to describe the principles of solidification in general and they are able to transform this knowledge on continuous casting processes. The students are qualified to evaluate the influence of casting velocities, segregation, microstructures and mechanical strand deformation on the quality of steel products. On that basis students are able to analyse failures in continuous casting processes.

### Literatur

Flemings, M.C.: Solidification Processing; McGraw-Hill Book Company, Washington New York 1974  
Chalmers, B. : Principles of Solidification; John Wiley & Sons Inc., New York, London, Sidney 1967  
Schwerdtfeger, K. (Hrsg.): Metallurgie des Stranggießens; Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf 1991

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

#### Einführung in autonome Fahrzeugsysteme

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

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

#### Description / Content English



#### Introduction to autonomous vehicle systems

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

#### Sensing and perception

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

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

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

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

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

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

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

#### Learning objectives / skills English

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

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

#### Literatur

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

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>   |                  |                              |                    |
| Grundlagen und Anwendung von Strömungssimulationen in der Kunststoffverarbeitung        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>   |                  |                              |                    |
| Fundamentals and Applications of Computational Fluid Dynamics in Polymer Processing     |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>  |                  |                              |                    |
| <b>Grundlagen und Anwendung von Strömungssimulationen in der Kunststoffverarbeitung</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>   |                  |                              |                    |
| Fundamentals and Applications of Computational Fluid Dynamics in Polymer Processing     |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Schiffers, Reinhard   |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 1   | 1                |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>  |                  |                              |                    |
| Hausarbeit  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>   |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die Veranstaltung vermittelt die Anwendung von numerischen Strömungssimulationen (CFD, computational fluid dynamics) auf typische Problemstellungen der Kunststoffverarbeitung. Dabei wird sowohl das notwendige Grundlagenwissen der genutzten numerischen Verfahren beleuchtet als auch mittels praktischer Übungen der Umgang mit der Simulationssoftware ANSYS (Meshing, Fluent, CFD-Post) vermittelt. Das erworbene Wissen wird in Form eines eigenständigen Projektes angewendet und zur Auslegung und Optimierung eines Werkzeuges für die Kunststoffverarbeitung eingesetzt.</p> <p>In der Vorlesung werden die folgenden Grundlagen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Modellierung</li> <li>• Die Finite-Volumen-Methode</li> <li>• Rechenetze</li> <li>• Diskretisierung</li> <li>• Lösungsverfahren</li> </ul> <p>Die Übung bzw. die Hausarbeit befassen sich mit den Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CAD-Modellierung von Werkzeugen</li> <li>• Vernetzung mit ANSYS Meshing</li> <li>• Durchführen von Simulationen mit ANSYS Fluent</li> <li>• Auswertung mit ANSYS CFD-Post</li> <li>• CFD-gestützte Geometrie-Optimierung</li> </ul> <p>Das Lehrangebot wird ergänzt durch umfangreiches Material für das Selbststudium, das über die Moodle-Plattform bereitgestellt wird (weitergehende Literatur, Kurzanleitungen, Videos). Materialparametern für die Simulation werden in Form eines Praktikums von den Studierenden selbst erarbeitet.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |

Die Studierenden sind in der Lage, Grundlagen der Finiten-Volumen-Methode und der Generierung von numerischen Rechengittern zu erläutern. Sie erwerben Verständnis für Quellen numerischer Fehler und können die Grenzen der eingesetzten Verfahren sicher abschätzen.

Die Studierenden sind in der Lage Materialparameter aus geeigneten Messwerten zu generieren und in eine Simulationssoftware zu integrieren. Sie sind fähig Problemstellungen der Kunststoffverarbeitung in der Simulationsumgebung ANSYS zu modellieren und das nötige Pre-Prozessing, die numerische Lösung und das Post-Prozessing durchzuführen bzw. zu überwachen.

### Description / Content English

The course covers the application of computational fluid dynamics (CFD) to typical problems in polymer processing. The fundamentals of the used numerical methods will be discussed, and practical exercises will be given to show the handling of the simulation software ANSYS (Meshing, Fluent, CFD-Post). The acquired knowledge will then be used in a self-responsible project to design and optimize a die for polymer processing.

The following fundamentals are covered in the lecture:

- Numerical Modeling
- The Finite Volume Method
- Computational Grids
- Discretisation
- The Solution Process

The exercise respectively the homework deals with the topics:

- CAD modelling of dies
- Meshing with ANSYS Meshing
- Performing simulations with ANSYS Fluent
- Evaluation with ANSYS CFD-Post
- CFD-supported geometry optimisation

The course is complemented by extensive material for self-study, which is provided via the moodle platform (further literature, short instructions, videos). The students will measure material parameters for the simulation in a lab course.

### Learning objectives / skills English

The students are able to explain the basics of the finite volume method and the generation of grids for numerical computations. They gain an understanding of sources of numerical errors and can reliably estimate the limits of the methods used.

The students are able to generate material parameters from a set of empirical data and integrate them into a simulation software. They can model problems of plastics processing in the simulation environment ANSYS and are able to perform and monitor the necessary pre-processing, numerical solution, and post-processing.

### Literatur

- Moukalled, Mangani, Darwish: The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics – An Advanced Introduction with OpenFOAM and Matlab. Springer, 2016
- Ferziger, Perić: Computational Methods for Fluid Dynamics. Springer, 2002
- Veersteeg, Malalasekera: An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method. Pearson Prentice Hall, 2007
- Lecheler: Numerische Strömungsberechnung: Schneller Einstieg in ANSYS CFX 18 durch einfache Beispiele. Springer, 2018
- Michaeli: Extrusionswerkzeuge für Kunststoffe und Kautschuk: Bauarten, Gestaltung und Berechnungsmöglichkeiten. Hanser, 2009
- Rauwendaal: Polymer Extrusion. Hanser, 2014
- Campbell, Spalding: Analyzing and troubleshooting single-screw extruders. Hanser, 2013
- Schröder: Rheologie der Kunststoffe. Hanser, 2018p

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                             |                  |                              |                    |
| Gute Unternehmensführung Global – Rechtliche und Ethische Aspekte |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                       |                  |                              |                    |
| Corporate Governance and Compliance - Law and Ethics              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                              |                  |                              |                    |
| Gute Unternehmensführung Global – Rechtliche und Ethische Aspekte |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                       |                  |                              |                    |
| Corporate Governance and Compliance - Law and Ethics              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Schneider, Wolfgang   |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | W/S              | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   |                  |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>   |                  |                              |                    |
| Klausur   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                        |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Die Vorlesung behandelt die rechtlichen und ethischen Anforderungen an eine verantwortungsvolle Unternehmensführung im internationalen Kontext  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden sind in der Lage, aktuelle Fragenstellungen zu rechtlichen und ethischen Grundsätzen guter Unternehmensführung zu beantworten. Sie können beispielsweise Korruption, Wettbewerbsverstöße, Umweltvergehen einordnen und Maßnahmen zu deren Verhinderung ergreifen |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| The course deals with the legal and ethical demands on responsible Corporate Governance and Compliance internationally.  |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| Students are able to answer current questions on legal and ethical principles of good corporate governance. For example, they can classify corruption, competition violations, environmental offenses and take measures to prevent them. |

|  |
|--|
| <b>Literatur</b>   |
| Bay/Hastenrath, Compliance Management Systeme. Beck Verlag, München. |

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>        |                  |                              |                    |
| Hafenwirtschaft und Logistik 2               |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                  |                  |                              |                    |
| Port Management and Logistics 2              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>         |                  |                              |                    |
| <b>Hafenwirtschaft und Logistik 2</b>        |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                  |                  |                              |                    |
| Port Management and Logistics 2              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                         |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Noche, Bernd; Goudz, Alexander; Schlipköther |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                          | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                         | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                       |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                      |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung               |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die Vorlesung behandelt die grundlegenden Konzepte, aktuelle Tendenzen und Problemstellungen sowie praktische Anwendungen der Hafenwirtschaft und Logistik. Im Rahmen der Vorlesung werden die verschiedenen Komponenten der Hafinfrastruktur und -einrichtungen, einschließlich Terminals, Liegeplätze und Lagerhäuser, analysiert und ihre Bedeutung für einen effizienten Umschlag und Transport von Gütern bewertet. Zudem wird die Rolle der Häfen als wichtige Knotenpunkte in der globalen Lieferkette untersucht, die den Warenverkehr ermöglichen und die wirtschaftliche Entwicklung vorantreiben. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden werden sich mit den geopolitischen Einflussfaktoren auf die Entwicklung und den Betrieb von Häfen, mit dem inneren Funktionieren von Häfen und Terminals sowie mit den komplexen Aspekten der Integration des multimodalen Verkehrs in den Hafenbetrieb befassen. Anhand von Fallbeispielen und gemeinsamen Diskussionen werden die Studierenden ein Verständnis für theoretische Konzepte der Hafenwirtschaft und deren Anwendung in der realen Welt erlangen.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| The lecture focuses on the basic concepts, current trends and problems as well as practical applications of port management and logistics. During the course, the various components of port infrastructure and facilities, including terminals, berths and warehouses, are analysed and their importance for the efficient handling and transportation of goods is assessed. It also examines the role of ports as important nodes in the global supply chain, facilitating the movement of goods and fostering economic development. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |

Students learn about the geopolitical factors influencing the development and operation of ports, the inner workings of ports and terminals, and the complexities of integrating multimodal transport into port operations. Through case studies and group discussions, students will gain an understanding of theoretical concepts of port management and their application in the real world.

## Literatur

Notteboom, T., & Pallis, T. (Eds.). (2019). *Port Management: Cases in Port Geography, Operations, and Policy*. Routledge.

Branch, A. E., & Tummala, V. M. R. (2014). *Maritime Logistics: A Guide to Contemporary Shipping and Port Management*. Kogan Page.

Hoffmann, J., & Hoffmann, H. (2014). *Hafenmanagement: Herausforderungen in der Praxis*. Springer.

Goss, R. O. (2016). *Hafenlogistik: Innovative Konzepte, Herausforderungen und Lösungen*. Springer Gabler

Heusch, S. M., & Mallig, N. (2018). *Logistikmanagement in der maritimen Wirtschaft: Aufgaben, Instrumente, Lösungen*. Springer Gabler.

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

### **Literatur**

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                 |                  |                              |                    |
| Heuristische Planung im Dienstleistungsbereich        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                           |                  |                              |                    |
| Heuristic Planning Approaches for Services            |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                  |                  |                              |                    |
| <b>Heuristische Planung im Dienstleistungsbereich</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                           |                  |                              |                    |
| Heuristic Planning Approaches for Services            |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                  |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Gönsch, Jochen  |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                                   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                                |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                               |                  |                              |                    |
| Klausur   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>            |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Grundlagen Heuristiken<br>Nichtlineare Optimierung<br>Simulationsbasierte Optimierung  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden besitzen einen Überblick über verbreitete Arten von Heuristiken. Sie kennen den Einsatz von Heuristiken zur Lösung typischer Probleme aus dem Dienstleistungsbereich. Darüber hinaus können sie Heuristiken in Bezug auf ihre Anwendbarkeit auch auf neue Problemstellungen beurteilen, geeignete Heuristiken auswählen und ggf. anpassen. Darüber hinaus können sie grundlegende Simulationstechniken zur Evaluation von Entscheidungen anwenden.<br>Die Studierenden sind in der Lage, (restringierte) nichtlineare Probleme näherungsweise sowie exakt zu lösen.<br>Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Optimierung von stochastischen Problemen vertraut und sind dazu fähig sich neue Verfahren anzueignen und diese auf neue Problemstellungen anzuwenden. |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| Basics of heuristics<br>Nonlinear optimization<br>Simulation-based optimization  |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| Students have an overview of common types of heuristics. They know how to use heuristics to solve typical problems from the service sector. In addition, they can assess heuristics in terms of their applicability to new problems, select suitable heuristics and adapt them if necessary. Furthermore, they can apply basic simulation techniques to evaluate decisions. Students are able to solve (constrained) non-linear problems both approximately and exactly.<br>Students are familiar with the basics of optimization of stochastic problems and are able to acquire new methods and apply them to new problems. |

## Literatur

Domschke, W.; A. Drexl, R. Klein und A. Scholl: Einführung in Operations Research. 9. Aufl., Springer Gabler, Berlin u.a., 2015.

Hillier, F.S. und G.J. Lieberman: Introduction to Operations Research. 10. Aufl., McGraw-Hill, New York, 2015.

Law, A.M.: Simulation Modeling and Analysis. 5. Aufl., McGraw-Hill, New York, 2015.

Opitz, O.; S. Etschberger, W. Burkart und R. Klein: Mathematik: Lehrbuch für das Studium der Wirtschaftswissenschaften. 12. Aufl., De Gruyter Studium, Berlin u.a., 2017

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                             |                  |                              |                    |
| Hochautomatisiertes Fahren und alternative Antriebssysteme        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                       |                  |                              |                    |
| Highly automated driving and alternative drive systems            |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                              |                  |                              |                    |
| <b>Hochautomatisiertes Fahren und alternative Antriebssysteme</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                       |                  |                              |                    |
| Highly automated driving and alternative drive systems            |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Sieberg, Philipp  |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>   |                  |                              |                    |
| Klausur   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                        |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Entwicklungen in der Fahrzeugsystemtechnik konzentrieren sich in zunehmendem Maße auf die Bereiche Elektromobilität, Fahrerassistenz und (hoch-)automatisiertes Fahren. Diese Themen werden in der Vorlesung ausführlich behandelt.</p> <p>Der Begriff Elektromobilität umfasst dabei einerseits rein batterieelektrische Fahrzeuge, andererseits aber auch teilelektrifizierte Hybridantriebe sowie mögliche Energiespeichersysteme und Ladetechniken. Darüber hinaus werden neben alternativen Primärantrieben auch die Potenziale des konventionellen Verbrennungsmotors, auch mit alternativen Kraftstoffen, dargestellt.</p> <p>Im Bereich des (hoch-)automatisierten Fahrens werden neben den technischen Grundlagen auch der aktuelle Stand der Einführung und die verkehrlichen Auswirkungen entsprechend ausgestatteter Fahrzeuge behandelt. Darüber hinaus werden die Themen Gesamtfahrzeugentwicklung und Car2X-Kommunikation behandelt.</p> <p>Neben den technischen Grundlagen liegt ein Schwerpunkt auf den Auswirkungen der neuen Technologien auf den Fahrzeugverkehr und deren Umweltauswirkungen.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studenten haben einen fundierten Überblick über den aktuellen Entwicklungsstand der Kraftfahrzeugtechnik sowie über zukünftige Entwicklungspotentiale. Sie kennen und verstehen den technischen Aufbau, die Funktion und das Zusammenwirken neuartiger Systeme und Komponenten eines Kraftfahrzeugs sowie die Auswirkungen neuer Technologien auf den Fahrzeugverkehr und die Umwelt.</p>   |

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

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

The term electromobility includes, on the one hand, purely battery electric vehicles but, on the other hand, also partially electrified hybrid drives, as well as possible energy storage systems and charging technologies. Furthermore, in addition to alternative primary drives, the potentials of the conventional combustion engine, also with alternative fuels, are presented.

In the area of (highly) automated driving, the current status of introduction and the traffic effects of correspondingly equipped vehicles will be dealt with in addition to the technical fundamentals.

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

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

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

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

### **Literatur**

Eigenes Manuskript/Foliensatz

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

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                  |                  |                              |                    |
| Hochfrequenzschaltungen und Leistungsbaulemente        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                            |                  |                              |                    |
| RF Circuits and Power Devices                          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                   |                  |                              |                    |
| <b>Hochfrequenzschaltungen und Leistungsbaulemente</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                            |                  |                              |                    |
| RF Circuits and Power Devices                          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                   |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Weimann, Nils  |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                    | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                                 |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum               |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                |                  |                              |                    |
| Klausur  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>             |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Aufbauend auf der Analyse des Kleinsignalverhaltens elektronischer Bauelemente wie Dioden, Feldeffekttransistoren (FET) und Bipolartransistoren werden fundamentale Methoden zur Berechnung von komplexen elektronischen Schaltungen eingeführt und auf zahlreiche Beispiele in Vorlesung und Übung angewandt. Dabei werden zunächst Methoden wie z.B. Netzwerksätze behandelt und mit deren Hilfe die Eigenschaften der verschiedenen Grundschaltungen eingehend analysiert. Darüber hinaus werden komplexe integrierte analoge NF- und HF-Schaltungen behandelt.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden sind fähig, die grundlegenden Konzepte elektronischer Schaltungen zu verstehen und das Verhalten einfacher Schaltungen abschätzen bzw. berechnen zu können.</p>   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| <p>Based on the small-signal analysis of electronic devices like diodes, field-effect transistors (FET) and bipolar transistors, fundamental methods to calculate and design complex electronic circuits are introduced and applied. Basic circuits and their characteristics are analysed and discussed in detail. Complex analog LF- and RF-circuits are treated.</p> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| <p>The students are able to understand and analyse the AC-characteristics of complex analog and digital circuits.</p>   |

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

- 1 F.-J.Tegude, Elektronische Bauelemente, Skript zur Vorlesung, Universität Duisburg - Essen
- 2 K.-H. Rumpf, K.Pulvers, Elektronische Halbleiterbauelemente ? Vom Transistor zur VLSI-Schaltung, Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg, ISBN 3-7785-1345-1, 1987
- 3 R.Köstner, A.Möschwitzer, Elektronische Schaltungen, Carl Hanser Verlag, München Wien, Studienbücher, ISBN 3-446-16588-6, 1993
- 4 K.Bystron, J.Borgmeyer, Grundlagen der Technischen Elektronik, Carl Hanser Verlag, München Wien, Studienbücher, ISBN 3-446-15869-3, 1990
- 5 D. A. Neamen, Electronic Circuit Analysis and Design, Irwin Book Team, ISBN 0-256-11919-8, 1996
- 6 A.S.Sedra, K.C.Smith, Microelectronic Circuits, Oxford University Press, 1991, ISBN 019-510369-6
- 7 R.S. Muller, T.I.Kamins, Device Electronics for Integrated Circuits, John Wiley & Sons, 1986, ISBN 0-471-88758-7
- 8 R.J.Baker, H.W.Li, D.E.Boyce, CMOS: Circuit Design, Layout, And Simulation, IEEE Press Series on Microelectronic Systems, IEEE Press, 1998, ISBN 0-7803-3416-7
- 9 H.Tholl, Bauelemente der Halbleiterelektronik, B.G.Teubner, Stuttgart, 1978, II, Teil 2, ISBN 3-519-06419-7
- 10 U.Tietze, Ch.- Schenk, Halbleiterschaltungstechnik, Springer-Verlag, Berlin
- 11 J. Borgmeyer, Grundlagen der Digitaltechnik, Hanser Lehrbuch, Carl Hanser Verlag München, ISBN 3-446-15624-0
- 12 M.Shur, GaAs Devices and Circuits, Plenum Press, Microdevices: Physics and Fabrication Technologies, New York 1987, ISBN 0-306-42192-5
- 13 W.Groß, Digitale Schaltungstechnik, Vieweg Verlag, Studium Technik, ISBN-3-528-03373-8, Braunschweig/Wiesbaden, 1994

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Hochspannungsgleichstromübertragung        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| High-Voltage DC Power Transmission         |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Hochspannungsgleichstromübertragung</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| High-Voltage DC Power Transmission         |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Hirsch, Holger                             |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die Veranstaltung widmet sich den Besonderheiten von Gleichstromsystemen in der elektrischen Energietechnik. Nach Behandlung der Funktion der speziellen Bauelemente werden Stromrichter-schaltungen besprochen. Die übrigen Betriebsmittel, wie Kabel und Erder stellen einen weiteren wesentlichen Teil der Vorlesung dar, da deren Auslegung sich wesentlich von klassischen Energienetzen unterscheiden. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden lernen die Bauelemente, Schaltungen und Berechnungsmethoden für HGÜ-Umrichter und die zur Übertragung notwendigen Komponenten kennen. Sie beherrschen die Begriffe und Verfahren und sind damit in der Lage, sich in die speziellen Problemstellungen der Hochspannungsgleichstromübertragung schnell einzuarbeiten.  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| The course focus on the specialities of HVDC-systems for energy transmission systems. After introduction of the function of the used components converter circuits will be discussed. The transmission related components like cables and grounding systems are another topic of the course, since the design of these components differ significantly from components used in classical AC power grids. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| The students know the power electronic components, circuits and calculation methods for HVDC systems as well as the special components used for power transmission. They are able to become acquainted in the solution of technical problems.  |

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



Valentin Crastan, Dirk Westermann: Elektrische Energieversorgung 3, Springer Verlag, 3. Auflage, 2011

Joachim Specovius: Grundkurs Leistungselektronik, Springer Verlag, 6. Auflage, 2012

Dierk Schröder: Leistungselektronische Schaltungen, Funktion, Auslegung und Anwendung, Springer Verlag, 3. Auflage, 2012

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>          |                  |                              |                    |
| Hochspannungsmess- und Prüftechnik             |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                    |                  |                              |                    |
| High Voltage Test and Measurement Technologies |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>           |                  |                              |                    |
| <b>Hochspannungsmess- und Prüftechnik</b>      |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                    |                  |                              |                    |
| High Voltage Test and Measurement Technologies |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                           |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Hirsch, Holger                                 |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                            | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                           | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                         |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                        |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                              |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| In der Veranstaltung werden Test- und Prüfverfahren der Hochspannungstechnik sowie die hierzu benötigten Geräte und deren Betriebsverhalten vorgestellt.<br>Hierzu gehören die Spannungserzeuger für Wechsel-, Gleich- und Stoßspannungen, die Messteiler und Anzeigergeräte für diese Spannungen sowie die Methoden der zerstörungsfreien Prüftechnik wie die Verlustfaktor- und Teilentladungsmess-technik. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden lernen die Geräte und Verfahren der Hochspannungsmess- und Prüftechnik kennen und können ihre Einsatzmöglichkeiten und -grenzen abschätzen. Sie sind in der Lage, die fachspezifischen Normen zu interpretieren und die Ergebnisse solcher Prüfungen zu beurteilen.  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The course focus on the test and measurement technologies and the devices used for generation and measurement of alternating, direct and impulse voltages. In addition methods for the nondestructive test of insulations were presented. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| The students learn the methods and devices for generating and measurement of alternating, direct and impulse voltages. They are able to interpret the technical standards and the results of such tests.                                  |

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

Adolph J. Schwab: Hochspannungsmesstechnik - Messgeräte und Messverfahren, 2. Auflage 1981, Nachdruck 2011, Springer Heidelberg 2011

Andreas Küchler: Hochspannungstechnik Grundlagen – Anwendungen – Technologie, Springer Heidelberg 2005

E. Kuffel, W. S. Zaengl, J. Kuffel: High Voltage Engineering – Fundamentals, Butterworth-Heinemann Oxford 2000

K. Schon: Stoßspannungs- und Stoßstrommesstechnik Springer Heidelberg 2010

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                       |                  |                              |                    |
| Höchstfrequenz- und Terahertz-Halbleitertechnologien        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                 |                  |                              |                    |
| High frequency and terahertz semiconductor technologies     |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                        |                  |                              |                    |
| <b>Höchstfrequenz- und Terahertz-Halbleitertechnologien</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                 |                  |                              |                    |
| High frequency and terahertz semiconductor technologies     |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Weimann, Nils   |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 1                |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                                      |                  |                              |                    |
| Vortrag   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                     |                  |                              |                    |
| Klausur   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die Veranstaltung vertieft die technologischen Verfahren zur Herstellung von nanostrukturierten Materialien und Komponenten und die zugehörigen Analysemethoden an aktuellen Beispielen aus der Bauelementherstellung. Dies beinhaltet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moderne Wachstumstechniken für monoatomlagengenaue Schichtdeposition wie Metallorganische-Gasphasenepitaxie (MOVPE) und Molekularstrahlepitaxie (MBE), bezüglich Zusammensetzung, Kontrolle der Schichtdicke und Dotierung.</li> <li>- Nutzung von Selbstorganisationsmechanismen und Templateprozessen.</li> <li>- Fortgeschrittene hochauflösende Lithographieverfahren zur Erzeugung nanoskaliger Strukturen (Elektronen-Röntgenstrahl- sowie Rastersonden-Lithographie).</li> <li>- Mikro- und nano-elektronische Fertigungstechniken für elektronische und optoelektronische Nanokomponenten, u.a. für Höchstfrequenzanwendungen.</li> <li>- Laterale und vertikale Verarbeitung von Epitaxie-Filmen, Isolierschichten und Metallisierungen bis hin zu monolithisch integrierten nanoelektronischen Schaltungen.</li> <li>- Zerstörungsfreie Analyse der Nanostrukturen und Bauelemente durch hochauflösende Röntgenstrahl-Beugung und durch die Nutzung der Wechselwirkung von Elektronensonden mit den Materialien.</li> <li>- Analyseverfahren mit mechanischen Sonden (Raster-Tunnel- und die Raster-Kraft-Mikroskopie)</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden sind fähig, den Brückenschlag von grundlegenden Konzepten bei der Herstellung und Charakterisierung von Nanostrukturen zur konkreten Anwendung in der Fabrikation elektronischer und optoelektronischer Nanokomponenten vorzunehmen.   |

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

The lecture should improve the knowledge on the technological procedures to fabricate nano-structured materials and components as well as the accompanying analysis methods with help of actual examples from the electronic device production.

This contains:

- Modern growth technologies for layer deposition in the range of mono-atom-layers like metal-organic vapour phase epitaxy (MOVPE) and molecular beam epitaxy (MBE), with regard to composition, control of the layer thickness and doping.
- Use of self organization mechanisms and template processes.
- Advanced high-resolution lithography procedures for the production of nano-scaled structures (electron beam, X-ray as well as scanning force lithography).
- Micro- and nano-electronic fabrication techniques for electronic and opto-electronic nano-components, e.g. for high frequency applications.
- Lateral and vertical processing of epitaxial films, insulating layers and metallisations up to monolithic integrated nano-electronic circuits.
- Non destructive analysis of nano-structures and devices by high-resolution X-ray diffraction and by the use of the interaction of electron probes with the materials.
- Analysis methods with mechanical probes (scanning tunneling and the scanning force microscope)

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

The students are able to transfer the basic concepts concerning the fabrication and characterization of nano-structures to real applications like the fabrication of electronic and opto-electronic nano-components.

### **Literatur**

- 1 E.H.C.Parker (ed.): The technology and Physics of Molecular Beam Epitaxy, New York, Plenum Press 1985
- 2 G.B.Stringfellow: Organometallic Vapor-phase epitaxy; Academic Press, San Diego, 1989

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

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

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

|   |
|---|
| <b>Literatur</b>  |
| J. S. Carlton: Marine Propellers and Propulsion, Butterworth-Heinemann, 2007<br>V. Bertram: Practical Ship Hydrodynamics, Butterworth-Heinemann, 2000 |

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

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

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

|   |
|---|
| <b>Literatur</b>  |
| J. S. Carlton: Marine Propellers and Propulsion, Butterworth-Heinemann, 2007<br>V. Bertram: Practical Ship Hydrodynamics, Butterworth-Heinemann, 2000 |

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

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

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| <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> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| <p>The students will gain interdisciplinary skills and knowledge. They are able to apply methods and techniques of IE, to prepare a scientific documentation by teamwork and to present and discuss the results critically.</p>   |



## Literatur

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

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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Im Rahmen der Vorlesung werden operative und planerische Informationssysteme aus der Logistik vorgestellt. Ein Themenkreis behandelt Manufacturing Execution Systems (MES) aus wissenschaftlicher und anwendungs-bezogener Sicht. Ein zweiter Themenkreis betrifft das Advanced Planning and Scheduling (APS) auf einer taktischen Ebene. In einem dritten Themenkreis wird die Digitale Fabrik mit ihren Schnittstellen und Moduln präsentiert.</p> <p>Inhaltsverzeichnis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspekte der Softwareentwicklung</li> <li>- Manufacturing Execution Systems (MES)</li> <li>- Lagerverwaltungssysteme (WMS)</li> <li>- Aufbau von Enterprise Resource Planning Systemen (ERP)</li> <li>- PPS-Systeme (Produktionsplanung und-steuerung)</li> <li>- Prognoseverfahren</li> <li>- Blockchain in der Logistik</li> <li>- Einführung in die Digitale Fabrik</li> <li>- Informationssysteme im Supply Chain Management (SCM)</li> <li>- Datenqualität und Softwarewartung</li> <li>- u.a.</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <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>  |

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

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

Table of contents:

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

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                  |                  |                              |                    |
| Informationstechnik in der elektrischen Energietechnik |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                            |                  |                              |                    |
| Information Technology in Electrical Power Systems     |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                   |                  |                              |                    |
| Informationstechnik in der elektrischen Energietechnik |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                            |                  |                              |                    |
| Information Technology in Electrical Power Systems     |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                   |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Hirsch, Holger   |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                    | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                                 |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                |                  |                              |                    |
| Klausur  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>             |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| In Energieanlagen nimmt die Informationsverarbeitung einen hohen Stellenwert ein. Die sich durch die physikalische Struktur des Energienetzes ergebenden Leistungsflüsse werden durch ein Informationsnetz logisch abgebildet. Neben Verfahren zur Informationsgewinnung werden Methoden zur Informationsübertragung mit der dazu notwendigen Protokollierung behandelt. Einen Schwerpunkt bilden die in Energieanlagen eingesetzten Feldbussysteme mit ihren besonderen Sicherheitsmechanismen. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden sind in der Lage, Systeme der Informationsverarbeitung in Energieanlagen zu konzipieren und zu betreiben. Sie kennen Verfahren zur Informationsgewinnung sowie zur Informationsübertragung und können geeignete Übertragungskanäle sowie -protokolle auswählen.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| In the context of energy systems, information processing is accorded a high degree of significance. Power flows resulting from the physical structure of the energy network are represented through an information network. Besides the techniques to extract information, methods for information processing and the required logging methods are dealt with. One focus is formed by field bus systems and their special safety mechanisms used energy plants. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| Students are able to design and operate systems for information processing in energy plants. They know techniques to extract as well as transfer information and are able to choose appropriate transmission channels and protocols.  |

|  |
|--|
| <b>Literatur</b>   |
| K.Schwarz: Offene Kommunikation nach IEC 61850 für die Schutz-und Stationsleittechnik, VDE, 2004 |

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Innovative Isoliersysteme                  |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Innovative Isoliersysteme                  |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Pohlmann, Friedhelm                        |                  |                              | TUDO               |
| <b>Kreditpunkte</b>                        |                  | <b>Turnus</b>                | <b>Sprache</b>     |
| 5  |                  | SoSe                         | D                  |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Technische Beanspruchungen von Isoliersystemen<br>Isolierstoffe / Einstoffdielektrika<br>Isolierstoffsysteme<br>Qualifizierung von Isolierstoffen /-systemen<br>Fertigung und Herstellung<br>Grenzflächen und Feldsteuerung<br>Auslegung von Isoliernsystemen<br>Alterungs- und Versagensmechanismen<br>Überwachung und Diagnose<br>Praxisbeispiele |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
|   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>        |
|   |
| <b>Learning objectives / skills English</b> |
|   |

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

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>               |                  |                              |                    |
| Innovative Mobilitäts- und Logistikdienstleistungen |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                         |                  |                              |                    |
| Innovative Mobility and Logistics Services          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                |                  |                              |                    |
| Innovative Mobilitäts- und Logistikdienstleistungen |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                         |                  |                              |                    |
| Innovative Mobility and Logistics Services          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Gönsch, Jochen                                      |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                                 | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                              |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                             |                  |                              |                    |
| Klausur   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>          |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verkehrsaufkommen und -verhalten</li> <li>2. Wahlverhalten im Verkehr (Discrete Choice Analyse)</li> <li>3. Automobilvermietung</li> <li>4. Sharingsysteme und Logistik</li> </ol>  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden kennen die grundlegenden Trends im Mobilitätssektor und können diese einordnen. Nach Abschluss der Veranstaltung beherrschen sie quantitative Ansätze zu Planung und Betrieb von innovativen Mobilitäts- und Logistiksystemen. Dabei können sie insbesondere auch aktuelle Discrete Choice Modelle zur Prognose des Kundenwahlverhaltens – etwa in Bezug auf die Transportmittelwahl – anwenden. |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>        |
|   |
| <b>Learning objectives / skills English</b> |
|   |

|  |
|--|
| <b>Literatur</b>   |
| Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben./Will be announced in class. |

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Instrumentelle Bewegungsanalyse            |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Instrumental Motion Analysis               |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Instrumentelle Bewegungsanalyse            |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Instrumental Motion Analysis               |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Raab, Dominik                              |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die Veranstaltung „Instrumentelle Bewegungsanalyse“ thematisiert mit Messtechnik, Modellierung, Prozessierung und Auswertung wesentliche Aspekte des Ingenieurwesens, die anhand von praxisorientierten Projekten aus Gang- und Laufbandlabor veranschaulicht werden. Da die instrumentelle Bewegungsanalyse ein durch Interdisziplinarität geprägtes Forschungsgebiet ist, kann zudem Einblick in zahlreiche angrenzende Disziplinen gewährt werden. Dabei stehen insbesondere die Mechanik, die Medizin und die Statistik im Vordergrund.  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| In der Lehrveranstaltung werden grundlegende Kenntnisse und Zusammenhänge aus der instrumentellen Bewegungsanalyse aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht vermittelt. Die Veranstaltung ist in zwei Einheiten untergliedert. In der ersten Semesterhälfte wird die instrumentelle Datenerhebung von menschlichen Bewegungen thematisiert. Dies umfasst neben den biomechanischen Grundlagen vorwiegend die Messtechnik der instrumentellen Bewegungsanalyse und die biomechanische Modellierung auf Basis von gemessenen Daten. Die zweiten Semesterhälfte widmet sich danach der anwendungsbezogenen Datenanalyse. Hier werden Methoden der Statistik und des Assessments vermittelt, die es ermöglichen große Datenmengen gezielt auszuwerten und allgemeingültige Erkenntnisse aus stichprobenhaften Datenerhebungen abzuleiten. Der Fokus der Veranstaltung liegt dabei auf der Auswertung von menschlichen Bewegungen. |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The lecture „Instrumental Motion Analysis“ is concerned with measurement, modeling, processing, and analysis of human motion. Since instrumental motion analysis is a multidisciplinary research-field, participants of the course can gain insights into adjacent research fields such as mechanics, medicine, and statistics. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |

In this course basic knowledge of instrumental motion analysis from an engineer's point of view is given. The lecture is divided into two parts. In the first half of the semester the students will learn how to create models of human bodies, perform biomechanical measurements and process the data. In the second half of the semester statistical methods for analyzing big datasets are introduced and illustrated by examples of human motion analysis.

### Literatur

Jacquelin Perry, Ganganalyse: Norm und Pathologie des Gehens, ISBN: 3-437-47110-4

David A. Winter, Biomechanics and motor control of human movement, ISBN: 978-0-470-39818-0

C.L. Vaughan, B.L. Davis, J.C. O'Conner, Dynamics of Human Gait, ISBN: 0-87322-368-3

Kirsten Götz-Neumann, Gehen verstehen. Ganganalyse in der Physiotherapie, ISBN: 313132371X

Dominik Beckers, Jos Deckers, Ganganalyse und Gangschulung, ISBN: 3-540-61902-X



|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                 |                  |                              |                    |
| Integration von Strömungsmaschinen in Systemen        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                           |                  |                              |                    |
| Integration of Turbomachinery into Systems            |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                  |                  |                              |                    |
| <b>Integration von Strömungsmaschinen in Systemen</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                           |                  |                              |                    |
| Integration of Turbomachinery into Systems            |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Schuster, Sebastian; Brillert, Dieter                 |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   |                  |                              | 2                  |
| <b>Studienleistung</b>                                |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                               |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung                        |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>            |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die Vorlesung behandelt die Auswahl und das Design von Strömungsmaschinen für den Einsatz in einem gegebenen Energiewandlungsprozess bzw. Industrieprozess. Beispiele sind Energiespeichersysteme wie Carnot-Batterien und Pumpspeicherkraftwerke aber auch Prozesse in der Chemieindustrie. Aus dem System ergeben sich unter anderem Anforderungen hinsichtlich des Prozessmediums, der Energiedichte, des Volumen- bzw. Massenstroms sowie des Druck- und Temperaturbereichs.</p> <p>Sie lernen, wie Sie aus dem Prozess die geforderten Maschinen- und Anlagenkennfelder ableiten und passende Maschinen auswählen. Weiterhin lernen Sie, mit welchen Maßnahmen ein hoher Wirkungsgrad auch in Teillast eines Prozesses erreicht werden kann. Sie lernen verschiedene Methoden wie zum Beispiel das inverse Design zur Auslegung von Strömungsmaschinen im System kennen.</p> <p>Nach der Vorlesung können Sie die Auswirkung des Prozesses auf die Gestaltung der Strömungsmaschine beurteilen. Sie sind in der Lage entsprechende Konstruktionselemente für die Anforderungen des Prozesses auszuwählen. Diese Komponenten sind beispielsweise Lager, Dichtungen, Antriebe aber auch Sekundärsysteme wie Druckluftaggregate, Kühlmittel- sowie eine Öl- bzw. Schmierstoffversorgung.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Sie (die Studierenden) verstehen die Interaktion zwischen System und Strömungsmaschine. Sie sind in der Lage, die Auswirkung des Prozesses auf die Gestaltung der Strömungsmaschine zu beurteilen. Weiterhin sind Sie in der Lage, geeignete Strömungsmaschinen und deren Komponenten für einen gegebenen Prozess auszuwählen.</p>   |

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

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

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

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

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

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

### **Literatur**

siehe Webseite des Lehrstuhls Strömungsmaschinen

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Integrierte Analogschaltungen              |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Integrated Analog Circuits                 |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Integrierte Analogschaltungen</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Integrated Analog Circuits                 |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Wöhrle, Hendrik                            |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Lehrveranstaltung behandelt theoretische Grundlagen und praktische Konzepte, die zum Entwurf und zur Analyse von analogen CMOS-Schaltungen benötigt werden.</p> <p>Sie beginnt mit einer kurzen Wiederholung der passiven und aktiven Bauelemente, die in einer CMOS-Technologie zur Verfügung stehen. Als nächstes werden Grundsaltungen vorgestellt, wie der MOS-Schalter, Inverter, Kaskoden, Stromquellen, Stromspiegel und Differenzstufen, einschließlich einer Analyse des Groß- und Kleinsignalverhaltens, sowie Frequenzgang und Stabilität. Fügt man diese Einzelteile zusammen, gelangt man zum Entwurf von CMOS-Operationsverstärkern.</p> <p>Abgetastete Signale spielen in der analogen CMOS-Technik eine herausragende Rolle. Daher besteht der zweite Teil in einer Einführung in zeitdiskrete Signale und ihre Nutzung in der Schalter-Kondensator-Technik. SC-Grundsaltungen werden vorgestellt, ebenso ihre Anwendung im Entwurf von SC-Filtern und D/A- oder A/D-Wandlern.</p> <p>Im Präsenzstudium wird die Vorlesung ergänzt durch Praktikumsversuche, die den kompletten Entwurf einer CMOS-Analogschaltung abdecken. Dabei werden moderne CAD-Werkzeuge eingesetzt.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden sind fähig zur / zum</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse analoger integrierter Schaltungen</li> <li>- Analyse von Gleich- und Wechselspannungsverhalten</li> <li>- Analyse einfacher zeitdiskreter Schaltungen</li> <li>- Aufbau von Verstärkern, Filtern, A/D- und D/A-Umsetzern</li> </ul>  |

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

The lecture series on analog integrated circuits covers basic and advanced concepts and practical issues needed for the analysis and design of analogue CMOS circuits.

We start with a short repetition of passive and active devices available in a CMOS process.

Basic circuits (small signal and large signal) are presented ranging from the MOS-switch over inverters, cascodes, current sources and mirrors to differential amplifiers. Included is the analysis of frequency behavior and stability.

Putting pieces together leads to the design of CMOS operational amplifiers.

Analog circuits like filters and converters greatly benefit from sampled data concepts. Therefore the second part of the lecture introduces the switched capacitor technique with its basic circuits, followed by applications like SC-filters and D/A- and A/D-converters.

The lectures are complemented with lab experiments covering the design of an analogue circuit through all the design phases using a state of the art design environment.

### Learning objectives / skills English

The students are able to do

- analysis of analogue integrated circuits,
- analysis of DC- and AC-characteristics,
- analysis of simple time-discrete circuits,
- construction of amplifiers, filters A/D- and D/A-Converters.

### Literatur

- Phillip E. Allen, Douglas R. Holberg: CMOS analog circuit design (2nd ed), Oxford Univ. Press, New York, NY 2002
- Behzad Razavi: Design of analog CMOS integrated circuits, McGraw-Hill, Boston, Mass., 2001
- Phillip E. Allen, and Edgar Sanchez-Sinencio: Switched capacitor circuits, van Nostrand Reinhold, New York, 1984
- R. Jacob Baker: CMOS circuit design, layout and simulation, 2nd edition, Wiley Interscience, IEEE Press, Piscataway, 2005

|  |                  |                              |                      |
|--|------------------|------------------------------|----------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                      |
| Integrierte Analogschaltungen Praktikum    |                  |                              |                      |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                      |
| Integrated Analog Circuit Lab              |                  |                              |                      |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                      |
| Integrierte Analogschaltungen Praktikum    |                  |                              |                      |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                      |
| Integrated Analog Circuit Lab              |                  |                              |                      |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrereinheit</b> |
| Wöhrle, Hendrik                            |                  |                              | ET                   |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                      |
| 5  | WiSe             | D                            |                      |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b>   |
|  |                  | 3                            |                      |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                      |
|  |                  |                              |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                      |
| Klausur                                    |                  |                              |                      |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                      |
|  |                  |                              |                      |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Lehrveranstaltung behandelt theoretische Grundlagen und praktische Konzepte, die zum Entwurf und zur Analyse von analogen CMOS-Schaltungen benötigt werden.</p> <p>Sie beginnt mit einer kurzen Wiederholung der passiven und aktiven Bauelemente, die in einer CMOS-Technologie zur Verfügung stehen. Als nächstes werden Grundsaltungen vorgestellt, wie der MOS-Schalter, Inverter, Kaskoden, Stromquellen, Stromspiegel und Differenzstufen, einschließlich einer Analyse des Groß- und Kleinsignalverhaltens, sowie Frequenzgang und Stabilität. Fügt man diese Einzelteile zusammen, gelangt man zum Entwurf von CMOS-Operationsverstärkern.</p> <p>Abgetastete Signale spielen in der analogen CMOS-Technik eine herausragende Rolle. Daher besteht der zweite Teil in einer Einführung in zeitdiskrete Signale und ihre Nutzung in der Schalter-Kondensator-Technik. SC-Grundsaltungen werden vorgestellt, ebenso ihre Anwendung im Entwurf von SC-Filtern und D/A- oder A/D-Wandlern.</p> <p>Im Präsenzstudium wird die Vorlesung ergänzt durch Praktikumsversuche, die den kompletten Entwurf einer CMOS-Analogschaltung abdecken. Dabei werden moderne CAD-Werkzeuge eingesetzt.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden sind fähig zur / zum</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse analoger integrierter Schaltungen</li> <li>- Analyse von Gleich- und Wechselspannungsverhalten</li> <li>- Analyse einfacher zeitdiskreter Schaltungen</li> <li>- Aufbau von Verstärkern, Filtern, A/D- und D/A-Umsetzern</li> </ul>  |

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

The lecture series on analog integrated circuits covers basic and advanced concepts and practical issues needed for the analysis and design of analogue CMOS circuits.

We start with a short repetition of passive and active devices available in a CMOS process.

Basic circuits (small signal and large signal) are presented ranging from the MOS-switch over inverters, cascodes, current sources and mirrors to differential amplifiers. Included is the analysis of frequency behavior and stability.

Putting pieces together leads to the design of CMOS operational amplifiers.

Analog circuits like filters and converters greatly benefit from sampled data concepts. Therefore the second part of the lecture introduces the switched capacitor technique with its basic circuits, followed by applications like SC-filters and D/A- and A/D-converters.

The lectures are complemented with lab experiments covering the design of an analogue circuit through all the design phases using a state of the art design environment.

### Learning objectives / skills English

The students are able to do

- analysis of analogue integrated circuits,
- analysis of DC- and AC-characteristics,
- analysis of simple time-discrete circuits,
- construction of amplifiers, filters A/D- and D/A-Converters.

### Literatur

- Phillip E. Allen, Douglas R. Holberg: CMOS analog circuit design (2nd ed), Oxford Univ. Press, New York, NY 2002
- Behzad Razavi: Design of analog CMOS integrated circuits, McGraw-Hill, Boston, Mass., 2001
- Phillip E. Allen, and Edgar Sanchez-Sinencio: Switched capacitor circuits, van Nostrand Reinhold, New York, 1984
- R. Jacob Baker: CMOS circuit design, layout and simulation, 2nd edition, Wiley Interscience, IEEE Press, Piscataway, 2005

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Integrierte Photonik                       |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Integrated Photonics                       |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Integrierte Photonik                       |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Integrated Photonics                       |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Stöhr, Andreas                             |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Mikrosystemtechnik ist eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Produkte mit mikrosystemtechnischen Komponenten erobern immer mehr Anwendungsbereiche im täglichen Leben und sind in ihren Potentialen hinsichtlich Funktionalität und Wirtschaftlichkeit aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Neue Anwendungsfelder werden erschlossen durch Skalierung der Strukturen in den Nanometer-Bereich. Die Vorlesung Mikro- und Nanosystemtechnik erlaubt einen Einblick in dieses spannende interdisziplinäre Gebiet mit seiner Vielfältigkeit und vermittelt dem angehenden Ingenieur das Grundwissen für einen späteren Einstieg in dieses Berufsumfeld.</p> <p>Folgende Themenbereiche werden von der Vorlesung behandelt:</p> <p>I. Mikrotechniken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bulkmikromechanik (isotropes und anisotropes nasschemisches Ätzen, Plasma-Tiefenätzen)</li> <li>- Oberflächenmikromechanik und andere Mikrotechniken (Opferätztechnik, Epi-Polysilizium, SOI, Sticking-Problematik, Vergleich unterschiedlicher Mikro- und Nanostrukturtechniken)</li> </ul> <p>II. Mikrosensoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermische Sensoren (Thermistoren, PT-Sensor, integrierte Temperatursensoren, Anemometrie, Luftmassensensor)</li> <li>- Mechanische Sensoren (piezoresistive und kapazitive Drucksensoren, Beschleunigungssensoren, Drehratensensoren)</li> <li>- Sensoren für Strahlung (CMOS-Bildsensor, CCD, IR-Sensor, Teilchendetektoren)</li> <li>- Magnetfeldsensoren (Spinning-current Hallplate, Magnetoresistivität)</li> <li>- Chemische und Biosensoren (Chemisch sensitive FETs, SAW-Sensoren, DNA-Chip)</li> <li>- Skalierung von Sensorstrukturen in den Nanometerbereich</li> </ul> <p>III. Mikroaktoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mikroaktoren (Wirkprinzipien, Mikrospiegel, Mikrostimulatoren)</li> <li>- Mikrofluidik (Mikroventile, Mikropumpen, implantierbares Medikamentendepot, Lab-on-a-Chip)</li> </ul> <p>IV. Systemtechniken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwurf, Simulation und Test (Entwurfsmethodik, Simulation, Test- und Prüfverfahren)</li> <li>- Integrationstechniken (monolithische und hybride Integration, Aufbau-und-Verbindungstechnik und Gehäusetechnik für Mikro- und Nanosysteme)</li> </ul> <p>Inhalt der Übungen: Vertiefende praktische Aufgaben und Beispiele zum Stoff der Vorlesung</p> |

### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden kennen die Prinzipien und Techniken der Mikro- und Nanosystemtechnik und ihre Einsatzmöglichkeiten/Beschränkungen,  
sie verstehen einzelne Mikrokomponenten und ihre Wirkprinzipien,  
sie verstehen die grundlegenden Systemtechniken und die komplexe wechselseitige Beeinflussung der Komponenten,  
sie haben System-Know-how zur Integration der Einzelteile in Design und Herstellung.

### Description / Content English

Micro system engineering is a key technology of the 21st century. Products with microsystem technology seize more and more application areas in daily life and we can't imagine life without them, because of their potential for functionality and economic viability. New application areas are opened up through the scaling of structures in the fields of nanometer. The lecture micro and nano system engineering provides an insight into this exciting interdisciplinary field with its diversity and conveys a basic knowledge to the prospective engineer for the later entry in this occupational field.

Following topics will be handled in this lecture:

I. Micro techniques:

- Bulk micromechanics (isotropic and anisotropic wet chemical etching, plasma-deep etching)
- Surface-micromechanics and other micro techniques (Epi-Polysilizium, SOI, Sticking-Problematik, comparison of different micro and nano structure techniques)

II. Micro sensors:

- Thermic sensors (thermistors, PT-sensors, integrated temperature sensors, anemometer, mass flow sensor)
- Mechanical sensors (piezoresistive and capacitive pressure sensors, accelerometers, angular rate sensors)
- Sensors for radiance (CMOS-imaging-sensor, CCD, IR-sensor, particle detector)
- Magnetic field sensor (spinning-current hallplate, magnetoresistivity)
- Chemical and bio sensors (chemical sensitive FETs, SAW-sensors, DNA-chip)

Scaling of sensor structures in nanometers

III. Mikroaktoren:

- Mikroaktoren (operating principle, micro mirrors, micro stimulation)
- Microfluidics (Micro vents, Micro pumps, implantable medicine depot, Lab-on-a-Chip)

IV. System techniques:

- Design, simulation and test methods (design methodology, simulation, Test- und test method)
- Integration technology (monolithic and hybride integration, Integrated circuit packaging and packaging technique for micro- und nanosystems)

Content in the exercises:

In-depth practical tasks and examples to the content of the lecture

### Learning objectives / skills English

The students know the principles and techniques of micro and nano system engineering and their possible applications / limitations, they understand particular micro components and their active principles, they understand the basic system techniques and the complex mutual impact of components, they have system-know-how for the integration of component parts in design and production.

### Literatur

- M. J. Madou: Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, ISBN: 0-8493-0826-7
- M. Gad-el-Hak: The MEMS Handbook, CRC Press, ISBN: 0-8493-0077-0
- W. Menz, J. Mohr: Mikrosystemtechnik für Ingenieure, VCH, ISBN: 3-527-29405-8
- U. Mescheder: Mikrosystemtechnik, B.G. Teuner, ISBN: 3-519-06256-9
- G. Gerlach, W. Dötzel: Grundlagen der Mikrosystemtechnik, Hanser, ISBN: 3-446-18395-7



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

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

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |

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

## Literatur

- Lasch, R. (2023). Tourenplanung. In Strategisches und operatives Logistikmanagement: Distribution, 2023, p.157-197. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Nickel S., Rebennack S., Stein O., Waldmann K.-H. (2022). Operations Research. Berlin Heidelberg Imprint: Springer Gabler.
- Haben, S., Voss, M., Holderbaum, W. (2023). Core Concepts and Methods in Load Forecasting: With Applications in Distribution Networks. Cham : Springer Nature.
- Mattfeld D., Vahrenkamp R. (2014). Logistiknetzwerke : Modelle für Standortwahl und Tourenplanung. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Tempelmeier H. (2018). Planung Logistischer Systeme. Springer Berlin / Heidelberg.

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

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

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

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

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

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

### **Literatur**

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Internationales Wirtschaftsrecht           |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| International Business Law                 |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Internationales Wirtschaftsrecht</b>    |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| International Business Law                 |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Schneider, Wolfgang                        |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | W/S              | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  |                  |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Der Kurs behandelt die Grundlagen des Internationalen Wirtschaftsrechts. Er umfasst, auf internationaler Basis, mit Schwerpunkt EU und USA, Gesellschaftsrecht (incl. Corporate Governance und Compliance) , Kauf-und Vertriebsrecht, Gewerblichen Rechtsschutz (Patente, know-how, Lizenzverträge), Wettbewerbs-und Kartellrecht, Verkehrsrecht (incl. autonomes Fahren), Verwaltungs-und Gewerberecht, Arbeitsrecht und Datenschutz, Umweltrecht (auch mit Hinblick auf NGO's), Handelsrecht (WTO), Investitionsrecht (incl. Beihilferecht und Public-Private Partnerships), Investorenschutz und Schiedsgerichtsbarkeit. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Grundlagenvermittlung, die die Studierenden in die Lage versetzt, wirtschaftsrechtliche Sachverhalte richtig zu erfassen und einzuordnen, sowie angemessen darauf zu reagieren.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The course deals with the basics of international business law. It covers, on an international basis, with particular emphasis on EU and USA, corporation law (incl. corporate governance and compliance), sales and distribution law, intellectual property law (patents, know-how, license agreements), competition and antitrust law, transport law (incl. autonomous driving), public administration law, labor law and data protection law, environment law (incl. NGO activity), trade law (WTO), law of private investment (incl. state aid law and public-private partnerships), investor protection and arbitration. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| Understanding the basic principles of international business law - developing the ability to judge, and react to, legal issues in the field of international business.  |

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                    |                  |                              |                    |
| Internet of Things: Protocols and System Software        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                              |                  |                              |                    |
| Internet of Things: Protocols and System Software        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                     |                  |                              |                    |
| <b>Internet of Things: Protocols and System Software</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                              |                  |                              |                    |
| Internet of Things: Protocols and System Software        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                     |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Schiele, Gregor  |                  |                              | IN                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                      | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                     | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                                   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                  |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung                           |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>               |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die Vorlesung vermittelt eine Einführung in das Themengebiet des „Internet der Dinge“ (IoT), in dem Milliarden eingebetteter Systeme (Sensoren, Aktuatoren) in Echtzeit kontinuierlich Daten über die reale Welt im Internet verfügbar machen. Behandelte Themen sind insbesondere: Kommunikationsprotokolle (z.B. IEEE 802.15.4, NB-IoT, 6LoWPAN, MQTT), Sensordatenmodellierung und -verwaltung (z.B. linked data, RDF, SSN), Datenzugriff und Plattform-APIs (z.B. web-basierte Systeme, SPARQL, kontinuierliche Anfragen, Complex Event Processing). Neben der Vermittlung theoretischen Wissens, wird in der Übung – im Rahmen von Gruppenprojekten – die praktische Programmierung von IoT-Systemen vermittelt, z.B. mit Arduino-Geräten und Raspberry Pies. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Veranstaltung vermittelt Studierenden ein Verständnis des zukünftigen Internets der Dinge (IoT), der neu auftretenden Anforderungen sowie der technischen Grundlagen, Konzepte, Architekturen und Protokolle. Die Studierenden sollen diese sowohl theoretisch bewerten als auch praktisch einsetzen können, weswegen die Vorlesung von einer praktischen Übung begleitet wird. Schwerpunkte sind insbesondere die IoT-Gerätevernetzung und IoT-Systemsoftware. Hierbei sollen die Studierenden vor allem lernen, welche Unterschiede zu klassischen Internettechnologien und Systemen / Plattformen existieren und woraus diese resultieren.  |

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

The so-called Internet of Things (IoT) is the next step in the evolution of the Internet and is widely expected to change our world in the most fundamental way. Billions of small embedded electronics will make our physical world „smart“, continuously delivering real time information about the state of people, physical structures and the environment, like movements, heat levels, pollution levels and air pressure. In addition, the world becomes 'programmable' and physical environments can be changed automatically by software services running in the Cloud.

This course introduces students to the Internet of Things (IoT), its challenges and technologies. Topics of interest include: communication protocols (e.g. IEEE 802.15.4, Nblot, 6LoWPAN, MQTT), data modelling and storage (e.g. ontologies, linked data, RDF, SSN), data access and platform APIs (e.g. web systems, SPARQL, continuous queries, complex event processing). Besides providing theoretical knowledge, the course also aims at teaching students how to use IoT technologies to realise real systems. To this end, students perform group projects to develop IoT software for current prototype hardware platforms like Arduino and Raspberry Pies.

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

The course introduces students into challenges, concepts and technologies of the Internet of Things (IoT). Students will learn the theoretical backgrounds. They will be able to analyse and assess existing IoT systems and will practise to design and implement new ones. The focus of the course will be on IoT networking and system software. Which concepts and technologies are used in IoT? How and why do they differ from existing Internet technologies? These questions will be answered in the course.

### **Literatur**

Aktuelle Forschungsveröffentlichungen  
Details werden in der Vorlesung diskutiert



|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>         |                  |                              |                    |
| Kalibrieren und Berechnen von Walzwerkswalzen |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                   |                  |                              |                    |
| Roll Pass and Section Roll Design             |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>          |                  |                              |                    |
| Kalibrieren und Berechnen von Walzwerkswalzen |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                   |                  |                              |                    |
| Roll Pass and Section Roll Design             |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                          |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Overhagen, Christian                          |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                           | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                          | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                        |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                       |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>    |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Schwerpunkthemen der Veranstaltung:<br>- Walzenwerkstoffe: statische und dynamische Festigkeitsdaten; Verbundwalzen, Zwei- oder Mehrstoffwalzen; Pulvermetallurgische Walzen; Eigenspannungen.<br>- Walzenbelastungen: Umlauf- und Querkraftbiegung; Thermische Walzenbelastung; Gestalteinflüsse (Kerben).<br>- Walzenverformungen: Biegelinie, Durchbiegung; Querschnittsverformung; Thermische Dehnung; Gesamtverformung.<br>- Flachwalzen: Warm- und Kaltwalzen; Unterschiede bez. Belastung; Duo- und Mehrwalzen-Systeme.<br>- Profilwalzen: Kaliberformen, Kerbwirkungen; Kaliber- und Walzenverschleiß; Einfluss von Kaliberform auf dynamische Belastbarkeit. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden können Flach- und Profilwalzen anhand gegebener Belastungen berechnen und die Betriebssicherheit einschätzen. Für Profilwalzprozesse können sie Kaliberreihen auslegen.  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| Content of the lecture:<br>- roll materials, static and dynamic limit stresses, compound rolls, PM-rollmaterials, residual stresses in rolls<br>- roll deformation, reversing bending and shear bending, bending line, thermal expansion, total deformation of a roll<br>- flat rolling: hot and cold rolling rolls, two-high, four- and six-high roll arrangements<br>- section rolling: grooves, notch effects, groove and roll wear, strength of section rolls. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| The students are able to calculate the roll load stresses for flat and section rolls. They are able to check the operational safety of the roll body. For section rolling they can design a pass sequence.   |

## Literatur

J. Orr; Roll Pass Design; British Iron and Steel Corporation; Sheffield, 1964

A.E. Brayshaw; Rolling Mill Rolls; ASM, Metals Park, Ohio;

H. Neumann; Kalibrieren von Walzen; Grundstoffindustrieverlag, Leipzig

P.J. Mauk; Grundlagen des Walzens; Verlag Stahleisen, Düsseldorf, demnächst

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Käuferverhaltenstheorie                    |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Theories of Consumer Behavior              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Käuferverhaltenstheorie</b>             |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Theories of Consumer Behavior              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Adler, Jost                                |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  |                  |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>1. Psychische Determinanten des Käuferverhaltens:</p> <p>1.1 Aktivierende Prozesse</p> <p>a) Aktivierung</p> <p>b) Emotion</p> <p>c) Motivation</p> <p>1.2 Kognitive Prozesse</p> <p>a) Aufnahme von Informationen</p> <p>b) Verarbeitung von Informationen</p> <p>c) Lernen und Erinnern von Informationen</p> <p>1.3 Einstellungen</p> <p>2. Das Entscheidungsverhalten:</p> <p>2.1 Entscheidungstypen</p> <p>a) Entscheidungen mit überwiegend kognitiver Kontrolle</p> <p>b) Entscheidungen mit geringer kognitiver Kontrolle</p> <p>2.2 Deskriptive Entscheidungstheorie</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |

Ziel des Moduls ist eine Einführung in die wissenschaftlichen Grundlagen des Kaufverhaltens von Nachfragern. Die Studierenden sollen lernen, die Verhaltensweisen von Kunden zu verstehen, empirisch zu prüfen und daraus Handlungskonsequenzen für das Marketing abzuleiten. Es wird ein systematischer Überblick über die Begriffe (Konstrukte) und Aussagen (Hypothesen) der Theorie des Käuferverhaltens gegeben. Im Mittelpunkt steht dabei die Analyse und Erklärung des individuellen Kaufverhaltens von Nachfragern. Hierzu werden zunächst die psychischen Determinanten des Käuferverhaltens aus den zugrundeliegenden Theorien abgeleitet und Möglichkeiten der Operationalisierung der Einflussfaktoren aufgezeigt. Anschließend wird das Entscheidungsverhalten von Nachfragern betrachtet. Im Rahmen der Vorlesung werden empirische Studien, die sich mit dem Zusammenspiel dieser Einflussfaktoren und deren Folgen beschäftigen, intensiv diskutiert.

Nach erfolgreichem Beenden des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- die theoretischen Hintergründe und praktischen Implikationen von Käuferverhalten zu verstehen
- die Determinanten des Käuferverhaltens sowie Ansätze zur Beschreibung und Erklärung verschiedenen Ausprägungen des Käuferverhaltens zu verstehen
- und unterschiedliche Experimentaldesigns empirischer Untersuchungen zu verstehen, zu diskutieren und kritisch zu reflektieren.

### Description / Content English

### Learning objectives / skills English

### Literatur

Kroeber-Riel/Gröppel-Klein (2019): Konsumentenverhalten, 11. Auflage, München.  
Foscht/Swoboda/Schramm-Klein (2017): Käuferverhalten, 6. Auflage, Wiesbaden.

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

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Schwerpunkt der Veranstaltung ist die Kinematik von Getrieben und Robotern. Folgende Aspekte werden erläutert:<br>- Vektorräume<br>- Kinetostatisches Übertragungsprinzip, Dualität der Bewegungs- und Kraftübertragung<br>- Räumliche Bewegungen<br>- Beschreibung von Drehungen (Euler-Winkel, Drehzeiger, Rodrigues-Parameter, Quaternionen)<br>- Infinitesimale Drehungen<br>- Kinematik serieller Ketten und Roboter, Denavit-Hartenberg-Parametrisierung<br>- Kinematik geschlossener Schleifen (Zählung von Freiheitsgraden mit Grübler-Kutzbach-Kriterium, Kopplung von mehrschleifigen Systemen, kinematische Netze, Methode der kinematischen Transformatoren) |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| 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.  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| Emphasis of the lecture is the kinematics of mechanisms and robots. The following aspects are regarded:<br>- Vector spaces<br>- Kinetostatic transmission, duality of transmission of motion and forces, power transmission<br>- Parameterizations of rotations (Euler angles, rotation vector, Quaternions, Rodrigues parameters)<br>- Infinitesimal rotations<br>- Kinematics of serial chains and robots, Denavit-Hertenberg parameters<br>- Kinematics of closed loops (counting of degrees of freedom using Grübler-Kutzbach formula, coupling of multiloop systems, kinematical networks, method of kinematical transformers) |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |

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

### Literatur

Bottema , Roth: Theoretical Kinematics; Dover Publications

Hunt: Kinematic Geometry of Mechanisms; Oxford Universits Press

Altmann: Rotations, Quaternions and Double Groups; Dover Publications

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>        |                  |                              |                    |
| Klimaschutz und Fossile Energieträger        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                  |                  |                              |                    |
| Climate Protection and Fossil Fuels          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>         |                  |                              |                    |
| <b>Klimaschutz und Fossile Energieträger</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                  |                  |                              |                    |
| Climate Protection and Fossil Fuels          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                         |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Weber, Christoph                             |                  |                              | WiWi               |
| <b>Kreditpunkte</b>                          | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                         | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                       |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                      |                  |                              |                    |
| Klausur                                      |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Einführung und Grundlagen fossiler Energieträger<br/>                 Exploration, Erschließung und Produktion von Öl und Gas<br/>                 - Wichtige technische und ökonomische Aspekte<br/>                 - Fallstudie: Verwendung von Realoptionsansätzen zur Bewertung von Explorationsprojekten<br/>                 Klimafolgen und Ziele<br/>                 - Grenzen der Nutzbarkeit Fossiler Energieträger<br/>                 - Temperaturziele und verbleibende CO<sub>2e</sub> Emissionsbudgets<br/>                 Preisbildung auf den internationalen Öl-, Gas- und CO<sub>2</sub>-Märkten<br/>                 - Grundlagen der lang- und kurzfristigen Preisbildung<br/>                 - Alternative Ansätze zur kurzfristigen Preisbildung<br/>                 - Nachfrage- und Angebotsschocks in internationalen Ölmärkten<br/>                 - CO<sub>2</sub>-Bepreisung - ein weltweiter Blick<br/>                 Verarbeitung von Mineralöl<br/>                 - Verarbeitung und Absatzmärkte von Mineralöl<br/>                 - Modellierung von Preisspreads<br/>                 Transportalternativen: Öl, Gas, Wasserstoff<br/>                 - LNG und Pipelinetransport<br/>                 - Transport: Märkte und Regulierung<br/>                 Strategisches Management<br/>                 - Vertikale Integration in der Energieindustrie<br/>                 - Fallstudie: Strategisches Management bei den Öl-Majors</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |

#### Die Studierenden

- haben Kenntnis von den zentralen ökonomischen Fragestellungen und Methoden bezüglich der ökonomischen Analyse der Exploration, Förderung, Verarbeitung und Distribution fossiler Energieträger
- haben Verständnis von Klimafolgen und den Implikationen für die Nutzung fossiler Energieträger
- analysieren ökonomische Sachverhalte im Bereich der fossilen Energieträger selbständig
- können ihre Kenntnisse von Theorie und Methodik selbständig auf Fall- und Zahlenbeispielen anwenden

#### Description / Content English

#### Learning objectives / skills English

#### Literatur

##### Grundlagen

- Ströbele, W., Pfaffenberger, W., Heuterkes, M. (2010). Energiewirtschaft: Einführung in Theorie und Politik Exploration, Erschließung und Produktion von Öl und Gas
- Benkherouf, L./Bather, J. A. (1998): Oil Exploration: Sequential decisions in the face of uncertainty. In: Journal of applied probability 25, S.529-543.
- Brandt, A. R. (2007): "Testing Hubbert." In: Energy policy 35: 3074-3088.
- Dixit, A.K., Pindyck, R.S., 1994. Investment under uncertainty. Princeton University Press, Princeton, N.J, xiv, 468.
- Edenhofer, O.; Jakob, M. (2017). Klimapolitik: Ziele, Konflikte, Lösungen
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2021)

##### Preisbildung auf den internationalen Öl- und Gasmärkten

- Gibson, R./Schwartz, E.S.: Stochastic Convenience Yield and the Pricing of Oil Contingent Claims. In: The Journal Of Finance, Vol. 45, Nr.3, S. 959-976, Juli 1990.
- He, X.Z./Westerhoff, F.H. (2005): Commodity markets, price limiters and speculative price dynamics. In: Journal of Economic Dynamics & Control 29, S. 1577-1596, 2005.
- Ellen und Zwinkels (2010): Oil price dynamics: A behavioral finance approach with heterogeneous agents, in: Energy Economics (32), S. 1427-1434.
- Klian, L. (2009): Not All Oil Price Shocks Are Alike: Disentangling Demand and Supply Shocks in the Crude Oil Market. In: American Economic Review 99, S. 1053-69.

##### Verarbeitung von Mineralöl

- MWV (2003): Mineralöl und Raffinerien
- IEA: Biofuels for transport: an international perspective, S. 33-49, (2004).

##### Strategisches Management

- Obaidan, A.M./Scully, G.W.: The economic efficiency of backward vertical integration in the international petroleum refining industry. In: Applied Economics, 25, S. 1529-1539, 1993.
- Grant, Robert M. (2003): Strategic planning in a turbulent environment: evidence from the oil majors. In: Strategic Management Journal 24, S. SP 491 - 517



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

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

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

### Description / Content English

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

Tools I: Filtering

Tools II: Classification and Learning

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

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

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Kolbenkraftmaschinen                       |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Piston engines                             |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Kolbenkraftmaschinen                       |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Piston engines                             |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Kaiser, Sebastian                          |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die Veranstaltung führt in die Grundlagen der Kolbenkraftmaschinen, insbesondere des Verbrennungsmotors, ein. Der Schwerpunkt ist sind die thermochemischen Prozesse der Energiewandlung im Zylinder der Maschine.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einleitung, Kursorganisation. Anwendungsbeispiele.</li> <li>2. Leistungskenngrößen</li> <li>3. Kraftstoffe</li> <li>4. Modelle und Arbeitsprozesse</li> <li>5. Ladungswechsel</li> <li>6. Aufladung</li> <li>7. Ottomotor</li> <li>8. Dieselmotor</li> <li>9. Emissionen</li> </ol> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden verstehen die Konzepte der Kolbenkraftmaschinen und können die Grundlagen des innermotorischen Prozesse und die Grundlagen der technischen Realisierung erklären. Sie sind in der Lage, einfache Rechnungen zur überschlägigen Auslegung von Kolbenkraftmaschinen durchzuführen. Sie verstehen die Entwicklungsziele und deren Bedeutung.</p>   |

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

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

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

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

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

### **Literatur**

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

|  |                  |                              |                      |
|--|------------------|------------------------------|----------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                      |
| Kolloidprozesstechnik                      |                  |                              |                      |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                      |
| Colloid Process Technology                 |                  |                              |                      |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                      |
| Kolloidprozesstechnik                      |                  |                              |                      |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                      |
| Colloid Process Technology                 |                  |                              |                      |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrereinheit</b> |
| Winterer, Markus                           |                  |                              | MB                   |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                      |
| 5  | WiSe             | D                            |                      |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b>   |
| 2  |                  |                              | 1                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                      |
| Vortrag                                    |                  |                              |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                      |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                      |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                      |
|  |                  |                              |                      |

|                                      |
|--------------------------------------|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b> |
|--------------------------------------|

Kolloide sind Systeme, bei denen Teilchen mit charakteristischen Größen von 1nm bis 1µm in einem anderen Stoff - meistens einer Flüssigkeit - feinverteilt (dispergiert) sind. Die Teilchen sind also größer als Moleküle, aber kleiner als makroskopische Körper. Sie besitzen eine sehr große Grenzfläche zu ihrer Umgebung, d.h. dem Dispersionsmittel. Die Veranstaltung führt zunächst in die Kolloidchemie und Kolloidphysik ein, die die Grundlagen für die Kolloidprozesstechnik darstellen. Kolloidprozesstechnik beschäftigt sich mit der Verfahrenstechnik von Kolloiden und ihrer Verarbeitung zu Materialien. Ihre Beherrschung bildet die Voraussetzung für die Herstellung vieler Systeme, in denen Nanopartikel eingesetzt werden, wie z.B. Pasten, Papier, Farben und Lacken, keramischen Festkörpern und spielen bei wichtigen Prozessen zur Herstellung von Nanopartikeln eine wesentliche Rolle.

Themen der Vorlesung sind:

01. Einführung
02. Grenzflächenthermodynamik
03. Oberflächenchemie
04. Van der Waals-Wechselwirkung
05. Debye-Hückel-Modell
06. DLVO Theorie
06. Stabilisierung
07. Deagglomeration
08. Formgebung
09. Trocknung kolloidaler Schichten
10. Beschichtungsverfahren
11. Druckverfahren
12. Messmethoden

Im Seminar führen die Studenten unter Anleitung eine wissenschaftliche Literatur-Recherche zum Thema 'Kolloidale Kristalle' durch und tragen zu unterschiedlichen Aspekten dieses Themas vor, z.B.

- Opale und inverse Opale
- Kolloidale Kristalle
- Photonische Kristalle
- Kleinwinkelstreuung

### **Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Lernziel ist das Verständnis der physikalisch-chemischen Grundlagen von Kolloiden (Partikelwechselwirkung und Grenzflächenchemie) und ihre Anwendung in der Prozesstechnik. Die Studierenden sind in der Lage Verfahren zur Funktionalisierung, Dispergierung und Stabilisierung von Nanopartikeln in Fluiden vorzuschlagen und physikalische und chemische Prozesse in Kolloiden quantitativ zu erklären.

### **Description / Content English**

Colloids are systems, in which particles with characteristic sizes of 1 nm up to 1  $\mu\text{m}$  are finely distributed (dispersed) in another material - mostly a liquid. The particles are larger than the molecules but smaller than a macroscopic body. They exhibit a large interfacial area to their environment, i.e. the dispersion medium.

The lecture first introduces fundamental concepts of colloidal chemistry and physics which are the basis for colloidal process technology which is the chemical engineering of colloids and their processing into materials. Mastering colloidal process technology enables us to produce many systems in which nanoparticles are employed such as pastes, paper, paints, varnishes, ceramic bodies and play an important role in the production of nanoparticles itself.

Topics of the lecture are:

01. Introduction
02. Thermodynamics of Interfaces
03. Surface Chemistry
04. Van der Waals-Interaction
05. Debye-Hückel-Model
06. DLVO Theory
06. Stabilisation
07. Deagglomeration
08. Forming processes
09. Drying of colloidal films
10. Coating processes
11. Printing processes
12. Measurement methodology

In the seminar students perform a scientific literature search on the topic 'colloidal crystals' under guidance and give a lecture on different aspects such as

- Opals and inverse opals
- Colloidal crystals
- Photonic crystals
- Small angle scattering

### Learning objectives / skills English

The students will understand the physico-chemical fundamentals of colloids (particle interaction and interfacial chemistry) and their application in processing. The students are able to suggest processes for functionalization, dispersion, and stabilization of nanoparticles and can explain physical and chemical processes in colloids quantitatively.

### Literatur

Zur Einführung

- G. Brezesinski und H.-J. Mögel, Grenzflächen und Kolloide, Spektrum Akad. Vlg. 1993
- R. J. Hunter, Introduction to Modern Colloid Science, Oxford Science Publisher 1994

Zur Vertiefung

- R. J. Hunter, Foundations of Colloid Science, Oxford University Press, 2000
- D. F. Evans and H. Wennerström, The Colloidal Domain - Where Physics, Chemistry, Biology and Technology meet, Wiley-VCH 1999
- P. C. Hiemenz and R. Rajagopalan, Principles of Colloid and Surface Chemistry, CRC 1997
- C. J. Brinker and G. W. Scherer, Sol-Gel-Science, Academic Press 1990
- H.-D. Dörfler, Grenzflächen und kolloid-disperse Systeme, Springer 2002
- J. Israelachvili, Intermolecular & Surface Forces, Elsevier 2005
- J. H. Fendler (ed.), Nanoparticles and Nanostructured Films, Wiley-VCH 1998
- M. N. Rahaman, Ceramic Processing and Sintering, Marcel Dekker 2003
- J. S. Rheed, Principles of Ceramics Processing, Wiley 1995

Original-Literatur, z.B. aus den Zeitschriften

- Advanced Materials
- Langmuir
- Journal of Colloids and Interfaces
- Journal of the American Ceramic Society

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



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

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

Konstruieren mit Kunststoffen Übung:

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

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

### **Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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

### **Description / Content English**

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

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

Design with Plastics exercise:

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

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

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

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

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>             |                  |                              |                    |
| Konzepte und Instrumente des Controllings         |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                       |                  |                              |                    |
| Concepts and Instruments of Management Accounting |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>              |                  |                              |                    |
| <b>Konzepte und Instrumente des Controllings</b>  |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                       |                  |                              |                    |
| Concepts and Instruments of Management Accounting |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                              |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Wömpener, Andreas                                 |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                               | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                              | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   |                  |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                            |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                           |                  |                              |                    |
| Klausur, Präsentation, Mitarbeit                  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>        |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Im Rahmen der Vorlesung „Konzepte und Instrumente des Controllings“ werden den Studierenden die wesentlichen Konzeptionen, Instrumente und Aufgaben des Controllings vermittelt. Der Schwerpunkt liegt auf Aspekten der Planung, Steuerung und Kontrolle von wirtschaftlichen Entscheidungen in Unternehmen. Dabei werden sowohl strategische als auch operative Konzepte und Methoden der Planung behandelt.</p> <p>Im Laufe des Semesters wird „der Instrumentenkasten“ des Controllings erarbeitet und angewendet. Die erworbenen theoretischen Kenntnisse werden anhand von Beispielen und Fallstudien vertieft.</p> <p>Im Rahmen des Seminars erarbeiten die Studierenden Themenfelder der zugehörigen Vorlesung anhand von Fallstudien. Der inhaltliche Schwerpunkt liegt neben der Informationsorientierung auf Aspekten der Planung, Steuerung und Kontrolle der wirtschaftlichen Entscheidungen in Unternehmen. Dabei werden sowohl strategische als auch operative Konzepte und Methoden der Planung behandelt. Die Fallstudien werden in Gruppen von mehreren Studierenden selbstständig bearbeitet und anschließend vor allen Teilnehmern vorgestellt.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden sind in der Lage, die verschiedenen Controlling-Konzeptionen zu unterscheiden und zu interpretieren. Sie beherrschen die spezifischen Methoden des Controllings in den einzelnen Controlling-Arbeitsfeldern der Informationsbeschaffung und -analyse, der Planung und der Kontrolle. Auf dieser Basis sind sie in der Lage, gezielt betriebswirtschaftliche Entscheidungen mit operativem und strategischem Fokus vorzubereiten und deren Rationalität zu sichern.</p> <p>Durch ein breites Methodenwissen finden sie zu unterschiedlichen betriebswirtschaftlichen Aufgabenstellungen stets einen treffenden Lösungsansatz.</p>  |

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

In the course „Concepts and Instruments of Management Accounting“ students learn the essential conceptions, instruments and tasks of management accounting. The main focus is on aspects of planning, management accounting and monitoring managerial decisions in enterprises. Thus, strategic as well as operational concepts and methods of planning are covered.

While the course puts emphasis on conveying generic management accounting knowledge, applications in the form of case studies and examples from the automobile industry help to deepen the acquired theoretical knowledge.

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

Students are capable of distinguishing and interpreting the various concepts of management accounting. They master specific methods in various areas of management accounting, i.e. the gathering and analysis of information, planning and monitoring. On this basis, the students are able to specifically prepare managerial decisions with an operational as well as strategic focus, and ensure decision rationality.

In addition, a broad knowledge of methodological skills allows them to find suitable approaches for various managerial challenges.

### **Literatur**

Weber, J., Schäffer, U. (2022): Einführung in das Controlling, 17. Auflage, Stuttgart, Schäffer-Poeschel.

Küpper, H.U. (2013): Controlling: Konzeptionen, Aufgaben, Instrumente, 6. Auflage, Stuttgart, Schäffer-Poeschel.

Horvath, P. (2020): Controlling, 14. Auflage, München, Vahlen.

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                                   |                  |                              |                    |
| Kreativitätsmethoden und Innovationscontrolling in der Mobilität        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>   |                  |                              |                    |
| Creativity Methods and Innovation Controlling                           |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                                    |                  |                              |                    |
| <b>Kreativitätsmethoden und Innovationscontrolling in der Mobilität</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>   |                  |                              |                    |
| Creativity and Controlling in Mobility                                  |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Enkel, Ellen  |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 1   |                  |                              | 2                  |
| <b>Studienleistung</b>  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>   |                  |                              |                    |
| Hausarbeit und Präsentation   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                              |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Diese Veranstaltung beschäftigt sich mit der Förderung von Kreativität und dem Messen von Innovationsleistungen. Durch viele Beispiele sowie eigenes Erproben werden die Themen praxisorientiert vermittelt und helfen den Studenten die diskutierten Theorien auf die Praxis anzuwenden. Das interdisziplinäre Thema wird von zahlreichen wissenschaftlichen Perspektiven betrachtet.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Innovationsmanagement und Prozessentwicklung;</li> <li>- Einflussfaktoren auf Messung und Kreativität;</li> <li>- Werkzeuge zur Suche;</li> <li>- F&amp;E-Metriken und Leistungskennzahlen;</li> <li>- Steigerung der Kreativität durch Kreativitätsmethoden;</li> <li>- Messung der Unternehmensleistung.</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Den Studierenden werden die Grundlagen der Kreativitätsmethoden, die im Verlauf des Innovationsprozesses genutzt werden können, vermittelt. Weiterhin werden die unterschiedlichen Möglichkeiten der Messung von Unternehmens- und Innovationsleistung beigebracht. Die Studierenden müssen anhand der beigebrachten Kreativitätsmethoden diese selbstständig erkennen und anwenden können</p>  |

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

This course deals with the promotion of creativity and the measurement of innovation performance. Through many examples as well as own testing, the topics are taught in a practice-oriented way and help the students to apply the discussed theories to practice. The interdisciplinary topic is approached from numerous scientific perspectives.

- Innovation management and process development;
- Factors influencing measurement and creativity;
- Search tools;
- R&D metrics and performance measures;
- Enhancing creativity through creativity methods;
- Measuring business performance.

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

Students are taught the basics of creativity methods that can be used in the innovation process. Furthermore, the different ways of measuring business and innovation performance are discussed. The students must be able to recognize and apply them independently on the basis of the course content.

### **Literatur**

Siehe Moodle-Kurs

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>            |                  |                              |                    |
| Kundenmanagement für Dienstleistungen und Handel |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                      |                  |                              |                    |
| Customer Management for Services and Retailing   |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>             |                  |                              |                    |
| Kundenmanagement für Dienstleistungen und Handel |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                      |                  |                              |                    |
| Customer Management for Services and Retailing   |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                             |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Schmitz, Gertrud                                 |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                              | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                             | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  |                  |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                           |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                          |                  |                              |                    |
| Klausur  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>       |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dienstleistungen: Begriff, Bedeutung und managementrelevante Charakteristika</li> <li>2. Identifikation der Kundenfunktionen ausgehend von den charakteristischen Dienstleistungsmerkmalen</li> <li>3. Der Kunde als Nachfrager</li> <li>4. Der Kunde als Wertschöpfungspartner</li> <li>5. Der Kunde als Ertrags- und Kostenfaktor</li> <li>6. Der Kunde als Marketingressource</li> <li>7. Der Kunde als Substitute for Leadership 8. Kundenfunktionen und Social Media</li> </ol>   |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- charakteristische Merkmale von Dienstleistungen aufzuzeigen und Implikationen für das Kundenmanagement abzuleiten,</li> <li>- die einschlägigen Kundenfunktionen zu erläutern,</li> <li>- institutionenökonomische und verhaltenswissenschaftliche Theorien sowie aktuelle Forschungsergebnisse zu nutzen, um verschiedene Ausprägungen der Kundenfunktionen und ihre Einflussgrößen zu verstehen und Erkenntnisbeiträge zu ihrer Steuerung zu erarbeiten,</li> <li>- Konzepte und Methoden zur zielführenden Steuerung der Kundenfunktionen zu erläutern und anzuwenden.</li> </ul> |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>        |
|   |
| <b>Learning objectives / skills English</b> |
|   |

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

1. Corsten H./Roth, H. (Hrsg.) (2016). Handbuch Dienstleistungs-management, München.
2. Fließ, S./Dyck, S./Volkers, M. (2024): Management von Dienstleistungsprozessen: Service Co-Creation – Service Experience – Service Value. Wiesbaden.
3. Haller, S./Wissing, C. (2022), Dienstleistungsmanagement: Grundlagen, Konzepte, Instrumente, 9. Aufl, Wiesbaden.
4. Hoffman, K. D./Bateson, J.E.G. (2024), Services Marketing, 6th Ed. Boston.
5. Meffert, H./Bruhn, M./Hadwich, K. (2018), Dienstleistungsmarketing: Grundlagen, Konzepte, Methoden, 9. Aufl., Wiesbaden.
6. Wirtz, J./Lovelock, C. (2022), Services Marketing: People, Technology, Strategy, 9th Ed., New Jersey.
7. Zeithaml, V.A./Bitner, M.J./Gremler, D. D./Mende, M. (2024), Services Marketing: Integrating Customer Focus across the Firm, 8th Ed., New York.



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

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

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

### Description / Content English

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

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

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

Exercises will be held on the following topics:

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

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

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

- Johannaber, Kunststoff-Maschinenführer, Hanser (2003), ISBN: 3-446-22042-9  
Handbuch der Kunststoff-Extrusionstechnik, Bd.1: Grundlagen, Hanser (1989), ISBN-10: 3-446-14339-4  
Rauwendaal, Polymer Extrusion, Hanser (2014), ISBN: 1-569-90516-9  
Michaeli, Extrusionswerkzeuge für Kunststoffe und Kautschuk: Bauarten, Gestaltung und Berechnungsmöglichkeiten, Hanser (2009), ISBN: 3-446-42026-6  
Michaeli, Extrusion Dies for Plastics and Rubber, Design and Engineering Computations, Hanser (2003), ISBN: 3-446-22561-7

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

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

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

### Description / Content English

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

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

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

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

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

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

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

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                             |                  |                              |                    |
| Laseroptische Messverfahren für reaktive Strömungsprozesse        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                       |                  |                              |                    |
| Laser-Based Optical Measurement Methods for Reactive Flows        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                              |                  |                              |                    |
| <b>Laseroptische Messverfahren für reaktive Strömungsprozesse</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                       |                  |                              |                    |
| Laser-Based Optical Measurement Methods for Reactive Flows        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Schulz, Christof; Endres, Torsten                                 |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D/E                          |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>  |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum                          |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>   |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                        |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die Vorlesung vermittelt zunächst einige Grundlagen der geometrischen Optik, der mikroskopischen Beschreibung von Atomen und Molekülen, sowie deren Absorptions- und Emissionsspektren. Dazu werden auch grundlegende Betrachtungen zur Quantenmechanik der Atome und Moleküle vermittelt, wie sie für ein Verständnis der später diskutierten optischen Messmethoden notwendig sind. Weiterhin werden der Aufbau und die Funktionsweise von Lasern und optischen Detektoren behandelt. Anschließend vermittelt die Vorlesung einen Einblick in verschiedene, vorwiegend Laser-basierte Methoden zur berührungslosen optischen Diagnostik der Gas- oder Partikelphase in reaktiven Systemen und (in geringerem Umfang) Flüssigkeiten. Schwerpunkte sind die Diskussion anwendungsnaher Beispiele für die in-situ-Messung von Temperatur, Spezies-spezifischer Stoffkonzentrationen, Partikeleigenschaften und Strömungsgeschwindigkeiten in reaktiven strömenden Medien. Hierbei wird die Signalerzeugung durch Streuprozesse (Rayleigh, Raman), Absorption, Laser-induzierte Fluoreszenz, Laser-induzierte Inkandescenz und nichtlinearer optischer Verfahren vorgestellt. Beispiele aus praktischen Anwendungsfeldern der Laserdiagnostik in Verbrennungsprozessen werden gegeben. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Vorlesung „Laseroptische Messverfahren in reaktiven Systemen“ versucht auf dem Stoff der Vorlesung „Quantitative bildgebende Messtechniken in Strömungen“ von Prof. Sebastian Kaiser aufzubauen. Der dort behandelte Stoff wird in Auszügen kurz wiederholt; es ist also nicht zwingend notwendig diese Vorlesung vorher gehört zu haben; sie bietet allerdings ein vertieftes Verständnis einiger Grundlagen der hier angebotenen Vorlesung.<br>Die Studierenden bekommen grundlegende Kenntnisse zur geometrischen und Wellenoptik vermittelt. Sie verstehen die Grundlagen (weitgehend basierend auf spektroskopischen Betrachtungen) und Anwendungen moderner laseroptischer Messverfahren für die Orts- und Zeitaufgelöste berührungsfreie Messung in reaktiven Strömungsprozessen. Sie verstehen die komplexen Zusammenhänge, die zur Auswahl von geeigneten Lichtquellen, Strahlanordnungen und Detektionskonzepten erforderlich sind.  |

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

The lecture initially presents some basics on geometric optics and the microscopic treatment of atoms and molecules and their interaction with light, i.e., absorption and emission spectra. The latter means that – on a basic level of understanding – some fundamentals of quantum mechanics will be treated, that will lead to a better understanding of the laser diagnostic methods treated in later sections of the course. Furthermore, some basic knowledge on the physics and operation of various laser systems and detectors will be presented. Starting from there, the lecture provides an overview on various, mainly laser-based diagnostic methods for perturbation-free optical diagnostics in reactive systems aimed at the measurement of temperature, concentration and particle properties in the gas and (to a much smaller extend) liquid phase. The emphasis is on practical examples for the in-situ measurement of temperature, species (and particle) concentration, particle size and flow velocity in reactive flows. The lecture discusses the relevant signal generation processes in Rayleigh, Raman, Absorption, Laser-induced Fluorescence, Laser-induced Incandescence, and nonlinear optical diagnostics. Examples in practical applications of laser diagnostics in mixing and combustion processes are discussed.

### Learning objectives / skills English

The lecture „Laseroptische Messverfahren in reaktiven Systemen“ in some parts relies on the contents of the lecture „Quantitative bildgebende Messtechniken in Strömungen“, held by Prof. Sebastian Kaiser. Relevant parts of this lecture are recapitulated here. Therefore, it is not particularly relevant if this other lecture has not been attended; however, it may a somewhat deeper understanding of some technical details presented here.

Students will obtain some basic knowledge in geometric and wave optics. They will also understand the basics spectroscopic background and applications of modern laser-spectroscopic diagnostics for the spatially and temporally resolved, perturbation-free measurement in reactive flow processes. They also will learn about the variety of light sources, detectors and beam configurations necessary for performing for setting up suitable diagnostic experiments.

### Literatur

Von der Thematik der Vorlesung bzw. des gewählten Vortrages abhängig. / Depending on lecture topics and the chosen seminar talk.

|  |                  |                              |                      |
|--|------------------|------------------------------|----------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                      |
| Lasertechnik                               |                  |                              |                      |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                      |
| Lasers                                     |                  |                              |                      |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                      |
| Lasertechnik                               |                  |                              |                      |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                      |
| Lasers                                     |                  |                              |                      |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrereinheit</b> |
| Stöhr, Andreas                             |                  |                              | ET                   |
| <b>Kreditpunkte</b>                        |                  | <b>Turnus</b>                | <b>Sprache</b>       |
| 5  |                  | WiSe                         | D                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b>   |
| 2  | 1                | 1                            |                      |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                      |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                      |
| Klausur                                    |                  |                              |                      |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                      |
|  |                  |                              |                      |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Der erste Teil umfasst die Grundprinzipien und mathematische Beschreibung der elektromagnetischen Wellenausbreitung. Die Lehrveranstaltung fährt fort mit quantenmechanischer Beschreibung von Wechselwirkungen zwischen elektromagnetischen Wellen und atomaren Systemen. Anschließend wird das Prinzip des Lasers und die wesentlichen Voraussetzungen für optische Strahlungsverstärkung durch stimulierte Emission und optische Rückkopplung mittels Resonatoren diskutiert. Weiterhin werden Zwei- und Mehrniveau-Systeme im Hinblick auf Anwendbarkeit in Lasern besprochen. Besondere Aufmerksamkeit wird den Grundkonzepten, der Funktionalität und den charakteristischen Eigenschaften unterschiedlicher Laser gewidmet. Betrachtet werden u.a. der Helium-Neon Laser, der Ar-Ionenlaser, der Excimer Laser, der Ti:Saphir Laser und Halbleiter-Laserdioden. Nach einer Diskussion wichtiger Laser-Komponenten z.B. zur Wellenlängenselektion in Multimodalen Lasern, folgen Beispiele von Laser-Anwendungen in verschiedenen technischen Gebieten darunter die Interferometrie, Spektroskopie, Kommunikationstechnik, Sensorik und Materialbearbeitung. Zukünftige Trends werden abschließend andiskutiert.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden sind in der Lage, die prinzipielle Funktionsweise von Lasern grundlegend und umfassend zu beschreiben sowie die verschiedenen Lasertypen und Bauformen zu unterscheiden und spezifischen Einsatzgebieten zuzuordnen.</p>  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| <p>The first lectures within the course Lasers cover the basic principles and mathematical description of electromagnetic wave propagation. The course proceeds with describing quantum mechanical interactions between electromagnetic waves and atomic materials resulting in the two fundamental laser requirements, light amplification by stimulated emission of radiation and optical cavities. Special attention is then given to thoroughly explain the basic concepts, functionalities, and characteristic specifications of different laser types. This discussion includes the Helium-Neon laser, the Ar-ion laser, Excimer lasers, Ti:Sapphire laser, and semiconductor laser diodes. Finally, examples of exploiting laser in various application areas such as interferometry, spectroscopy, communications, sensors, and material processing are discussed together with future trends.</p> |



### Learning objectives / skills English

The students are able to thoroughly describe the principle function of a laser, to distinguish between the different laser types and designs, and to assign different laser types to specific applications.

### Literatur

- [1] Fritz Kurt Kneubühl und Markus Werner Sigrist, „Laser“, Springer Fachmedien, Vieweg + Teubner Verlag
- [2] Helmbrecht Bauer, „Lasertechnik“, VOGEL Fachbuch, Kamprath-Reihe
- [3] Wolfgang Bludau, „Halbleiter-Optoelektronik“, Hanser-Verlag
- [4] Jürgen Eichler und Hans Joachim Eichler, „Laser: Bauformen, Strahlführung, Anwendungen“, Springer Verlag
- [5] Marc Eichhorn, „Laserphysik“, Springer Verlag
- [6] Anthony E. Siegman, „Lasers“, University Science Books
- [7] Numai Takahiro, „Fundamentals of Semiconductor Laser“, Springer Series Optical Sciences, vol. 93

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Leistungselektronik                        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Power Electronics                          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Leistungselektronik                        |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Power Electronics                          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Hirsch, Holger                             |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die Innovation der elektrischen Antriebstechnik beruht zurzeit hauptsächlich auf den Fortschritten der Leistungselektronik. Ihre Bauelemente und Grundschaltungen werden besprochen und in typischen Anwendungsfällen dargestellt. Beginnend mit der Darstellung der Notwendigkeit für den Einsatz der Leistungselektronik (Motivation) wird die Entwicklung von der Stromrichter- zur Leistungselektronik aufgezeigt. Aktuelle Bauelemente wie Diode, Thyristor, GTO, Leistungstransistor und IGBT werden besprochen und ihre bevorzugten Einsatzmöglichkeiten herausgearbeitet. Anhand von einfachen Schaltungen werden die Berechnungsverfahren und die Schaltvorgänge vorgestellt (idealisierte, konventionelle und weitgehend genaue Betrachtungsweise durch Differentialgleichungen, Kommutierung, Gleich- und Wechselrichterbetrieb). Für selbstgeführte Wechselrichter werden die Steuerverfahren U-f-Kennlinie und Raumvektorverfahren erklärt und ihr Zusammenwirken mit Drehfeldmaschinen kurz skizziert. Die wichtigsten Grundschaltungen (B4, M3, B6) werden analysiert und ihr Verhalten anhand der Betriebsdiagramme behandelt. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden kennen die Bauelemente, Schaltungen und Berechnungsmethoden. Sie beherrschen die Begriffe und Verfahren und sind damit in der Lage, sich in entsprechende Problemstellungen schnell einzuarbeiten.  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The Innovation of electric drives is mainly forced by the progress in the field of power electronics. The electronic components and basic circuits will be discussed and their use in typical application demonstrated. Starting with a motivation on the use of power electronics the development from conventional converter technology to frequency converters will be shown. Components, like diode, thyristor, GTO, power transistor and IGBT are introduced and their application will be derived. The calculation models and switching behaviour will be derived on the basis of simple circuits. The control methods, like U-f-characteristics and space vector will be explained and its use for electric machines will be shown. Important basic circuits (e.g. B4, M3, B6) are analysed and their behaviour will be handled based on their operational diagrams. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |

The students know the power electronic components, circuits and calculation methods. They are able to become acquainted in the solution of technical problems.

### Literatur

Heumann, K.: Grundlagen der Leistungselektronik 6. Aufl. 1996 Teubner Verlag

Anke, D.: Leistungselektronik 1. Aufl. 1986 R. Oldenbourg Verlag

Schröder, D.: Elektrische Antriebe - Band 3 und 4: Leistungselektronik 1. Aufl. 1996 Springer Verlag

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

The most important contents of the course are

- Basics of optimization strategies

Application of machine learning models for clustering, classification and regression

- Basic design of intelligent controllers using reinforcement learning

- Application of deep learning and implementation of network architectures

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

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

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

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

### **Literatur**

Vorlesungsbeschreibung mit weiterführenden Literaturangaben

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Management von Versicherungsrisiken        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Management of Insurance Risks              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Management von Versicherungsrisiken</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Management of Insurance Risks              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Mahayni, Antje                             |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | W/S              | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  |                  |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Grundlagen (Versicherbarkeit von Risiken, versicherungstechnische Risiken, Ausgleich im Kollektiv und in der Zeit, Risikotransfer als Transfer einer Wahrscheinlichkeitsverteilung, Sicherheitsaufschlag, Prämienprinzipien)<br/>                 Sterberisiko (Modellierungen des Sterberisikos, Mortalitätsrate, Sterbeverteilungen, Modellkalibrierung)<br/>                 Lebensversicherung (Grundformen der Lebensversicherung, Prämienkalkulation, Überschussbeteiligung)<br/>                 Rentenversicherung (Annuitäten, Variable Annuitäten)</p>  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Nach erfolgreichem Beenden dieses Moduls sind die Studenten in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Versicherungsrisiken zu analysieren und zu modellieren,</li> <li>- diversifizierbare Risiken und gehandelte Risiken zu unterscheiden und zu bewerten,</li> <li>- die Kalkulation von Risikoprämien bei unterschiedlichen Formen von Lebensversicherungsverträgen nachzuvollziehen,</li> <li>- Formen der Überschussbeteiligung in der Lebensversicherung zu modellieren,</li> <li>- Anlagestrategien zu beurteilen,</li> <li>- die Problematik der (privaten) Altersvorsorge kritisch zu reflektieren.</li> </ul> |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| <p>Fundamentals (insurability of risks, underwriting risks, equalisation in the group and over time, risk transfer as transfer of a probability distribution, safety margin, premium principles)<br/>                 Mortality risk (modelling mortality risk, mortality rate, mortality distributions, model calibration)<br/>                 Life insurance (basic forms of life insurance, premium calculation, profit participation)<br/>                 Annuity insurance (annuities, variable annuities)</p> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |



After successfully completing this module, students will be able to

- analyse and model insurance risks,
- differentiate between and evaluate diversifiable risks and traded risks,
- understand the calculation of risk premiums for different forms of life insurance contracts,
- model forms of profit participation in life insurance,
- assess investment strategies,
- critically reflect on the problems of (private) pension provision.

### Literatur

Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <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> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden sind mit typischen Bauformen von Industrierobotern vertraut und in der Lage, die kinematische Beschreibung für Roboterarme aufzustellen. Sie sind in der Lage, Verfahren der Trajektorienberechnung anzuwenden. Die Studierenden sind für weiterführende Themen wie die Aufstellung der Dynamikgleichungen oder die Regelung von Manipulatoren vorbereitet.</p>   |

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

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

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

Examples demonstrate the application of these methods.

### Learning objectives / skills English

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

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

### Literatur

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

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

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

Paul: Robot Manipulators. MIT Press, 1981.

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Marketing in der Automobilindustrie        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Marketing in the Automotive Industry       |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Marketing in der Automobilindustrie</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Marketing in the Automotive Industry       |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Sommer, Karl Christoph                     |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 3  |                  |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die Vorlesung Marketing &amp; Customer Experience für die Automobilindustrie soll den Studierenden einen Überblick über die grundlegenden Mechanismen eines Marktes geben und erklären, wie die verschiedenen Akteure auf diesem interagieren. Themenschwerpunkte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- strategisches Marketing, Segmentierung und Marktforschung</li> <li>- Vertriebsmöglichkeiten und Wahl des optimalen Vertriebskanals</li> <li>- Marketingkommunikation und Gestaltung von zielgerichteter, Zielgruppen-gerechter Marketingkommunikation entlang des Produktlebenszyklus und unter Berücksichtigung des Marketing Funnel.</li> <li>- Konzepte des Customer Experience Management</li> <li>- Kundenbindung und Loyalisierung</li> <li>- Brand Management</li> <li>- Verankerung von Marketing &amp; Customer Experience im Unternehmen und Erfolgsmessung durch die Nutzung von Kennzahlen</li> </ul> <p>Der Praxisbezug der in der Vorlesung vermittelten Inhalte wird durch aktuelle reale Beispiele aus der Automobil- und Mobilitätsindustrie sichergestellt.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden sollen die Hauptaufgaben von Marketing und der Customer Experience im Kontext der Automobil- und Mobilitätsindustrie kennenlernen.   |

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

The lecture Marketing & Customer Experience for the automotive and mobility Industry is designed to give students an overview of the basic mechanisms of a market and explain how the different players interact in it.

Main topics are:

- strategic marketing, segmentation and market research
- Sales opportunities and selection of the optimal sales channel
- Marketing communication and design of targeted marketing communication appropriate to the target group along the product life cycle and taking into account the marketing funnel.
- Concepts of customer experience management
- Customer retention and loyalization
- Brand Management
- Anchoring marketing & customer experience in the company and measuring success through the use of key figures

The practical relevance of the contents taught in the lecture is ensured by current real examples from the automotive industry.

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

Students will learn the main tasks of marketing and the customer experience in the context of the automotive and mobility industry.

### **Literatur**

Kotler, P. (2001). Kotler on Marketing: How to Create, Win, and Dominate Markets. Free Press.

Homburg, C., Kuester, S., & Krohmer, H. (2009). Marketing management. McGraw-Hill Higher Education.

und spezielle und aktuelle Literatur zu den einzelnen Themen der Veranstaltung

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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Die Master-Arbeit ist eine Prüfungsarbeit, in der die oder der Studierende zum Abschluss des Studiums zeigen soll, dass er innerhalb einer vorgegebenen Frist von 6 Monaten ein Problem selbstständig unter Anleitung nach wissenschaftlichen Methoden bearbeiten kann. Die Arbeit soll wie ein Projekt in der Praxis unter Beachtung von Methoden des Projektmanagements betreut und durchgeführt werden. Dokumentation und Präsentation (Kolloquium, deutsch oder englisch) sollen zeigen, dass die oder der Studierende in der Lage ist, Zusammenhänge und Ergebnisse verständlich und präzise darzustellen. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| 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:<br>- Selbstlernfähigkeit,<br>- Teamfähigkeit (Zusammenarbeit mit den Betreuern),<br>- Anwendung von Methoden des Projektmanagements,<br>- Kommunikationsfähigkeit: technische Dokumentation und Präsentation,<br>- im Fall englischer Präsentation auch Übung von Sprachkenntnissen  |

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

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

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

## Literatur

Spezifisch für das gewählte Thema

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Masterseminar Finanzierung                 |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Finance Seminar Master                     |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Masterseminar Finanzierung</b>          |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Finance Seminar Master                     |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Wömpener, Andreas                          |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  |                              | 3                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Seminararbeit, Präsentation                |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Das Masterseminar Finanzierung beinhaltet die eigenständige Bearbeitung von finanzwirtschaftlichen Themen im Rahmen einer wissenschaftlichen Ausarbeitung. Diese Seminararbeit wird im Rahmen des Seminars präsentiert und verteidigt. Die Themen des Seminars sind heterogen und wechseln in jeder Veranstaltung mit dem Ziel, den Studierenden einen umfassenden Überblick zu geben.   |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden sind fähig, eigenständig eine wissenschaftliche Arbeit zu schreiben, also formell insbesondere mit wissenschaftlicher Literatur zu arbeiten, diese zu recherchieren, zu bewerten, im Rahmen der Arbeit korrekt zu verwerten und zitieren sowie einen wissenschaftlichen, strukturell einwandfreien Text zum vorgegebenen Thema zu schreiben. Die Studierenden zeigen dadurch die Fähigkeit, sich in ein spezielles betriebswirtschaftliches Thema inklusive der damit zusammenhängenden Methoden einzuarbeiten, dieses zu verstehen, zu analysieren, sinnvolle Schwerpunkte zu setzen, darauf aufbauend eigene Erkenntnisse zu gewinnen sowie all dies verständlich und logisch konsistent wiederzugeben. |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The Finance Seminar involves an independent development of finance topics in terms of a scientific elaboration. The term paper is presented and discussed.  |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| The students will work scientifically. They can formally work with scientific literature (investigation, evaluation, appropriate usage, and citation) and will write a scientific and well structured term paper on a specified management accounting topic. The students have the ability to familiarise with a specific business topic including coherent methods, as well as to understand and analyse the topic, to set appropriate key aspects of activity, and, on this basis, develop their own scientific findings. They are also able to express this in an understandable and logically consistent way. |



**Literatur**

Abhängig von der jeweiligen individuellen Seminararbeit. / Depends on individual term papers.

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                       |                  |                              |                    |
| Masterseminar Innovationsmanagement in der Mobilität        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                 |                  |                              |                    |
| Master Seminar Innovation Management in Mobility            |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                        |                  |                              |                    |
| <b>Masterseminar Innovationsmanagement in der Mobilität</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                 |                  |                              |                    |
| Master Seminar Innovation Management in Mobility            |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Enkel, Ellen  |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|   |                  |                              | 3                  |
| <b>Studienleistung</b>                                      |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                     |                  |                              |                    |
| Seminararbeit und Präsentation                              |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Im Masterseminar „Innovationsmanagement in der Mobilität“ erlernen die Studierenden das Verfassen von wissenschaftlichen Arbeiten anhand der qualitativen Forschungsmethode der Fallstudie sowie vertiefende Inhalte zum Innovationsmanagement von Mobilitätsunternehmen. Die Themen der Seminararbeiten umfassen kooperative Innovationsprozesse und neue Innovationsstrategien wie den Cross-Industry Ansatz oder Open Innovation. Über das gesamte Semester haben die Studierenden Zeit in Zweier- oder Dreiergruppen eine schriftliche Seminararbeit zu verfassen, welche gedruckt abgegeben und abschließend präsentiert wird. Zu Beginn der Veranstaltung formulieren die Gruppen anhand bereits erlernter Inhalte und einer Recherche zu der aktuellen wissenschaftlichen Theorie ihres spezifischen Themas eine Forschungsfrage, welche durch die qualitative Forschungsmethode der Fallstudie an einem Unternehmen der Mobilitätsindustrie erarbeitet wird. Die Datenerhebung erfolgt durch Online-Recherche, Telefoninterviews, Analyse von Dokumenten wie Geschäftsberichten, internen Präsentationen und anderen Sekundärdaten. Darauf aufbauend werden die Ergebnisse der Fallstudie dargestellt sowie abschließend analysiert und diskutiert.</p> <p>Während der Bearbeitung der Seminararbeiten werden die Studierenden durch eine detaillierte Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten und in die Fallstudienmethodik sowie durch individuelle Gruppengespräche unterstützt.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden lernen durch eigenständige Forschung eine Forschungsfragestellung selbst zu beantworten. Sie erarbeiten sich ein Thema aus dem Innovations- und Mobilitätskontext aus der Theorie und entwickeln Forschungsfragen. Sie designen ein eigenes Forschungsprojekt, entwickeln die benötigten Datensammlungsinstrumente, sammeln und analysieren die benötigten Daten und beantworten in einer Seminararbeit die gestellte Forschungsfrage. Die Studenten lernen am Beispiel der Seminararbeit alle wichtigen Elemente einer späteren Masterarbeit kennen.</p>  |

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

In the master's seminar „Innovationsmanagement in der Mobilität“, students learn how to write scientific papers using the qualitative research method of the case study as well as in-depth content on innovation management in mobility companies. Seminar topics include collaborative innovation processes and new innovation strategies such as the cross-industry approach or open innovation.

Over the course of the semester the students have time to work in groups of two or three to produce a written seminar paper, which is submitted in printed form and finally presented. At the beginning of the course, the groups formulate a research question based on previously learned content and research on the current scientific theory of their specific topic. This research question is elaborated through the qualitative research method of the case study on a company in the mobility industry. Data will be collected through online research, telephone interviews, analysis of documents such as annual reports, internal presentations, and other secondary data. Based on this, the results of the case study will be described and finally analyzed and discussed.

During the processing of the seminar papers, the students are supported by a detailed introduction to scientific work and case study methodology as well as by individual group discussions.

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

Students learn to answer a research question themselves through independent research. They will explore a topic from the context of innovation and mobility, analyse its theory and develop research questions. They will design their own research project, develop the necessary data collection instruments, collect and analyze the required data and answer the research question posed in a seminar paper. Using the example of the seminar paper, students learn all the important elements of a later master thesis.

### **Literatur**

Siehe Moodle-Kurs

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>  |                  |                              |                    |
| Masterseminar internationales und strategisches Automobil- und Mobilitätsmanagement        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>  |                  |                              |                    |
| Master Seminar International and Strategic Automotive and Mobility Management              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>   |                  |                              |                    |
| <b>Masterseminar internationales und strategisches Automobil- und Mobilitätsmanagement</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>  |                  |                              |                    |
| Master Seminar International and Strategic Automotive and Mobility Management              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>   |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Proff, Heike   |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  |                              | 3                  |
| <b>Studienleistung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>  |                  |                              |                    |
| Seminararbeit und Präsentation   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Inhalt der Veranstaltung ist die vertiefte Beschäftigung mit ausgewählten aktuellen Aspekten des internationalen und strategischen Managements von Automobil- und Mobilitätsunternehmen in einer Seminararbeit (Gruppenarbeit mit i.d.R. 3 bis 4 Bearbeitenden, 30 bis 40 Textseiten), ihre Präsentation vor allen Veranstaltungsteilnehmenden und die gemeinsame Diskussion aller Seminararbeiten. Die Seminararbeiten sind inhaltlich verbunden unter einem Oberthema, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschäftsmodelle multinationaler Unternehmen für die Nachhaltigkeit,</li> <li>- plattform-basierte Partnernetzwerke (Ecosystems) im globalen Wettbewerb und im Technologiewettbewerb oder</li> <li>- Strategien multinationaler Unternehmen zwischen Globalisierung und Deglobalisierung.</li> </ul> <p>Die Seminarteilnehmenden bekommen eine kurze Einführung ins Oberthema der Veranstaltung, eine Einführung ins wissenschaftliche Arbeiten und Betreuung durch einen Lehrstuhlmitarbeitenden.</p> <p>Die einzelnen Gruppen übernehmen zudem ein kurzes Koreferat zu einem anderen Thema, in dem sie auf zwei Folien Stärken und Verbesserungspotenziale aufzeigen.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Durch die Erstellung der Seminararbeit gewinnen die Teilnehmenden vertiefte Kenntnisse über ein aktuelles Forschungsthema im internationalen und strategischen Management von Automobil- und Mobilitätsunternehmen.</p> <p>Durch die Einführung ins Oberthema, die Einordnung in die übrigen Masterveranstaltungen des Lehrstuhls sowie durch die Diskussion der Präsentationen der anderen Gruppen, bekommen die Veranstaltungsteilnehmenden gleichzeitig einen breiten Überblick über ein wichtiges Thema im internationalen und strategischen Management.</p> <p>Durch die Hinweise zum wissenschaftlichen Arbeiten werden die Veranstaltungsteilnehmenden auf die Masterarbeit vorbereitet, durch die Präsentation auf das Masterkolloquium und mit dem Koreferat setzen sich die Veranstaltungsteilnehmenden mit Bewertungsmaßstäben für wissenschaftliche Arbeiten auseinander.</p>  |

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

The content of the course is the in-depth study of selected current aspects of international and strategic management of automotive and mobility companies in a seminar paper (group work with usually 3 to 4 participants, 30 to 40 pages of text), its presentation to all course participants and the joint discussion of all seminar papers in the group. The seminar papers are linked in terms of content under one overall topic, e.g.

- Business models of multinational companies for sustainability,
- Platform-based partner networks (ecosystems) in global competition and the technology race or
- Strategies of multinational companies between globalisation and de-globalisation.

The seminar participants receive a short introduction to the main topic of the seminar, an introduction to scientific work and supervision by a member of the chair.

The individual groups also take on a short co-presentation on a different topic, in which they show strengths and potential for improvement on two slides.

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

By writing the seminar paper, the participants gain in-depth knowledge of a current research topic in international and strategic management of automotive and mobility companies.

Through the introduction to the main topic, the integration into the other Master's courses of the chair as well as through the discussion of the presentations of the other groups, the participants simultaneously gain a broad overview of an important topic in international and strategic management.

The introduction into scientific work prepares the participants for the Master's thesis, the presentation prepares them for the Master's colloquium and the co-presentation provides them with assessment standards for scientific work.

### **Literatur**

Ausgewählte aktuelle Literaturhinweise als Einstieg ins jeweilige Oberthema

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                     |                  |                              |                    |
| Masterseminar Production and Operations Management        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                               |                  |                              |                    |
| Master Seminar Production and Operations Management       |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                      |                  |                              |                    |
| <b>Masterseminar Production and Operations Management</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                               |                  |                              |                    |
| Masterseminar Production and Operations Management        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                      |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Geldermann, Jutta   |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                       | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                      | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|   |                  |                              | 3                  |
| <b>Studienleistung</b>                                    |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                   |                  |                              |                    |
| Seminararbeit und Präsentation                            |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Im Rahmen dieses Seminars werden konkrete Fragestellungen zu Themen des Produktionsmanagement (engl. Production and Operations Management – POM) mithilfe bekannter Methoden des Operations Research (OR) oder der Ökobilanzierung betrachtet. Die Studierenden erhalten ein mathematisches Modell oder Konzept, welches sie zunächst verstehen und sinnvoll erweitern werden. Anschließend sollen die Studierenden ihre Lösung implementieren und nachvollziehbar aufbereiten.                     |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden<br>- wenden bekannte Methoden und Ansätze aus dem Operations Research bzw der ökologischen Nachhaltigkeitsbewertung von Produkten oder Produktionsprozessen auf eine konkrete Fragestellung aus der Unternehmenspraxis an,<br>- beziehen ihre eigenen Kenntnisse in die Betrachtung der Fragestellung ein,<br>- hinterfragen sowohl ihre eigenen also auch die Ergebnisse anderer Studierender kritisch,<br>- präsentieren die Ergebnisse ihrer Arbeiten schriftlich und mündlich. |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| In this seminar, questions on current topics of production and operations management (POM) are examined by means of well-known methods of Operations Research (OR) or Life Cycle Assessment (LCA). Students will be given a mathematical model or concept, which they first understand and extend in a meaningful way. The students then implement their solution and present it in a comprehensible way. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |

The students

- apply known methods and approaches from Operations Research or the ecological sustainability assessment of products or production processes to a specific problem from corporate practice,
- use their own knowledge in the consideration of the problem,
- critically discuss their own results as well as the results of other students,
- present the results of their work in writing and orally.

**Literatur**

Ausgewählte Aufsätze aus wissenschaftlichen Zeitschriften, die in der Veranstaltung bekanntgegeben werden.  
Selected publications in scientific journals, which will be announced in the seminar.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                      |                  |                              |                    |
| Masterseminar Unternehmenssteuerung und Controlling        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                |                  |                              |                    |
| Corporate Accounting and Control Master Seminar            |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                       |                  |                              |                    |
| <b>Masterseminar Unternehmenssteuerung und Controlling</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                |                  |                              |                    |
| Corporate Accounting and Control Master Seminar            |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Wömpener, Andreas  |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  |                              | 3                  |
| <b>Studienleistung</b>                                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                    |                  |                              |                    |
| Seminararbeit, Präsentation                                |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                 |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Das Masterseminar Unternehmenssteuerung und Controlling beinhaltet die eigenständige Bearbeitung von finanzwirtschaftlichen Themen im Rahmen einer wissenschaftlichen Ausarbeitung. Diese Seminararbeit wird im Rahmen des Seminars präsentiert und verteidigt. Die Themen des Seminars sind heterogen und wechseln in jeder Veranstaltung mit dem Ziel, den Studierenden einen umfassenden Überblick zu geben.   |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden sind fähig, eigenständig eine wissenschaftliche Arbeit zu schreiben, also formell insbesondere mit wissenschaftlicher Literatur zu arbeiten, diese zu recherchieren, zu bewerten, im Rahmen der Arbeit korrekt zu verwerten und zu zitieren sowie einen wissenschaftlichen, strukturell einwandfreien Text zum vorgegebenen Thema zu schreiben. Die Studierenden zeigen dadurch die Fähigkeit, sich in ein spezielles betriebswirtschaftliches Thema inklusive der damit zusammenhängenden Methoden einzuarbeiten, dieses zu verstehen, zu analysieren, sinnvolle Schwerpunkte zu setzen, darauf aufbauend eigene Erkenntnisse zu gewinnen sowie all dies verständlich und logisch konsistent wiederzugeben. |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| The Corporate Accounting and Control Seminar (M.Sc.) involves an independent development of finance topics in terms of a scientific elaboration. The term paper will be presented and discussed.   |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| The students work scientifically. They can formally work with scientific literature (investigation, evaluation, appropriate usage, and citation) and will write a scientific and well structured term paper on a specified management accounting topic. The students have the ability to familiarise with a specific business topic including coherent methods as well as to understand and analyse the topic, setting appropriate key aspects of activity, and, on this basis, develop their own scientific findings. They are also able to express this in an understandable and logically consistent way. |



**Literatur**

Abhängig von der jeweiligen, individuellen Seminararbeit. / Depending on the individual term paper.

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

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

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

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

## Literatur

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Übertragungssysteme                        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Transmission systems                       |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>MATLAB for Communications</b>           |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| MATLAB for Communications                  |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Czylwik, Andreas                           |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 4  | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  |                              | 3                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Modul-Klausur                              |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Nach einer Einführung in die Syntax von MATLAB werden Anwendungen von MATLAB im Bereich der Nachrichtentechnik behandelt. Wichtige Methoden sind dabei: Faltung, diskrete Fourier-Transformation, Erzeugung von Zufallsvariablen mit definierten Eigenschaften. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Teilnehmer sollen in der Lage sein, numerische Problemstellungen der Nachrichtentechnik mit MATLAB lösen zu können.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| After an introduction about the syntax of MATLAB, applications in the field of communication systems are treated. Especially the following methods are discussed: convolution, discrete Fourier transform, generation of random variables with pre-defined properties. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| Participants shall be able to solve numerical problems in the area of communications systems using MATLAB.   |

|   |
|---|
| <b>Literatur</b>  |
| Martin Werner: Digitale Signalverarbeitung mit MATLAB<br>Hans Benker: Mathematik mit MATLAB: Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler<br>Gerhard Doblinger: Zeitdiskrete Signale und Systeme<br>Norbert Fliege und Markus Gaida: Signale und Systeme |

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

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

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

### Description / Content English

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

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

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

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

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

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

Projekt- bzw. Versuchsbeschreibungen mit weiterführenden Literaturangaben

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Mehrgrößenregelung                         |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Modern Control Systems                     |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Mehrgrößenregelung                         |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Modern Control Systems                     |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Ding, Steven                               |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Im Rahmen der Lehrveranstaltung werden regelungstechnische Verfahren für MIMO-Systeme (Multiple Inputs and Multiple Outputs) vorgestellt, welche auf der so genannten Zustandsraumdarstellung dynamischer Systeme basieren, und deren Grundlage seit Anfang der 60er-Jahre unter dem Begriff „moderne Regelungstheorie“ entwickelt wurde. Anders als die klassische Regelungstheorie, wo die Systemanalyse und der Reglerentwurf auf dem Übertragungsverhalten des betrachteten Systems basieren, gehen die Zustandsraumverfahren von der Gewinnung der Information über die Zustandsgrößen des Systems aus. Dies ermöglicht nicht nur einen tieferen Einblick in die strukturellen Eigenschaften des Systems und damit den Entwurf des so genannten Zustandsreglers, sondern auch eine effektive Nachbildung der Zustandsgrößen. Diese Technologie gewinnt in der Praxis zunehmend an Bedeutung. In dieser Vorlesung wird zunächst die Aufstellung von Zustandsraummodellen vorgestellt. Es folgt die Beschreibung der strukturellen Eigenschaften des Systems u.a. invariante Nullstellen, Polstellen, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit. Vorgestellt werden ferner die so genannten Zustandsraumverfahren für den Reglerentwurf. Im Zusammenhang mit dem Entwurf des Zustandsreglers werden schließlich verschiedene Verfahren zum Entwurf des so genannten Beobachters zur Nachbildung von Zustandsgrößen bzw. Störgrößen vorgestellt.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden können regelungstechnische Systeme im so genannten Zustandsraum modellieren und analysieren. Sie können Zustandsregler und unterschiedliche Typen von Beobachtern entwerfen.</p>  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| <p>In this course, the state space description of MIMO dynamic systems is first introduced. It is followed by the study on system structural properties like invariant zeros, poles, controllability and observability. Moreover, different methods of designing state feedback controllers, observer based state feedback controllers as well as optimal state feedback controllers are presented. The final part of this course is devoted to the design of state observers and unknown input observer.</p> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |

The students should be able to model dynamic systems in the state space representation and to design state feedback controller and observers.

### Literatur

- [1] S. X. Ding, Vorlesungsskript „Mehrgrößenregelung“ (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar, will be updated and available for download)
- [2] J. Lunze, Regelungstechnik II (Mehrgrößensysteme), 7. Auflage, Springer-Verlage, 2013
- [3] H. Unbehauen, Regelungstechnik II, 10. Auflage, Verlag-Vieweg, 2000.
- [4] G. F. Franklin, J. D. Powell and A. Emami-Naeni, Feedback control of dynamic systems, the 5th edition, Prentice Hall, 2006.
- [5] E. C. Dorf and R. H. Bishop, Modern control systems, Pearson Prentice Hall, 10th edition, 2005.
- [6] C-T. Chen, Linear system theory and design, Oxford university press



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

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Druckgetriebenen Membranverfahren</li> <li>- Elektrodialyse</li> <li>- Transportphänomene an und durch Membranen</li> <li>- Vor- / Nachbehandlung</li> <li>- Hybride Prozesse</li> <li>- Betrieb von Umkehrosmoseanlagen zur Entsalzung</li> <li>- Fouling und Scaling</li> <li>- Fallbeispiele von Membrananlagen</li> </ul>                     |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| 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. |

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Mess- und Sensorsysteme                    |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Measurement and sensor systems             |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Mess- und Sensorsysteme</b>             |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Measurement and sensor systems             |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| van Waasen, Stefan                         |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        |                  | <b>Turnus</b>                | <b>Sprache</b>     |
| 5  |                  | W/S                          | E/D                |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Die Lehrveranstaltung „Mess- und Sensorsysteme“ gibt eine erweiterte Einführung in das Thema Mess- und Sensorsysteme. Zu Beginn werden die Grundlagen der Messtechnik, bezogen auf wichtige Signal- und Systemparameter, behandelt. Weiterhin werden verschiedene Grundlagen bzw. Verfahren zur Signalkonditionierung und -verarbeitung vorgestellt. Im Weiteren soll ein Einblick in verschiedene Mess- und Sensorprinzipien gegeben werden. Es werden verschiedene Detektoren/Sensoren (Magnetfeldsensoren, Lichtsensoren, etc.) vorgestellt und die grundlegenden Eigenschaften, mit Vor- und Nachteilen sowie deren Einsatzgebiete diskutiert. Zum Ende soll hierbei speziell auch auf die spezifischen Möglichkeiten zur Auslegung dieser Komponenten und die verschiedenen Implementierungsmöglichkeiten eingegangen werden. Im Gesamtzusammenhang werden diese dann mit einer realen Applikation aus der Physik weiterführend als virtuelles Projekt diskutiert. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Nach erfolgreichem Ableisten der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, grundlegende Eigenschaften von Mess- und Sensorsystemen zu verstehen und eine entsprechende Auswahl von Komponenten (Detektoren, Signalverarbeitung, etc.) entsprechend der Anforderungen zu treffen. Die Studierenden sind zudem grundlegend fähig eine solche Entwicklung entsprechend einem typischen Entwicklungsprozess durchzuführen.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The course „Measurement and Sensor Systems gives“ an extended introduction into the topic of measurement and sensor systems. At the beginning, the basics of measurement technology, related to important signal and system parameters, are covered. Furthermore, different basics or methods for signal conditioning and processing will be presented. Next, an insight into different measurement and sensor principles will be given. Different detectors/sensors (magnetic field sensors, light sensors, etc.) will be presented, and the basic properties, including advantages and disadvantages, as well as their areas of application will be discussed. Towards the end, the specific possibilities for the design of these components and the different implementation options will be discussed. In the overall context, these will then be discussed further with a real application from physics as a virtual project. |

### Learning objectives / skills English

After successful fulfillment of the course, the students are able to understand basic characteristics of a measurement and sensor system and to make a corresponding component selection (detector, signal processing, etc.) according to respective requirements. In addition, students are basically able to perform such a development according to a typical development process.

### Literatur

Empfehlungen/Recommendations (nicht notwendig zum erfolgreichen Absolvieren des Kurses/not required for successfully passing the course):

- (1) Armin Schöne: Messtechnik. Springer Verlag, 1997
- (2) Reinhard Lerch: Elektrische Messtechnik. Springer, 2010
- (3) Elmar Schrüfer, Leonhard M. Reindl, Bernhard Zagar: Elektrische Messtechnik. Hanser Verlag, 2012
- (4) Gabriele D'Antona, Alessandro Ferrero: Digital Signal Processing for Measurement Systems: Theory and Applications. Springer, 2010
- (5) Johannes Niebuhr, Gerhard Lindner: Physikalische Messtechnik mit Sensoren. Oldenbourg, 2002
- (6) K. W. Bonfig, Zhongdong Liu: Virtuelle Instrumente und Signalverarbeitung. VDE Verlag, 2004

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Metallurgical Thermochemistry              |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Metallurgical Thermochemistry              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Metallurgical Thermochemistry</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Metallurgical Thermochemistry              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Deike, Rüdiger                             |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Es werden die Grundlagen der metallurgischen Thermodynamik unter besonderer Berücksichtigung von Reaktionen bei hohen Temperaturen zwischen Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen erklärt. Es wird der Umgang mit thermodynamischen Tabellenwerken am Beispiel der Enthalpien, der Freien Enthalpien, der Entropie usw. erklärt. Die Freien Reaktionsenthalpien unter Standardbedingungen werden an Beispiel des Ellingham-Diagrammes erläutert. Im Weiteren wird vorgestellt wie ausgehend von den Standardbedingungen reale Prozesse berechnet werden können und welche Rolle die Aktivitäten in diesem Zusammenhang spielen. Hier werden die Aktivitäten und deren Bedeutungen erklärt. Da es sich bei Metallschmelzen in der Regel um Mischungen handelt, wird ausgehend vom Raoult'schen Partialdruckgesetz der Unterschied zwischen idealen und realen Mischungen erklärt und wie diese thermodynamisch beschrieben werden können. An ausgewählten Beispielen wie z.B. die Reduktion von Metalloxiden durch Kohlenstoff, Wasserstoff und anderen Metallen werden typische metallurgische Probleme vorgestellt und anhand von Tabellen manuell und mit Hilfe der Software FACTSage berechnet. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden kennen die Bedeutung der thermodynamischen Größen Enthalpie, Freie Enthalpie, Entropie und wissen was mit diesen Größen berechnet wird. Die Studierenden sind in der Lage thermodynamische Gleichgewichte unter Standardbedingungen und realen Bedingungen zu berechnen und können somit beurteilen ob Reaktionen unter gegebenen Druck- und Temperaturbedingungen ablaufen oder nicht. Die Studierenden wissen wie reale Mischungen beschrieben werden und welche Bedeutung dabei Aktivitäten haben. Die Studierenden sind in der Lage metallurgische Prozesse mit Hilfe von Tabellenwerken und modernen Softwarepaketen wie FACTSage zu berechnen.   |

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

The basics of metallurgical thermodynamics are explained, particularly considering reactions at high temperatures between solids, liquids, and gases. The use of thermodynamic tables is presented using the example of Enthalpies, Gibbs energies, Entropy, etc. The Gibbs reaction energy under standard conditions is explained using the example of the Ellingham diagram. Furthermore, it shows how fundamental processes can be calculated based on the standard conditions and what role activities play in this context. The activities and their meanings are explained here. Since metal melts are usually mixtures, the difference between ideal and real mixtures is explained based on Raoult's law of partial pressures and how these can be described thermodynamically. Typical metallurgical problems are presented using selected examples, such as the reduction of metal oxides using carbon, hydrogen, and other metals, and calculated manually using tables and with the help of the FACTSage software.

### Learning objectives / skills English

The students know the meaning of the thermodynamic parameters Enthalpy, Gibbs Energy, and Entropy and understand what is calculated with these quantities. They are able to calculate thermodynamic equilibria under standard and real conditions and can thus assess whether reactions will proceed under given pressure and temperature conditions or not. The students know how real mixtures are described and the importance of activities in this context. They are able to calculate metallurgical processes using tables and modern software packages such as FACTSage.

### Literatur

Gaskell D.R.: Introduction to Metallurgical Thermodynamics; McGraw-Hill Book Company, Washington New York 1981  
Atkins, P.W.: Physikalische Chemie; 2. Auflage VCH Weinheim  
Physikalische Chemie der Eisen- und Stahlerzeugung; Verlag Stahleisen, 1964  
Darken, L.S.; Gurry, R.W.: Physical Chemistry of Metals; McGraw-Hill Book Company, Washington New York 1953  
C.H.P. Lupis, C.H.P.: Chemical Thermodynamics of Materials; PTR Prentice-Hall, Inc., 1983

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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Themenschwerpunkte der Veranstaltung sind u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung und Anwendung der Systemtechnik</li> <li>- Planung komplexer innovativer Systeme</li> <li>- Systemtechnischer Ansatz bei der Anlagenplanung</li> <li>- Systemtechnische Planungsmethodik</li> <li>- Planungs- und Problemlösungstechniken</li> <li>- Systemtechnische Methodenbank (SMB)</li> <li>- Bewertung und Auswahl von Systemen und Projekten</li> <li>- Spezielle Problemstellungen der Anlagenplanung</li> <li>- Fallstudien.</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <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>   |

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

Main topics of the lecture are:

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

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

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



|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Microwave Theory and Techniques            |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Microwave Theory and Techniques            |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Microwave Theory and Techniques</b>     |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Microwave Theory and Techniques            |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Czylwik, Andreas                           |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Behandelt werden theoretische Grundlagen und Konzepte, die zum Entwurf und Analyse von Mikrowellen-Schaltungen benötigt werden. Beginnend mit Maxwell's Gleichungen werden Beschreibungen von ebenen Wellen und Ausbreitungseffekten an Diskontinuitäten abgeleitet. Leitungsgleichungen und Wellenbeschreibungen auf TEM-Wellenleitungen werden als Wiederholung des Stoffs aus dem Bachelor nur kurz behandelt. Als Erweiterung der bisherigen theoretischen Grundlagen wird dann die Ausbreitung von TEM-Wellen und TE- und TM-Moden auf metallischen Leitungen abgeleitet sowie entsprechende Resonanz-Moden. Daneben werden auch Eigenschaften von Streifenleitungen (microstrip und coplanar) gezeigt.</p> <p>Dies führt zur Charakterisierung von Mikrowellen-Netzwerken unter Benutzung der Streuparameter und Analyse der Eigenschaften von verschiedenen Klassen von N-Toren.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden sind in der Lage elektromagnetische Wellen im freien Raum und auf Leitungen zu berechnen und Welleneigenschaften von Mikrowellen-schaltungen zu beschreiben und in Systemzusammenhängen zu berücksichtigen.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| <p>The lecture series on MTT covers advanced theories and concepts needed for the analysis and design of microwave circuits. We start with Maxwell's equations to derive descriptions of plane waves and propagation effects at discontinuities. Next we repeat and extend transmission line theory taught at undergraduate level (MRFT). Extending basic theory, we then derive transmission line TEM-modes and metal waveguide TE- and TM-modes as well as resonator modes. Characteristics of printed circuit microstrip line and coplanar waveguide are also presented. This leads to the characterization of microwave networks using scattering parameters and the analysis of several classes of n-port circuits.</p> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| Students can calculate electromagnetic wave propagation in free space and in transmission lines. They are able to describe wave propagation properties of microwave networks and consider these under system aspects.  |

## Literatur

- David M. Pozar, Microwave and RF wireless systems, John Wiley and Sons, 2001, chapters 3,4
- David M. Pozar, Microwave Engineering, 2nd edition, John Wiley and Sons, 1998, chapters 1,2,3,4
- Werner Bächtold, Mikrowellentechnik, Vieweg, 1999
- Werner Bächtold, Mikrowellenelektronik, Vieweg, 2002
- Edgar Voges, Hochfrequenztechnik, Bauelemente, Schaltungen, Anwendungen, 2004, 3.Auflage, Hüthig-Verlag

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Mikro- und Optoelektronik Praktikum        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Micro- and Optoelectronics Lab             |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Mikro- und Optoelektronik Praktikum</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Micro- and Optoelectronics Lab             |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Stöhr, Andreas                             |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  | 3                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Das Praktikum deckt die verschiedenen Bereichen der Halbleitertechnologie ab, zu denen im Fachbereich Ingenieurwissenschaften der Uni Duisburg-Essen geforscht wird. Es werden Themen aus der Optoelektronik, der Silizium-Halbleitertechnologie, der Technologie für Höchstfrequenzbauelemente aus III-V-Halbleitern und der Nanotechnologie für Quantenbauelemente angeboten. Der Schwerpunkt der Versuche dient der Herstellung und technologienahen Charakterisierung von Bauelementen, die den Zusammenhang zwischen Herstellung und Bauelementparametern deutlich macht. Für die einzelnen Versuche stehen ausführliche Beschreibungen zur Verfügung, innerhalb derer die notwendigen Grundlagen wiederholt werden. Verständnisfragen und Aufgaben werden gestellt, die als Vorbereitung zuhause gelöst werden müssen. Zur Durchführung der Laborversuche gehören ein Kolloquium mit An-Testat, die eigentliche Versuchsdurchführung sowie ein Versuchsprotokoll. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Das Praktikum befähigt die Studierenden, die prinzipiellen Schritte zur Herstellung von Halbleiterbauelementen zu verstehen und diese praktisch anzuwenden. Sie sind ausserdem in der Lage, einfache Halbleiterbauelemente herzustellen, diese messtechnisch zu charakterisieren und das Ergebnis der Herstellung zu bewerten.  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The laboratory covers various areas of semiconductor technology, which are under investigation in the Department of Engineering Sciences at the University of Duisburg-Essen. It offers topics from optoelectronics, silicon semiconductor technology, the technology for high-frequency devices made from III-V semiconductors and nanotechnology for quantum devices. The focus of the experiments lays on the manufacturing and technology-based characterization of components, making clear the relationship between production parameters and components. Detailed descriptions are available for the individual experiments, within which the necessary fundamentals are recapitulated. Comprehension questions and tasks are provided, to be solved as preparation at home. The labs include a colloquium to audit, the experimental procedure and the minutes. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |

The laboratory enables the students to understand the principle steps in the fabrication of semiconductor devices and to do this in practice. They are also capable of manufacturing simple semiconductor devices, doing measurements and characterizing the result of the fabrication.

## Literatur

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

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

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

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

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

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>              |                  |                              |                    |
| Modelling and Simulation of Dynamic Systems        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                        |                  |                              |                    |
| Modelling and Simulation of Dynamic Systems        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>               |                  |                              |                    |
| <b>Modelling and Simulation of Dynamic Systems</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                        |                  |                              |                    |
| Modelling and Simulation of Dynamic Systems        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                               |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Köppen-Seliger, Birgit                             |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                               | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                             |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum           |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                            |                  |                              |                    |
| Klausur  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>         |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Nach einer Einführung in Ziele und Bedeutung von Modellbildung und Simulation werden zunächst numerische Verfahren zur Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen (diverse implizite und explizite Ein- und Mehrschrittverfahren, andere Verfahren) und deren Eigenschaften (numerische Stabilität, lokale und globale Fehler, Eignung für steife DGLs, bei Sprüngen und für Schrittweitensteuerung) behandelt. Die Lösung partieller DGLs wird lediglich durch ein Beispiel mit Zeit- und Ortsdiskretisierung angedeutet.</p> <p>Das Kapitel über experimentelle Modellbildung befasst sich zunächst mit Vorgehensweise und Wahl der Testsignale. Es folgen Verfahren zur Gewinnung nichtparametrischer Modelle. Die direkte Parameterbestimmung aus Sprungantworten beschränkt sich auf einfache lineare dynamische Systeme. Für allgemeine Parameterschätzverfahren (wie sie in der „System Identification Toolbox“ von MATLAB implementiert sind) werden die zugrunde liegenden Modelle dargestellt. An einem Verfahren wird die Rückführung auf ein Least-Squares-Problem gezeigt und bezüglich weiterer Details auf die Vorlesung „State and Parameter Estimation“ verwiesen. Weitere Methoden werden nur als Ausblick angedeutet.</p> <p>Physikalische Grundlagen aus Mechanik, Thermodynamik und Strömungslehre werden in kurzer Form zusammengefasst. Die Anwendung erfolgt zur theoretischen Modellbildung (zur Gewinnung „rigoroser Modelle“) für zahlreiche Beispiele, so z.B.: Antrieb mit Gleichstrommotor, Pumpe und Kompressor, Ventil, Wärmetauscher, beheizter Behälter (Flüssigkeit, Gas, kochende Flüssigkeit und Dampf), Rührkesselreaktor mit chemischer Reaktion.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden sollen numerische Lösungsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen in ihren Eigenschaften beurteilen und für einen gegebenen Anwendungsfall auswählen können. Sie sollen verschiedene Verfahren zur experimentellen Systemidentifikation anwenden können. Sie sollen auch in der Lage sein, für einige einfache, in der Verfahrenstechnik wichtige, physikalische Systeme rigorose (theoretische) Modelle aufzustellen.   |

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

After an introduction into goals and significance of modelling and simulation, numerical methods for solving ordinary differential equations (various implicit and explicit single-step and multi-step methods, other methods) and their properties (numeric stability, local and global errors, suitability for stiff differential equations, for step inputs, and for step width control) are considered. For the solution of partial differential equations, there is only a hint by an example with space and time discretization.

The chapter „experimental modelling“ at first discusses principles and choice of test signals, followed by methods for gaining nonparametric models. For general parameter estimation methods, as they are contained in the MATLAB system identification toolbox, the basic models are presented. For one method, the reduction to a least-squares problem is shown; for further details the lecture refers to another lecture („state and parameter estimation“). Other methods are only mentioned as an outlook.

A short overview over physical fundamentals from mechanics, thermodynamics, and fluid dynamics is given. These fundamentals are applied for theoretical modelling (gaining rigorous models) for numerous examples, e.g., DC drive, pump and compressor, valve, heat exchanger, heated vessel (liquid, gas, boiling liquid, and vapour), stirring vessel reactor with chemical reaction.

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

The students will be able to apply numerical methods for the solution of ordinary differential equations, and to evaluate their properties and suitability for a given application case. They are expected to apply various methods for experimental system identification. Also, they will be able to formulate rigorous (theoretical) models for some simple systems which are important in process industry.

### **Literatur**

- Maier, Uwe: Vorlesungsskript „Modelling and Simulation of Dynamic Systems“ in Moodle
- Thomas, Philip: Simulation of Industrial Processes for Control Engineers. Butterworth Heinemann, 1999.
- Weitere umfangreiche Literaturliste zu den einzelnen Kapiteln in Moodle.



|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                              |                  |                              |                    |
| Moderne anorganische Halbleiter für flexible Optoelektronik        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>  |                  |                              |                    |
| Modern inorganic semiconductors for flexible optoelectronics       |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                               |                  |                              |                    |
| <b>Moderne anorganische Halbleiter für flexible Optoelektronik</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>  |                  |                              |                    |
| Modern inorganic semiconductors for flexible optoelectronics       |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>   |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Münzer, Franziska  |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  |                  | 1                            | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>   |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum                           |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>  |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                         |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>In dieser Veranstaltung werden die wichtigsten anorganischen Halbleitermaterialien sowie deren Verwendung in flexiblen und/oder lösungsmittelbasierten optoelektronischen Bauelementen erläutert. Zu Beginn erfolgt eine Vorstellung der wichtigsten Materialklassen (Halogenid-Perowskite, Nanokristalle und 2D Materialien) und deren grundlegenden strukturellen Aufbaus sowie der optischen und elektrischen Eigenschaften, wobei ein besonderes Augenmerk auf die Wirkungsweise der Materialien innerhalb eines Bauelementes gelegt wird (Leitfähigkeit in und quer zur Schicht, optische Effekte innerhalb der Schicht, Einfluss von Stromtransport auf das Material, etc.). Darauf aufbauend wird die Umsetzung oder Ansätze zur Umsetzung verschiedener Bauelementtypen (Lichtemittierende Bauelemente, Photodetektoren, Laser, (Photo)-Transistoren, etc.) mit den unterschiedlichen Materialklassen vorgestellt. Aufbauend auf der Diskussion des Wirkungsmechanismus und der wichtigsten Kenndaten eines bestimmten Bauelementtypes werden anschließend die aus der Materialwahl resultierenden Vorteile und Limitierung in realen Bauelementen diskutiert, und die gängigsten Konzepte zur Umgehung von Problemen vorgestellt.</p> <p>Die Veranstaltung umfasst neben der Vorlesung auch ein Praktikum, in dem jeweils ein Photodetektor und ein lichtemittierendes Bauelement gebaut und vermessen wird.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Nach Besuch der Veranstaltung kennen die Studierenden die besonderen Charakteristika (Aufbau, grundlegende optische und elektrische Eigenschaften) der wichtigsten modernen anorganischen Halbleiter, die für flexible Optoelektronik geeignet sind. Sowie die die wichtigsten Verfahren zur Herstellung von flexiblen und lösungsmittelbasierten Bauelementen. Sie haben ein Verständnis für die materialspezifischen Vorteile und Herausforderungen bei der Verwendung in optoelektronischen Bauelementen entwickelt.</p>   |

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

This course will explain the most important flexible inorganic semiconductor materials and their use in flexible and/or solvent-based optoelectronic devices. At the beginning, the most important material classes (metal halide perovskites, nanocrystals and 2D materials) and their basic structure as well as the optical and electrical properties are presented, with special attention to the functionality of the materials within a device (conductivity in and across the layer, optical effects within the layer, influence of current transport on the material, etc.). Based on this, the implementation or approaches for the implementation of different device types (light-emitting components, photodetectors, lasers, (photo) transistors, etc.) with the different material classes will be presented. The advantages and limitations resulting from the choice of material in specific devices are discussed, and the most common concepts to circumvent problems are presented. In addition to the lecture, the course also includes an internship, in which a photodetector and a light-emitting component are built and measured.

### Learning objectives / skills English

After attending the course, the students will know the special characteristics (structure, basic optical and electrical properties) of the most important modern inorganic semiconductors suitable for flexible optoelectronics, as well as the most important processes for the production of flexible and solvent-based components. They have developed an understanding of the material-specific advantages and challenges of using them in optoelectronic devices.

### Literatur

- 1) Tze-Chien Sum and Nripan Mathews: Halide Perovskite – Photovoltaics, Light Emitting Devices and Beyond, Wiley-VCH 2019
- 2) Phaedon Avouris, Tony F. Heinz, Tony Low: 2D Materials: Properties and Devices, Cambridge University Press 2017
- 3) Dongzhi Chi, K.E.Johnson Goh, Andrew T.S Wee: 2D Semiconductor Materials and Devices, Elsevier 2020
- 4) Victor Klimov: Nanocrystal Quantum Dots, CRC Press 2010
- 5) Aparna Thankappan, Sabu Thomas: Perovskite Photovoltaics - Basic to Advanced Concepts and Implementation, Academic Press 2018

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

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Im Rahmen dieser Veranstaltung werden ausgewählte Energiesysteme, die für die Transformation der Energiewirtschaft (Energiewende) bedeutsam sein werden, stofflich, energetisch und hinsichtlich ihrer Kostenstrukturen bilanziert. Nach der einführenden Darstellung wesentlicher energiewirtschaftlicher Zusammenhänge werden die Funktionsweise wichtiger Prozesse und die erforderlichen Methoden zur Bewertung vorgestellt. Ein Schwerpunkt der Modernen Energiesysteme liegt im Bereich der Anlagen, die die Residuallast darstellen können. Die Residuallast ist die in einem Elektrizitätsnetz nachgefragte Leistung abzüglich des Anteils fluktuierender, nicht steuerbarer Einspeisung von Erneuerbaren Energien, also die Restnachfrage, die von regelbaren Kraftwerken erbracht werden muss. Dazu werden u.a. moderne Konzepte fossil gefeuerter Kraftwerke (u.a. Gasturbinen und GuD-Anlagen) und von Blockheizkraftwerken zur dezentralen Strom- und Wärmeversorgung (KWK) vorgestellt und bilanziert. Ein Kapitel behandelt die Brennstoffzelle als innovativer elektrochemischer Energiewandler. Des Weiteren werden die Grundlagen der Kernenergie, der international eine bedeutsame Rolle bei der CO<sub>2</sub>-freien Stromerzeugung beigemessen wird, vorgestellt und aktuelle und zukünftige Reaktorkonzepte dargestellt. Auch der Bereich der Wärmeversorgung weist ein hohes Einsparpotenzial für Kohlendioxidemissionen auf. Zur Aktivierung der Wärmewende werden u.a. Wärmepumpen und im urbanen Raum Wärmenetze zur Einbindung erneuerbarer Energien als notwendig angesehen. Dazu werden moderne Methoden der Wärme- und Kältebereitstellung beleuchtet.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen</li> <li>2. Prinzip von modernen Dampfkraftanlagen</li> <li>3. Gasturbinen und GuD-Anlagen</li> <li>4. Kraft-Wärme-Kopplung</li> <li>5. Brennstoffzellen</li> <li>6. Kernenergie</li> <li>7. Wärme- und Kältebereitstellung</li> </ol> <p>Die Vorlesung strebt das vertiefte Verständnis wichtiger komplexer Systeme der Energietechnik unter technischen, ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten an, so dass der Studierende anhand praxisnaher Beispiele zu eigenen qualitativen und quantitativen Aussagen kommt.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |

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

### Description / Content English

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

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

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

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                          |                  |                              |                    |
| Moderne Methoden der Bauelement- und Schaltungsanalytik        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                    |                  |                              |                    |
| Advanced Methods for Analytics of Components and Circuits      |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                           |                  |                              |                    |
| <b>Moderne Methoden der Bauelement- und Schaltungsanalytik</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                    |                  |                              |                    |
| Advanced Methods for Analytics of Components and Circuits      |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>   |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Mertin, Wolfgang   |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>  |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| In dieser Veranstaltung werden moderne Methoden der Bauelement- und Schaltungsanalytik eingeführt und speziell anhand von Nanostrukturen bzw. nanostrukturierten Bauelementen erklärt. Neben den einzelnen Messsystemgruppen werden auch die peripheren Messsysteme und ihre zugrunde liegenden Arbeitsweisen eingehend erklärt. Nach den theoretischen Grundlagen der Darstellungsbereiche Zeit- und Frequenzbereich und ihres theoretischen Zusammenhangs werden Rauscharten erläutert und mathematisch beschrieben. Anschließend erfolgt eine eingehende Diskussion der verschiedenen Möglichkeiten der Signaldetektion aus verrauschten Signalen (z. B. Mittelwertbildung, Lock-in Verstärkung). Auf dieser Grundlage werden dann verschiedene, in der Bauelement- und Schaltungsanalytik häufig eingesetzte, Messsysteme beschrieben. Hierzu zählen der Spektrumanalysator, der Netzwerkanalysator, die Kelvin-Force-Mikroskopie und die Rastersonden-Strom und Spannungsmesstechnik aber auch optische Verfahren wie Photoemissionsmikroskopie, PICA und OBIRCH. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden sind nach aktivem Besuch der Veranstaltung sensibilisiert für die in der Nanotechnik üblichen Signale. Sie sind in der Lage, den für ihre Problemstellung geeigneten Darstellungsbereich zu wählen. Sie kennen die Problematik verrauschter Signale, die Rausursachen und geeignete Möglichkeiten, optimale Messbedingungen und Messumgebungen auszuwählen. Sie kennen die grundsätzlichen Arbeitsweisen der in der Bauelement- und Schaltungsanalytik gebräuchlichsten Messsysteme und Messverfahren und sie sind in der Lage das für ihre Problemstellung am besten geeignete Messsystem auszuwählen und anzuwenden.  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| The content of this lecture are modern methodes for device and circuit ananlysis. The relationship between time domain and frequency domain will be discussed. The fundamentals of different noise types are taught and correlated to measurement problems. For signal recovery different methodes like Lock-In Amplification, Averaging and Box-Car Intergrators will be explained. Kelvin Probe Force Microscopy, Photonemission microscopy, Laser Voltage Probing and Thermography round the lecture off. |

### Learning objectives / skills English

After passing the lecture successfully the students are sensitized for typical signals in nanotechnology. They can choose the right domain for the special problem. They are familiar with noise types, measurement of noisy signals and signal recovery. The students are also familiar with the main analysis methods for device and circuit analysis.

### Literatur

- 1) K. Bergmann: Elektrische Messtechnik, Vieweg Verlag 1997
- 2) Clyde F. Coombs, Jr.: Electronic Instrument Handbook, McGraw-Hill Book Company 2000
- 3) B. E. Jones: Messgeräte, Messverfahren, Messsysteme, Teil 1 und 2, Oldenburg - Verlag 1980
- 4) M. Thumm, W. Wiesbeck, S. Kern: Hochfrequenzmesstechnik: Verfahren und Messsysteme, Teubner - Verlag 1997
- 5) L. Reimer: Rasterelektronenmikroskopie, Springer - Verlag 1977
- 6) M. L. Meade: Lock-in amplifiers: Principles and applications, Peter Peregrinus Ltd. 1989
- 7) J. T. L. Thong (ed.): Electron Beam Testing Technology, Plenum Press 1993
- 8) D. Wolf (ed.): Noise in Physical Systems, Springer Verlag 1978
- 9) W. Gruhle: Elektronisches Messen, Springer Verlag 1987
- 10) D. Sarid, Scanning Force Microscopy, Oxford University Press, 1993
- 11) E. Meyer, H. J. Hug, R. Bennewitz, Scanning Probe Microscopy, Springer-Verlag, 2003
- 12) T. Gandhi (ed.), Microelectronics Failure Analysis, Desk Reference, 7th Edition, ASM International, 2019

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Molekulare Gasdynamik                      |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Molecular Gas Dynamics                     |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Molekulare Gasdynamik</b>               |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Molecular Gas Dynamics                     |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Wlokas, Irenäus                            |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>       |                  |                              |                    |

In der Thermodynamik und Strömungsmechanik werden Gase typischerweise als ein Kontinuum betrachtet – eine Annahme die gleichzeitig die Grenzen dieses Modells vorgibt und für stark verdünnte Gase nicht mehr zutrifft. Alternativ können Gase als Ensemble von Partikeln (Molekülen) betrachtet und mathematisch beschrieben werden. Diese Betrachtung ist die Grundlage der statistischen Thermodynamik und der kinetischen Theorie der Gase. Die Vorlesung richtet sich an Studenten des Maschinenbaus und des NanoEngineering im fortgeschrittenen Bachelor-Studiengang und in den Master-Studiengängen.

Die Vorlesung Molekulare Gasdynamik liefert eine Einführung in die statistische Beschreibung von Gasen, basierend auf der Grundannahme, dass Gase aus Partikeln (Molekülen) bestehen. Die Inhalte der Vorlesung sind folgende:

1. Einführung

Annahmen der molekularen Theorie, Molekülmodelle und Skalen; Die Strömungsbereiche „Kontinuumsströmung“ und „freie Molekülströmung“; Thermodynamische Größen und molekulare Größenordnungen.

2. Elementare Gaskinetik

Makroskopische Eigenschaften eines Gases in Ruhe; Diffusion, Wärmeleitung und Schubspannungen als molekulare Transportprozesse.

3. Verteilungsfunktion und makroskopische Größen

Die molekulare Geschwindigkeitsverteilungsfunktion; Bestimmung der makroskopischen Größen aus der Verteilungsfunktion.

4. Kinetische Theorie für das Gleichgewicht

Die Maxwell-Boltzmann (MB) Verteilung; Anwendung der MB Verteilung und Momente der Gleichgewichtsverteilung; molekulare Stoßbeziehungen.

5. Boltzmann-Gleichung

Herleitung der Boltzmann-Gleichung; Grenzfall der freien Molekülströmung; Grenzfall der Kontinuumsströmung; Das H-Theorem und die Entropie; Momente der Boltzmann-Gleichung; Das BGK-Modell.

6. Die Chapman-Enskog Entwicklung

Formulierung und Hierarchien der Chapman-Enskog Entwicklung; Herleitung der Navier-Stokes Gleichung aus dem BGK-Modell; Bestimmung von Transportgrößen mittel der Chapman-Enskog Entwicklung.

7. Numerische Lösungsverfahren: Direkte Monte-Carlo Simulation; Einführung in die Lattice-Boltzmann Methode;

Programmierung eines einfachen Lattice BGK Löser.

### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Vertieftes Verständnis der Strömungsmechanik und der Thermodynamik. Solide Grundlagen für die statistische Physik, sowie die statistische Beschreibung disperser Medien.

### Description / Content English

In thermodynamics and fluid mechanics, gases are typically considered as a continuum—an assumption that simultaneously defines the limitations of this model and is no longer valid for highly rarefied gases. Alternatively, gases can be viewed and mathematically described as an ensemble of particles (molecules). This perspective forms the basis of statistical thermodynamics and the kinetic theory of gases.

The lecture is aimed at students of mechanical engineering and nanoengineering in advanced bachelor's programs and master's programs.

The lecture Molecular Gas Dynamics provides an introduction to the statistical description of gases, based on the fundamental assumption that gases consist of particles (molecules). The lecture topics are as follows:

1. Introduction

Assumptions of molecular theory, molecular models, and scales; The flow regimes of „continuum flow“ and „free molecular flow“; Thermodynamic quantities and molecular scales.

2. Elementary Gas Kinetics

Macroscopic properties of a gas at rest; Diffusion, heat conduction, and shear stresses as molecular transport processes.

3. Distribution Function and Macroscopic Quantities

The molecular velocity distribution function; Determination of macroscopic quantities from the distribution function.

4. Kinetic Theory for Equilibrium

The Maxwell-Boltzmann (MB) distribution; Application of the MB distribution and moments of the equilibrium distribution; Molecular collision relationships.

5. Boltzmann Equation

Derivation of the Boltzmann equation; Limiting case of free molecular flow; Limiting case of continuum flow; The H-theorem and entropy; Moments of the Boltzmann equation; The BGK model.

6. The Chapman-Enskog Expansion

Formulation and hierarchies of the Chapman-Enskog expansion; Derivation of the Navier-Stokes equation from the BGK model; Determination of transport quantities using the Chapman-Enskog expansion.

7. Numerical Solution Methods

Direct Monte Carlo simulation; Introduction to the lattice Boltzmann method; Programming a simple lattice BGK solver.



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

In-depth understanding of fluid mechanics and thermodynamics. Solid foundation in statistical physics and the statistical description of dispersed media.

### **Literatur**

Über Moodle zur Verfügung gestelltes Material

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

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

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

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

## Literatur

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

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

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

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

## Literatur

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

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

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

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

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

### Literatur

Nikravesh; Computer-aided analysis of mechanical systems; Prentice Hall  
Haug; Computer-Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems; Allyn and Bacon

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                             |                  |                              |                    |
| Multinationale Automobilunternehmen in Zeiten des Umbruchs        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                       |                  |                              |                    |
| Multinational automotive companies in times of upheaval           |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                              |                  |                              |                    |
| <b>Multinationale Automobilunternehmen in Zeiten des Umbruchs</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                       |                  |                              |                    |
| Multinational automotive companies in times of upheaval           |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Proff, Heike  |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 1   |                  |                              | 2                  |
| <b>Studienleistung</b>  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>   |                  |                              |                    |
| Klausur   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                        |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>In dieser Veranstaltung werden die wichtige Themen des internationalen Managements von Automobil- und Mobilitätsunternehmen vertieft und aktuelle Entwicklungen angesichts des Umbruchs in der Automobilindustrie diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Bedeutung von ausländischen Direktinvestitionstheorien,</li> <li>- Veränderungen für multinationale Automobilunternehmen seit Beginn des Jahrtausends, z.B. die Ausdifferenzierung wachsender Automobilmärkte und der Wettbewerbslandschaft,</li> <li>- Herausforderungen für multinationale Automobilunternehmen durch globale Umfeldtrends wie z.B. Elektromobilität und Globalisierung,</li> <li>- die Bedeutung des interkulturellen Managements</li> <li>- Management multinationaler Unternehmen zwischen Regionalisierung und Globalisierung</li> <li>- Ansatzpunkte der Neuausrichtung von Geschäftsmodellen und Steuerung multinationaler Automobilunternehmen in Zeiten des Umbruchs.</li> </ul> <p>Die Veranstaltung wird von einer Übung mit Diskussionen und kleinere Präsentationen zu ausgewählten aktuellen Themen der Veranstaltung begleitet, die die Vorlesungsinhalte ergänzen.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden sind in der Lage, aktuelle Fragenstellungen des internationalen Managements von Automobil- und Mobilitätsunternehmen theoriebezogen und praxisrelevant zu beantworten und die Internationalisierung von Unternehmen umfassend zu erklären.</p>  |

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



In this course, the important topics of international management of automotive and mobility companies are examined in depth and current developments in view of the upheaval in the automotive industry are discussed:

- The importance of foreign direct investment theories,
- Changes for multinational automotive companies since the beginning of the millennium, e.g. the differentiation of growing automotive markets and the competitive landscape,
- Challenges for multinational automotive companies due to global environmental trends such as e-mobility and globalisation,
- The importance of intercultural management
- Management of multinational companies between regionalisation and globalisation
- Starting points for the reorientation of business models and steering of multinational automotive companies in times of change.

The course is accompanied by an exercise with discussions and smaller presentations on selected current topics, which complement the lecture content.

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

The students are able to answer current questions of international management of automotive and mobility companies in a theory-based and practice-relevant manner and to comprehensively explain the internationalization of companies.

### **Literatur**

Proff, H. (2019): Multinationale Automobilunternehmen in Zeiten des Umbruchs: Herausforderungen – Geschäftsmodelle-Steuerung. Wiesbaden: SpringerGabler  
und spezielle und aktuellere Literatur zu den einzelnen Themen der Veranstaltung.

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

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| 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. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| 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.  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| The students are able to judge regenerative energy systems on basis of wind and water power, biomass and geothermal energy with respect to technology and economics. The future potential and the state-of-the-art are known.   |

## Literatur

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Nachhaltige Nanotechnologie                |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Sustainable Nano Technology                |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Nachhaltige Nanotechnologie</b>         |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Sustainable Nano Technology                |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Kuhlbusch, Thomas                          |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die ersten Vorlesungen befassen sich mit den generellen Konzepten der Nachhaltigkeit und Technologiefolgeabschätzung, sowie relevanten Definitionen und Begriffen im nanotechnologischen Umfeld. Diese Ansätze werden im weiteren Verlauf der Vorlesung auf wirtschaftliche, soziologische und ökologische Aspekte hin angewendet.</p> <p>Basierend auf diesen Grundlagen erfolgen in den späteren Vorlesungen die Diskussionen zu umweltrelevanten Eigenschaften von nanostrukturierten Materialien, deren mögliche Auswirkungen auf die Umwelt, Freisetzung- und Transportszenarien, dem Recyceln, sowie die gesamtheitliche Betrachtung der Auswirkungen von nanostrukturierten Materialien.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden lernen die Konzepte der Nachhaltigkeit und deren Einsatz auf das Gebiet der Nanotechnologie anzuwenden. Wesentliche Komponenten sind hierbei der ganzheitliche Ansatz von der Entwicklung der Nanotechnologie, der Erfassung möglicher Begleiterscheinungen (positiv wie negativ), sowie die Anwendung spezifischer Messtechniken und –strategien im Umfeld der Nanotechnologie.</p>   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| <p>The introducing lectures will deal with the general concepts of sustainability and technology assessment, as well as relevant terms and definitions related to nanotechnology and technology assessment. These concepts will consecutively be applied related to economical, sociological, and ecological aspects.</p> <p>The subsequent lectures will discuss the environmentally relevant characteristics of nanostructured materials, the possible environmental implications, release and transport scenarios, recycling, as well as the holistic assessment of consequences due to the application of nanostructured materials.</p> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |

This lecture series aims at teaching students concepts of sustainability and their application in the area of nanotechnology. Important components are the development of assessments based on integrated approaches for developments in nanotechnology, the collection of accompaniment (positive as negative), as well as the specific application of measurement techniques and strategies related to developments in nanotechnology.

## Literatur

|  |                  |                              |                      |
|--|------------------|------------------------------|----------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                      |
| Nachhaltige Wassertechnik                  |                  |                              |                      |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                      |
| Sustainable Water Technology               |                  |                              |                      |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                      |
| Nachhaltige Wassertechnik                  |                  |                              |                      |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                      |
| Sustainable Water Technology               |                  |                              |                      |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrereinheit</b> |
| Panglisch, Stefan                          |                  |                              | MB                   |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                      |
| 5  | SoSe             | D                            |                      |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b>   |
| 2  | 2                |                              |                      |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                      |
|  |                  |                              |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                      |
| Klausur oder Mündliche Prüfung             |                  |                              |                      |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                      |
|  |                  |                              |                      |
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>       |                  |                              |                      |

### 1. Eigenschaften des Wassers und wasserchemische Grundlagen

Ziele: Die Studierenden verstehen die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Wasser und die grundlegenden Konzepte der Wasserchemie.

Inhalte: Physikalische Eigenschaften von Wasser: Dichte, Viskosität, Oberflächenspannung und Löslichkeit. Chemische Eigenschaften und Reaktionen von Wasser: pH-Wert, Redoxreaktionen und Wasserhärte. Wasser als Lösungsmittel: Hydrophilie, Hydrophobie, Elektrolyte und Nicht-Elektrolyte.

### 2. Wasserqualität

Ziele: Die Studierenden erkennen die Bedeutung der Wasserqualität, ihre Bestandteile und Überwachungstechnologien.

Inhalte: Natürliche und anthropogene Wasserinhaltsstoffe: Quellen, Arten und Konzentrationen von Wasserinhaltsstoffen. Wasserverschmutzung und ihre Auswirkungen: Ursachen, Auswirkungen und Maßnahmen zur Reduzierung der Wasserverschmutzung. Technologien zur Überwachung der Wasserqualität: Instrumente, Methoden und Protokolle zur Messung und Analyse der Wasserqualität.

### 3. Grundlagen der Hydrologie und Wasserressourcenmanagement

Ziele: Die Studierenden erwerben Kenntnisse über den Wasserkreislauf, dessen Komponenten und die Grundprinzipien des Wasserressourcenmanagements.

Inhalte: Wasserkreislauf und seine Komponenten: Erklärung des natürlichen Wasserkreislaufs, Evaporation, Kondensation, Niederschlag, Infiltration und Oberflächenabfluss. Grundwasser- und Oberflächenwasser: Differenzierung zwischen Grund- und Oberflächenwasser, Wasserspeicher und Wasserdynamik.

### 4. Wasser im urbanen System

Ziele: Die Studierenden verstehen historische und aktuelle Wasserbedarfsmuster und die Faktoren, die sie beeinflussen.

Inhalte: Historische und aktuelle Trends im Wasserbedarf: Entwicklung des Wasserbedarfs im Laufe der Zeit, Ursachen und Auswirkungen. Einfluss der Bevölkerungszunahme und der Urbanisierung auf die Wassernachfrage: Analyse des steigenden Wasserbedarfs in urbanen Gebieten und dessen Auswirkungen.

### 5. Klimawandel und Wasser

Ziele: Die Studierenden erkennen die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserressourcen und lernen Anpassungsstrategien kennen.

Inhalte: Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserressourcen: Erhöhter Wasserbedarf, Veränderung von Wasservorkommen und Extremereignissen. Anpassungsstrategien für die Wasserwirtschaft im Kontext des Klimawandels: Strategien und Maßnahmen zur Bewältigung klimatischer Herausforderungen.

### 6. Technologien zur Wasserbehandlung und -aufbereitung

Ziele: Die Studierenden lernen moderne und traditionelle Technologien zur Wasseraufbereitung kennen und können sie bewerten.

Inhalte: Traditionelle und innovative Wasseraufbereitungsverfahren: Filtration, Sedimentation, biologische Prozesse, Adsorption und Membranprozesse. Abwasserbehandlung und Wiederverwendung von aufbereitetem Wasser: Methoden zur Abwasserbehandlung, Vorteile und Praktiken der Wiederverwendung.

### 7. Meerwasserentsalzung

Ziele: Die Studierenden verstehen die Grundlagen und Anwendungen der Entsalzung sowie ihre Umweltauswirkungen.

Inhalte: Grundlagen der Entsalzung und ihre Anwendungen: Prozesse, Technologien und Anwendungen der Entsalzung. Umweltauswirkungen der Entsalzung: Ökologische Konsequenzen, Energieverbrauch und Abfallproduktion.

### 8. Nachhaltige Abwasserbehandlung

Ziele: Die Studierenden verstehen die Konzepte der Kreislaufwirtschaft in der Abwasserbehandlung und kennen biotechnologische Anwendungen.

Inhalte: Konzepte der Kreislaufwirtschaft in der Abwasserbehandlung: Prinzipien und Vorteile einer zirkulären Abwasserwirtschaft. Anwendungen von Biotechnologien in der Abwasserbehandlung: Verwendung von Mikroorganismen, Pflanzen und anderen biotechnologischen Ansätzen.

### 9. Fallstudien und Best-Practice-Beispiele

Ziele: Die Studierenden können konkrete Beispiele für erfolgreiche Anwendungen in der nachhaltigen Wassertechnik analysieren und bewerten.

Inhalte: Erfolgsgeschichten in der nachhaltigen Wassertechnik: Analyse und Diskussion von Best-Practice-Beispielen aus verschiedenen Regionen der Welt.

## Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Das Fach „Nachhaltige Wassertechnik“ deckt ein breites Spektrum von Themenbereichen ab, die sich auf die komplexe Welt des Wassers beziehen. Die Studierenden erhalten eine umfassende Ausbildung in den Bereichen Wasserchemie, Hydrologie, Wasserressourcenmanagement und Wasseraufbereitung. Zunächst widmet sich das Modul den Grundlagen, indem es die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Wasser hervorhebt. Die Studierenden erhalten vertiefte Kenntnisse über die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Wasser und können diese in realen Szenarien analysieren und bewerten. Darauf folgt ein Fokus auf die Wasserqualität, ein kritischer Bereich, der die natürlichen und menschengemachten Bestandteile im Wasser untersucht. Dieser Abschnitt stellt nicht nur verschiedene Wasserinhaltsstoffe vor, sondern auch die Auswirkungen von Wasserverschmutzung und die Technologien, die zur Überwachung der Wasserqualität eingesetzt werden.

Mit einem Schritt in die Hydrologie werden die Studierenden in den Wasserkreislauf eingeführt, eine entscheidende Komponente, um zu verstehen, wie Wasser um den Planeten zirkuliert. Dieses Modul betrachtet auch das Management von Wasserressourcen und die Unterschiede zwischen Grund- und Oberflächenwasser.

Die Urbanisierung und ihre Auswirkungen auf den Wasserbedarf werden im nächsten Abschnitt erörtert. Angesichts der rasanten Urbanisierung und des Bevölkerungswachstums in vielen Teilen der Welt ist dies ein zentrales Thema. Der Klimawandel, eine der drängendsten Herausforderungen unserer Zeit, wird ebenfalls behandelt, wobei der Schwerpunkt auf seinen Auswirkungen auf die Wasserressourcen liegt. Die Studierenden werden mit Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an diese neuen klimatischen Realitäten vertraut gemacht. Hieraus entwickeln die Studierenden ein tiefgehendes Bewusstsein für die wasserbezogenen Herausforderungen in urbanen Systemen und die Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserressourcen.

Technologische Fortschritte in der Wasseraufbereitung, von traditionellen bis zu modernen Verfahren, werden ebenfalls hervorgehoben. Dabei wird auch die Wiederverwendung von aufbereitetem Wasser thematisiert, ein Bereich, der in Zeiten knapper Ressourcen immer wichtiger wird. Ein weiterer technologischer Aspekt, der Meerwasserentsalzung, wird auch ausführlich besprochen. Angesichts der Tatsache, dass ein Großteil der Erdoberfläche von Salzwasser bedeckt ist, bietet die Entsalzung eine vielversprechende Möglichkeit, den Wasserbedarf zu decken. Das Modul schließt mit zwei besonders innovativen Bereichen: nachhaltige Abwasserbehandlung, die die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft einbezieht, und Fallstudien, die erfolgreiche Anwendungen in der Praxis zeigen.

Die Studierenden sind im Anschluss vertraut mit modernen und traditionellen Wasseraufbereitungsverfahren und können innovative Ansätze in der Abwasserbehandlung, einschließlich Kreislaufwirtschaftsprinzipien und biotechnologischen Methoden, anwenden und bewerten. Zudem sind sie in der Lage, komplexe wissenschaftliche und technische Informationen effektiv zu kommunizieren. Insgesamt sind die Absolventen des Fachs „Nachhaltige Wassertechnik“ durch ihre breitgefächerten Kompetenzen bestens vorbereitet, um in der Wasserwirtschaft, Forschung und Beratung innovative Lösungen für die nachhaltige Nutzung und Bewirtschaftung von Wasserressourcen zu entwickeln.

## Description / Content English



1. Properties of water and water chemistry basics.

Objectives: Students understand the physical and chemical properties of water and the basic concepts of water chemistry.

Contents: Physical properties of water: density, viscosity, surface tension and solubility. Chemical properties and reactions of water: pH value, redox reactions and water hardness. Water as a solvent: hydrophilicity, hydrophobicity, electrolytes and non-electrolytes. 2.

2. Water quality

Objectives: Students will recognise the importance of water quality, its components and monitoring technologies.

Contents: Natural and anthropogenic water constituents: sources, types and concentrations of water constituents. Water pollution and its effects: Causes, effects and measures to reduce water pollution. Water quality monitoring technologies: instruments, methods and protocols for measuring and analysing water quality.

3. Fundamentals of hydrology and water resource management.

Objectives: Students acquire knowledge of the hydrological cycle, its components and the basic principles of water resource management.

Contents: Water cycle and its components: Explanation of the natural water cycle, evaporation, condensation, precipitation, infiltration and surface runoff. Groundwater and surface water: differentiation between groundwater and surface water, water storage and water dynamics. 4.

4. Water in the urban system

Objectives: Students will understand historical and current water demand patterns and the factors that influence them.

Contents: Historical and current trends in water demand: evolution of water demand over time, causes and impacts. Influence of population increase and urbanisation on water demand: analysis of increasing water demand in urban areas and its impacts.

5. Climate change and water

Objectives: Students will recognise the impacts of climate change on water resources and learn adaptation strategies.

Contents: Impacts of climate change on water resources: increased water demand, changes in water resources and extreme events. Adaptation strategies for water management in the context of climate change: strategies and measures to cope with climatic challenges. 6.

6. Water treatment and purification technologies.

Objectives: Students will learn about and be able to evaluate modern and traditional technologies for water treatment.

Contents: Traditional and innovative water treatment processes: Filtration, sedimentation, biological processes, adsorption and membrane processes. Wastewater treatment and reuse of treated water: wastewater treatment methods, benefits and practices of reuse.

7. Seawater desalination.

Objectives: Students will understand the fundamentals and applications of desalination and its environmental impacts.

Contents: Fundamentals of desalination and its applications: Processes, technologies and applications of desalination. Environmental impacts of desalination: Ecological consequences, energy consumption and waste production. 8.

8. Sustainable wastewater treatment

Objectives: Students understand the concepts of circular economy in wastewater treatment and know biotechnological applications.

Contents: Concepts of circular economy in wastewater treatment: principles and advantages of circular wastewater management. Applications of biotechnologies in wastewater treatment: use of microorganisms, plants and other biotechnological approaches. 9.

9. Case studies and best practice examples.

Objectives: Students will be able to analyse and evaluate concrete examples of successful applications in sustainable water technology.

Contents: Success stories in sustainable water technology: Analysis and discussion of best practice examples from different regions of the world.

**Learning objectives / skills English**

The subject „Sustainable Water Technology“ covers a wide range of topics related to the complex world of water. Students receive comprehensive training in water chemistry, hydrology, water resource management and water treatment. Initially, the module is dedicated to the basics by highlighting the physical and chemical properties of water. Students gain in-depth knowledge of the physical and chemical properties of water and are able to analyse and evaluate them in real-life scenarios. This is followed by a focus on water quality, a critical area that examines the natural and man-made constituents in water. This section introduces not only different water constituents, but also the effects of water pollution and the technologies used to monitor water quality.

With a step into hydrology, students are introduced to the water cycle, a crucial component in understanding how water circulates around the planet. This module also looks at water resource management and the differences between groundwater and surface water.

Urbanisation and its impact on water demand is discussed in the next section. Given the rapid urbanisation and population growth in many parts of the world, this is a key issue. Climate change, one of the most pressing challenges of our time, is also addressed, with a focus on its impact on water resources. Students are introduced to strategies and measures for adapting to these new climatic realities. From this, students develop a deep awareness of water-related challenges in urban systems and the impact of climate change on water resources.

Technological advances in water treatment, from traditional to modern processes, are also emphasised. The reuse of treated water is also addressed, an area that is becoming increasingly important in times of scarce resources. Another technological aspect, seawater desalination, is also discussed in detail. Given that much of the earth's surface is covered by salt water, desalination offers a promising way to meet water needs. The module concludes with two particularly innovative areas: sustainable wastewater treatment, which incorporates the principles of the circular economy, and case studies that demonstrate successful applications in practice.

Students will then be familiar with modern and traditional water treatment processes and will be able to apply and evaluate innovative approaches to wastewater treatment, including circular economy principles and biotechnological methods. They are also able to communicate complex scientific and technical information effectively. Overall, the graduates of the subject „Sustainable Water Technology“ are well prepared by their wide-ranging competences to develop innovative solutions for the sustainable use and management of water resources in water management, research and consulting.

## Literatur

Grombach, P.; Haberer, K.; Merkl, G.; Trüeb, E. U.; Handbuch der Wasserversorgungstechnik, Oldenbourg Verlag München Wien, ISBN 3-486-26142-8, 1993

Lehr- und Handbuch der Wasserversorgung Bd. 6: Wasseraufbereitung – Grundlagen und Verfahren; DVGW Deutsche vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V., Oldenbourg Industrieverlag München Wien, ISBN 3-486-26365-X, 2004

Water Treatment Handbook, Volume 1 and 2; Degrémont, 7th English Edition, ISBN 978-2-7430-0970-0, 978-1-84585-005-0, 2007

Grohmann, A. N.; Jekel, M.; Grohmann, A.; Szewick, R.; Szewyk, U.; Wasser: Chemie, Mikrobiologie und nachhaltige Nutzung, Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin / New York; ISBN 978-3-11-021308-9, 2011

Aquatische Chemie: Einführung in die Chemie natürlicher Gewässer; von Laura Sigg und Werner Stumm, vdf Hochschulvlg; 6., überarb. Aufl. Edition (8. Juli 2016), ISBN-10 : 3728137677, ISBN-13: 978-3728137678

Wassertechnologie: Fällung, Flockung, Separation; von Hermann H. Hahn, Springer Berlin Heidelberg; 1. Edition (1. Januar 1987), ISBN-10: 3540179674, ISBN-13: 978-3540179672

Nachhaltige Wasserbewirtschaftung: Konzept und Umsetzung eines vernünftigen Umgangs mit dem Gemeingut Wasser; von Martin Grambow, Wolfram Mauser, et al., Vieweg+Teubner Verlag; 2013. Edition (13. Oktober 2012), ISBN-10:

3834818631, ISBN-13: 978-3834818638

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Nanoelektronik                             |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Nano Electronics                           |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Nanoelektronik                             |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Nano Electronics                           |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Weimann, Nils                              |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die Veranstaltung behandelt gezielt elektronische Aspekte der Nanotechnologie und grenzt sich ab gegen die Bereiche Nanophotonik und Nanomagnetismus. Sie beginnt mit einer Sichtung geeigneter Materialien und Nanostrukturen und stellt kurz, orientiert an anwendungsrelevanten Nano-Bauelementen, Herstellungsverfahren vor.</p> <p>Die Boltzmanntransportgleichung, Transportmechanismen, insbesondere Tunnel- und ballistischer Transport, werden behandelt. Als Bauelemente werden u.a. 2DEG-Transistoren, Resonanz-Tunnel-Dioden und -Transistoren, Single-Electron-Transistoren, Coulomb-Blockade- sowie elektromechanische Nano-Elemente auf Halbleiter- und Kohlenstoffbasis bearbeitet; einfache Grundfunktionen im Sinne einer Nano-Schaltungstechnik schließen die Veranstaltung ab.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Es sollen die für Nanostrukturen typischen Funktionsmechanismen vermittelt und an möglichst anwendungsnahen elektronischen Bauelementen dargestellt werden.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| <p>The lecture treats electronic aspects of the nanotechnology and differs from the areas nano-photonic and nano-magnetism. It starts with a classification of suitable materials and nano-structures and briefly introduces fabrication techniques. The Boltzmann transport equation, transport mechanisms, in particular tunnel and ballistic transport, are treated. Transistors with two-dimensional electron gas as channel (2DEG), resonance tunnel diodes and transistors, single Electron transistors, Coulomb blockade as well as electromechanical nano-elements on semiconductor and carbon base are presented and discussed.</p> <p>Simple basic functions as examples for a nano-circuit technology conclude the lecture.</p> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| The functional mechanisms typical for nano-structures should be captured using the example of electronic devices very close to applications.   |

## Literatur

- 1) S. Datta, Electron Transport in Mesoscopic Systems, Cambridge University Press, 1995
- 2) J.H. Davies, The Physics of Low-Dimensional Semiconductors, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Nanokristalline Materialien                |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Nanocrystalline Materials                  |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Nanokristalline Materialien</b>         |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Nanocrystalline Materials                  |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Winterer, Markus                           |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  |                  | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Nanokristalline Materialien sind polykristalline Festkörper mit einer „Nano“-Mikrostruktur. Unter der Mikrostruktur eines Materials versteht man die Art, Kristallstruktur, Anzahl, Form und topologische Anordnung von Punktdefekten, Versetzungen, Stapelfehlern und Korngrenzen in einem kristallinen Material. Die Mikrostruktur wird bei der Herstellung und Verarbeitung von nanokristallinen Materialien erzeugt und verändert. Sie spielt eine wichtige Rolle bei den Eigenschaften der Endprodukte, wie z.B. der Möglichkeit zu superplastischen Verformung oder beim Transport von Elektronen und Ionen. Themen der Vorlesung sind:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>01. Einführung und Mikrostruktur</li> <li>02. Festkörperdiffusion - Mechanismen</li> <li>03. Festkörperdiffusion - Korngrenzendiffusion</li> <li>04. Phasenumwandlungen</li> <li>05. Phasendiagramme</li> <li>06. Phasenumwandlungen - Größeneffekte</li> <li>07. Verdichtung und Formgebung</li> <li>08. Sintern - Thermodynamik und Kinetik</li> <li>09. Sintern - Kontrolle der Mikrostruktur</li> <li>10. Eigenschaften und Anwendungen: Transportphänomene</li> <li>11. Eigenschaften und Anwendungen: Katalyse und Sensorik</li> </ol> <p>dabei werden sowohl die physikalisch-chemischen (Festkörperchemie- und Physik) und materialwissenschaftlichen Grundlagen behandelt, als auch die Herstellung, Verarbeitung, strukturelle Charakterisierung, Eigenschaften und Anwendung der nanokristallinen Materialien.</p> <p>Im Praktikum wird ein Varistor-Bauelement aus nanokristallinem ZnO hergestellt und strukturell und elektrisch charakterisiert:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Festkörperdiffusion und EDX (HRSEM)</li> <li>2. Spark-Plasma-Sintern von nanokristallinem ZnO und Mikrostrukturentwicklung (HRSEM, XRD)</li> <li>3. Varistor-Bauelement und I-U-Kennlinie</li> </ol> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |

Die Studierenden sollten in der Lage sein, Mikrostruktur insbesondere Korngrenzen und die Auswirkungen auf Festkörpereigenschaften qualitativ zu beschreiben. Die Studierenden verstehen Mechanismen von Festkörperdiffusion und Sintern und Modelle zu ihrer quantitativen Beschreibung. Sie beherrschen Verfahren zur Verarbeitung und Charakterisierung entsprechender Nanomaterialien und die Methoden zur Einstellung verschiedener Mikrostrukturen.

### Description / Content English

Nanocrystalline materials are polycrystalline solids with a „nano“-microstructure. The microstructure of a material is the type, phase, number, morphology and topological arrangement of point defects, dislocations, stacking faults and grain boundaries in a crystalline solid. The microstructure is generated and modified during production and processing of nanocrystalline materials and determines the physical and chemical properties of the final products, such as superplastic deformation or transport of ions and electrons.

Topics of the lecture are:

01. Introduction and microstructure
02. Solid state diffusion - mechanisms
03. Solid state diffusion - grain boundary diffusion
04. Phase transitions
05. Phase diagrams
06. Phase transitions - size effects
07. Consolidation and Shaping
08. Sintering - Thermodynamics and Kinetics
09. Sintering - Control of microstructure
10. Properties and Applications - transport phenomena
11. Properties and applications - catalysis and sensors

In the labcourse a varistor device consisting of nanocrystalline ZnO is produced and structurally and electrically characterized:

1. Solid state diffusion and EDX (HRSEM)
2. Spark-plasma-sintering of nanocrystalline ZnO and microstructural development (HRSEM, XRD)
3. Varistor-Device and characteristic I-U curve

### Learning objectives / skills English

The students are able to qualitatively describe microstructures, especially grain boundaries and corresponding solid state properties. The students understand mechanisms of solid state diffusion and sintering and quantitative models. They master methods to process and characterize nanomaterials and methods to control different microstructures.

### Literatur

Zur Einführung

- A. S. Edelstein and R. C. Cammarata (eds.), Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications, IOP, Bristol 1996
- H. Gleiter, Microstructure, chapter 9 in R. W. Cahn, P. Haasen (eds.), Physical Metallurgy, Elsevier, London 1996
- W. Schilling, K. Urban, and H. Wenzl, Elektrokeramische Materialien, 26. IFF Ferienkurs, Jülich 1995

Zur Vertiefung

- Y.-M. Chiang, D. Birnie, and W. D. Kingery, Physical Ceramics - Principles for Ceramic Science and Engineering, Wiley, New York 1997
- J. Maier, Physical Chemistry of Ionic Materials Ions and Electrons in Solids, Wiley 2004
- M. N. Rahaman, Ceramic Processing and Sintering, Marcel Dekker 2003
- J. E. Reed, Principles of Ceramics Processing, Wiley 1995
- R. M. German, Sintering Theory and Practice, Wiley 1996
- D. Wolf, and S. Yip, Materials Interfaces: Atomic level structure and properties, Chapman and Hall, London 1992

Original-Literatur zur Vertiefung, z.B. in den Zeitschriften

- Materials Research Society Bulletin
- Advanced Materials
- Journal of the American Ceramic Society
- Acta Materialia
- Journal of Materials Science

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>        |                  |                              |                    |
| Nano-Optoelektronik und Nano-Photonik        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                  |                  |                              |                    |
| Nano Optoelectronics and Nano Photonics      |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>         |                  |                              |                    |
| <b>Nano-Optoelektronik und Nano-Photonik</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                  |                  |                              |                    |
| Nano Optoelectronics and Nano Photonics      |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                         |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Bacher, Gerd                                 |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                          | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                         | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  |                  |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                       |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                      |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                            |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die Veranstaltung erläutert die Anwendungen von Nanostrukturen in der Optoelektronik und zielt darauf ab, wie durch nanometergroße Strukturen die Bauelement-Eigenschaften eingestellt werden können bzw. neue Bauelementanwendungen möglich werden. Nach der Erarbeitung grundlegender optischer Eigenschaften von Nanostrukturen werden in der Vorlesung die folgenden Themen diskutiert:</p> <p>a) Optoelektronische Bauelemente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantenfilmlaser, Quantenkaskadenlaser</li> <li>- Emittter und Einzelphotonenquellen auf Quantenpunkt-/Nanopartikelbasis</li> <li>- Detektoren / Modulatoren auf Nanostrukturbasis</li> </ul> <p>b) Nano-Photonik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen periodischer Dielektrika, Wellenausbreitung in Dielektrika, Bragg-Gitter</li> <li>- optische Filter, DFB/DBR Laserdioden, Vertikal-Emitter</li> <li>- 2-dimensionale und 3-dimensionale photonische Kristalle</li> <li>- Metamaterialien</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden sind nach aktivem Besuch der Veranstaltungen sensibilisiert für Anwendungen von Nanostrukturen in der Optoelektronik. Sie verstehen die grundlegenden Eigenschaften nano-optoelektronischer und photonischer Bauelemente und sind in der Lage für definierte optoelektronische und photonische Anwendungen geeignete Nanostrukturen einzusetzen. Sie können Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz von Nanostrukturen in der Optoelektronik und Photonik auch unter technischen Randbedingungen (Zuverlässigkeit, Reproduzierbarkeit, Kosten usw.) einordnen.</p>  |

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

The course explains the applications of nanostructures in optoelectronics and aims to show how nanometer-sized structures can be used to adjust device properties or enable new device applications. After working out the basic optical properties of nanostructures, the following topics are discussed in the lecture:

(a) optoelectronic devices

- Quantum film lasers, quantum cascade lasers
- Emitters and single photon sources based on quantum dots/nanoparticles
- Detectors / modulators based on nanostructures

b) nano-photonics

- Fundamentals of periodic dielectrics, wave propagation in dielectrics, Bragg gratings
- optical filters, DFB/DBR laser diodes, vertical emitters
- 2-dimensional and 3-dimensional photonic crystals
- metamaterials

### Learning objectives / skills English

After actively attending the courses, students are sensitized to applications of nanostructures in optoelectronics. They understand the basic properties of nano-optoelectronic and photonic components and are able to use suitable nanostructures for defined optoelectronic and photonic applications. They will be able to classify the possibilities and limitations for the use of nanostructures in optoelectronics and photonics, also under technical constraints (reliability, reproducibility, costs, etc.)

### Literatur

- Nano-Optoelektronik und Nano-Photonik, Skriptum, Bacher, Gerd, 2020  
Physics of Optoelectronic Devices, S.L. Chuang, John Wiley & Sons, 1995  
Photonic Crystals, K. Busch, S. Lölkes, R. Wehrspohn, H. Föll (Eds.), Wiley VCH, 2004  
Nano-Optoelectronics, Marius Grundmann (Ed.), Springer, 2002  
Physical Models of Semiconductor Quantum Devices, Y. Fu und M. Wilander, Kluwer Academic Publishers, 1999  
Modern Semiconductor Device Physics, S.M. Sze, John Wiley & Sons, 1998  
Handbook of nanostructured materials and nanotechnology, Hrsg. Nalwa Hari Singh, Academic Press, San Diego, ISBN 0-12-513760-5  
Handbook of Nanoscience, Engineering, and Technology, Goddard III William A.; Brenner, Donald W.; Lyshevski S.E.; lafrate, G.J., Oct. 2002, 848 pp., ISBN 0-8493-1200-0



|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Nanopartikel Entstehungsvorgänge           |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Nano Particle Generation                   |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Nanopartikel Entstehungsvorgänge</b>    |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Nano Particle Generation                   |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Schulz, Christof; Wiggers, Hartmut         |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Die Veranstaltung beschäftigt sich detailliert mit den physikalisch-chemischen Grundlagen der Partikelbildung (Keimbildung, Wachstum, Ostwald-Reifung, Sinterung, Kondensation) und ihrer modellhaften Beschreibung. Im Wesentlichen werden die Synthese auf nasschemischem Weg (Sol-gel-Verfahren, Fällungsreaktionen u.a.), durch Gashasensynthese (homogene/heterogene Partikelbildung in der Gasphase, Spraypyrolyse u.a.) und durch physikalische Verfahren in ihren Grundlagen behandelt. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden sind in der Lage, die Modelle zur Partikelbildung sowie ihre physikalisch-chemischen Grundlagen zu erklären und zu bewerten.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| This lecture addresses a detailed description of the physico-chemical fundamentals of particle formation (nucleation, condensation, growth, Ostwald-ripening, sintering) and the common models. The background of different formation processes like wet synthesis (sol-gel techniques, precipitation), gas-phase synthesis (e.g. homogeneous and heterogeneous particle formation in the gas phase, spray pyrolysis) and physical techniques will be discussed. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| The students learn to explain and critically review the models of nano particle formation and their chemical and physical fundamentals.  |

|  |
|--|
| <b>Literatur</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- G. Schmid (Hrsg.), Nanoparticles: From Theory to Application, Wiley-VCH, Weinheim 2003</li> <li>- T. T. Kodas and M. Hampden-Smith, Aerosol processing of materials, Wiley-VCH, New York, 1999</li> <li>- A. S. Edelstein and R. C. Cammarata (eds.), Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications, IOP, Bristol 1996</li> </ul> |

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                                |                  |                              |                    |
| Nationale und internationale Wasserwirtschaft inkl. Exkursion        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>  |                  |                              |                    |
| National and international water management incl. Excursion          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                                 |                  |                              |                    |
| <b>Nationale und internationale Wasserwirtschaft inkl. Exkursion</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>  |                  |                              |                    |
| National and international water management incl. Excursion          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>   |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Panglisch, Stefan; Rohns, Hans-Peter                                 |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>   |                  |                              |                    |
| Hausarbeit, Referat, Kolloquium und Teilnahme an Exkursion           |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>  |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung                                       |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                           |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>                                 |                  |                              |                    |

**1. Einführung in die Wasserwirtschaft**

Ziele: Einführung in die Grundprinzipien der Wasserwirtschaft und deren Bedeutung auf nationaler und internationaler Ebene.

Inhalte: Historische Entwicklung der Wasserwirtschaft, Konzepte und Methoden der Wasserbewirtschaftung, aktuelle Herausforderungen und Trends.

**2. Nationale Wasserwirtschaft und Gewässermanagement**

Ziele: Die Studierenden verstehen die spezifischen Aspekte und Herausforderungen der Wasserwirtschaft auf nationaler Ebene. Die Studierenden verstehen die Grundlagen des Gewässermanagements und dessen Bedeutung für den Schutz und die Nutzung von Wasserressourcen.

Inhalte: Historischer Überblick, gesetzliche Grundlagen, Zuständigkeiten und Organisationsstrukturen, Hauptakteure und Stakeholder. Wasserrecht und Gesetzgebung, Wasserversorgung und -nutzung, Wasserinfrastruktur, Gewässertypen, ökologische und hydrologische Aspekte, integriertes Flussgebietsmanagement, Gewässerschutz und Sanierung.

**3. Internationale Wasserwirtschaft**

Ziele: Die Studierenden erkennen die globalen Herausforderungen und Lösungsansätze im Bereich der Wasserwirtschaft.

Inhalte: Transnationale Gewässer, internationale Wasserabkommen und Konventionen, grenzüberschreitende Wasserkooperation und Konflikte.

**4. Wasserrahmenrichtlinie und Wasserpolitik**

Ziele: Verständnis der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie und anderer relevanter Wasserpolitiken.

Inhalte: Grundlagen und Ziele der Wasserrahmenrichtlinie, Umsetzung in den Mitgliedstaaten, Wasserpolitik in anderen internationalen Kontexten.

**5. Nachhaltige Wasserbewirtschaftung**

Ziele: Erkennen der zentralen Aspekte der Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung, Verständnis für die Prinzipien und Praktiken der nachhaltigen Wasserbewirtschaftung.

Inhalte: Nachhaltige Wasserentnahme, Wasserspeicherung, Wassernutzungseffizienz, integriertes Wasserressourcenmanagement. Abwassererfassung, -behandlung und -entsorgung, technologische und organisatorische Herausforderungen.

**6. Wasserpreis als Steuerungselement**

Ziele: Verständnis für den Wasserpreis als Instrument zur Steuerung der Wassernachfrage und Ressourcennutzung.

Inhalte: Preisbildung, Kostenstrukturen, soziale und ökonomische Auswirkungen, internationale Vergleiche.

**7. Wasserwirtschaft im Wandel und zukünftige Herausforderungen**

Ziele: Die Studierenden erkennen Trends und zukünftige Herausforderungen in der Wasserwirtschaft insbesondere im Fokus des Klimawandels und die Entwicklung von Anpassungsstrategien.

Inhalte: Klimabedingte Veränderungen in der Wasserressourcendisposition, Technologieinnovationen, Nachhaltigkeitsziele, Wassersicherheit, Anpassung und Resilienz in der Wasserwirtschaft.

**8. Externe Vorträge**

Ziele: Die Studierenden gewinnen Einblicke in aktuelle Praxisbeispiele und Forschungsthemen durch externe Experten.

Inhalte: Vorträge von externen Fachleuten zu einschlägigen Themen.

**9. Hausarbeit und Seminar**

Ziele: Die Studierenden entwickeln Präsentationsfähigkeiten und Forschungsfähigkeiten durch eigene Vorträge.

Inhalte: Jeder Studierende erarbeitet in Hausarbeit einen Vortrag über ein wassertechnisches Projekt aus seinem Heimatland und hält diesen in einem Seminar

**10. Exkursion: Anwendung in der Praxis**

Ziele: Die Studierenden erleben praxisnahe Anwendungen der nationalen Wasserwirtschaft.

Inhalte: Besuch von wasserwirtschaftlichen Anlagen, Treffen mit Fachleuten, Diskussion aktueller Projekte und Herausforderungen vor Ort.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Durch die Teilnahme an der Veranstaltung „Nationale und internationale Wasserwirtschaft“ erwerben die Studierenden ein umfassendes Verständnis über die Grundprinzipien und die historische Entwicklung der Wasserwirtschaft auf sowohl nationaler als auch internationaler Ebene. Sie erkennen spezifische Aspekte und Herausforderungen im Kontext des nationalen Gewässermanagements, insbesondere in Bezug auf gesetzliche Grundlagen, Wasserrecht, Wasserversorgung und -nutzung sowie Gewässerschutz. In Bezug auf die internationale Wasserwirtschaft erlangen sie Kenntnisse über transnationale Gewässer, internationale Wasserabkommen und die Komplexität grenzüberschreitender Wasserkooperationen. Des Weiteren verstehen die Studierenden die Relevanz und Anwendung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie und weiterer internationaler Wasserpolitiken. Sie erhalten Einblicke in die Prinzipien der nachhaltigen Wasserbewirtschaftung, insbesondere im Kontext der Trinkwasserversorgung, Abwasserentsorgung und Wassernutzungseffizienz. Das Verständnis für den Wasserpreis als strategisches Steuerungsinstrument wird vertieft, wobei sie die Dynamiken von Preisbildung, Kostenstrukturen und deren soziale sowie ökonomische Implikationen erkennen. Die Studierenden werden auch über aktuelle Trends, zukünftige Herausforderungen und Anpassungsstrategien in der Wasserwirtschaft, insbesondere im Licht des Klimawandels, informiert. Durch externe Vorträge gewinnen sie weitere Perspektiven auf aktuelle Praxisbeispiele und Forschungsthemen im Wasserbereich. Das Seminar und die Hausarbeit fördern ihre Fähigkeit, eigenständig wassertechnische Themen zu recherchieren, auszuarbeiten und zu präsentieren. Abschließend ermöglicht die Exkursion den Studierenden, theoretisches Wissen mit praktischen Anwendungen zu verknüpfen, indem sie direkt mit wasserwirtschaftlichen Anlagen und Experten interagieren.

### Description / Content English

1. Introduction to water management

Objectives: Introduction to the basic principles of water management and their importance at national and international level.

Contents: Historical development of water management, concepts and methods of water management, current challenges and trends.

2. National water management and water management.

Objectives: Students understand the specific aspects and challenges of water management at national level. Students understand the basics of water management and its importance for the protection and use of water resources.

Contents: Historical overview, legal foundations, responsibilities and organisational structures, main actors and stakeholders. Water law and legislation, water supply and use, water infrastructure, water body types, ecological and hydrological aspects, integrated river basin management, water protection and rehabilitation.

3. International water management

Objectives: Students will recognise the global challenges and approaches to solutions in the field of water management.

Contents: Transnational waters, international water agreements and conventions, transboundary water cooperation and conflicts.

4. Water framework directive and water policy

Objectives: Understanding of the European Water Framework Directive and other relevant water policies.

Contents: Basics and objectives of the Water Framework Directive, implementation in the Member States, water policy in other international contexts.

5. Sustainable water management

Objectives: Recognise the key aspects of drinking and sanitation, understand the principles and practices of sustainable water management.

Contents: Sustainable water abstraction, water storage, water use efficiency, integrated water resource management. Wastewater collection, treatment and disposal, technological and organisational challenges.

6. Water pricing as a steering element

Objectives: Understanding of water pricing as a tool to manage water demand and resource use.

Contents: Pricing, cost structures, social and economic impacts, international comparisons.

7. Water management in change and future challenges

Objectives: Students identify trends and future challenges in water management especially in the focus of climate change and the development of adaptation strategies.

Contents: Climate-related changes in water resource disposition, technology innovations, sustainability goals, water security, adaptation and resilience in water management.

8. External lectures

Objectives: Students gain insights into current practical examples and research topics by external experts.

Contents: Lectures by external experts on relevant topics.

9. Term paper and seminar

Objectives: Students develop presentation skills and research skills through their own presentations.

Contents: Each student prepares a paper on a water technology project from his/her home country and gives it in a seminar.

10. Excursion: application in practice

Objectives: Students experience practical applications of national water management.

Contents: Visit to water management facilities, meeting with experts, discussion of current projects and challenges on site.

### Learning objectives / skills English

By participating in the subject „National and International Water Management“, students acquire a comprehensive understanding of the basic principles and historical development of water management at both national and international level. They recognise specific aspects and challenges in the context of national water management, especially in relation to legal foundations, water law, water supply and use, and water protection. With regard to international water management, they gain knowledge about transnational waters, international water agreements and the complexity of transboundary water cooperation. Furthermore, students understand the relevance and application of the European Water Framework Directive and other international water policies. They gain insights into the principles of sustainable water management, especially in the context of drinking water supply, wastewater disposal and water use efficiency. They will deepen their understanding of water pricing as a strategic management tool, recognising the dynamics of pricing, cost structures and their social as well as economic implications. Students are also informed about current trends, future challenges and adaptation strategies in water management, especially in light of climate change. Through external lectures they gain further perspectives on current practical examples and research topics in the water sector. The seminar and the term paper promote their ability to independently research, elaborate and present water technology topics. Finally, the field trip enables students to link theoretical knowledge with practical applications by interacting directly with water management facilities and experts.

## Literatur

Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft

Nachhaltige Wasserbewirtschaftung: Konzept und Umsetzung eines vernünftigen Umgangs mit dem Gemeingut Wasser von Martin Grambow, Wolfram Mauser, et al., Vieweg+Teubner Verlag; 2013. Edition (13. Oktober 2012), ISBN-10: 3834818631, ISBN-13: 978-3834818638

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                  |                  |                              |                    |
| Neuroengineering für Human-Centered-Interaction        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                            |                  |                              |                    |
| Neuroengineering for Human-Centered Interaction        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                   |                  |                              |                    |
| <b>Neuroengineering für Human-Centered-Interaction</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                            |                  |                              |                    |
| Neuroengineering for Human-Centered Interaction        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                   |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Kirchner, Elsa   |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                    | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                                 |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum               |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                |                  |                              |                    |
| Fachdiskussion und Vortrag                             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>             |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Der Kurs „Neuroengineering for Human-Centered Interaction“ befasst sich mit der multidisziplinären Forschung im Kontext der Mensch-Maschine-Interaktion und den Anforderungen an Hard- und Software sowie Fragen der Datensicherheit bei der Nutzung personenbezogener Daten oder der Erstellung individueller Modelle. Für verschiedene Anwendungen in der Medizin und Rehabilitation, aber auch für neue Ansätze zum autonomen Fahren oder zur kognitiven Arbeitssicherheit können Hirnaktivitätsdaten genutzt werden, um menschliche Absichten automatisch und implizit zu erkennen, um zu verstehen, wie die Interaktion zwischen Mensch und Maschine individualisiert und an die tatsächlichen Bedürfnisse angepasst werden kann. In der Lehrveranstaltung werden verschiedene Ansätze zur Nutzung von Hirnaktivität sowie deren Nutzung in Kombination mit anderen Daten betrachtet, um sinnvolle Ansätze für multimodale Interaktion zu fördern. In diesem Zusammenhang wird auch auf die besonderen Herausforderungen bei der Nutzung von personenbezogenen Daten und maschinellem Lernen eingegangen.</p> <p>Der Kurs behandelt die folgenden Anwendungsthemen und die dafür erforderlichen Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quelle der messbaren Gehirnaktivität – insbesondere das Elektroenzephalogramm</li> <li>- Technische und methodische Möglichkeiten der Aufzeichnung von Gehirnaktivität</li> <li>- verschiedene Arten der Nutzung von Gehirnaktivität für die Interaktion mit ihren Vor- und Nachteilen</li> <li>- Umgang mit Artefakten – Signalverarbeitung</li> <li>- Signalfusion und Maschinelles Lernen für die Interpretation von Gehirnaktivität</li> <li>- Effekt der Klassenverteilung, Transferlernen und Leistungsmetriken</li> <li>- Inhärent sichere Nutzung von Gehirnaktivität</li> <li>- speziellen Herausforderungen an die Verwendung personenbezogener Daten</li> <li>- Anwendungsbeispiele in Medizin, Assistenz und Prävention</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Konzepte und Prinzipien der Nutzung von Gehirnaktivität für die Mensch-Maschine-Interaktion anhand von Beispielen zu erläutern und die besonderen Herausforderungen des Schutzes personenbezogener Daten bei der Nutzung zu erklären. Sie verstehen die Quellen und Messmethoden für Hirnaktivität und den Rahmen der Interpretierbarkeit durch Signalverarbeitung und maschinelles Lernen.</p>   |

### Description / Content English

The course „Neuroengineering for Human-Centered-Interaction“ addresses multidisciplinary research in the context of human-machine interaction and the requirements for hardware and software as well as data security issues when using personal data or creating individual models. For various applications in medicine and rehabilitation, but also for new approaches to autonomous driving or cognitive occupational safety, brain activity data can be used to automatically and implicitly recognize human intentions in order to understand how human-machine interaction can be individualized and adapted to actual needs. The course will consider different approaches to using brain activity and its use in combination with other data to promote meaningful approaches to multimodal interaction. In this context, the particular challenges of using personal data and machine learning will also be addressed.

The course covers the following application topics and the fundamentals required for them:

- source of measurable brain activity - especially the electroencephalogram
- technical and methodical possibilities of recording brain activity
- different ways of using brain activity for interaction with their advantages and disadvantages
- dealing with artifacts - signal processing
- signal fusion and machine learning for interpretation of brain activity
- effect of class distribution, transfer learning and performance metrics
- Inherently safe use of brain activity
- Special challenges to the use of personal data
- Application examples in medicine, assistance and prevention

### Learning objectives / skills English

Students will be able to explain the main concepts and principles of using brain activity for human-machine interaction with examples, as well as specific challenges to protecting personal data when using it. They will understand the sources and measurement methods for brain activity and the framework of interpretability using signal processing and machine learning.

### Literatur

- Zschocke, S. (1995). *Klinische Elektroenzephalographie*. Springer: Berlin, Heidelberg.
- Luck, S. J. (2005). *An Introduction to the Event-related Potential Technique*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Polich, J. (2007). Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*, 118(10):2128–2148.
- Graimann, B., Allison, B. Z., & Pfurtscheller, G. (2010). *Brain-Computer Interfaces: Revolutionizing Human-Computer Interaction*. (1 ed.) Springer Verlag.
- Pfurtscheller, G., Neuper, C., & Birbaumer, N. (2005). Human Brain-Computer Interface. In *Motor Cortex in virtual Movements (A distributed System for distributed Functions ed., pp. 367-401)*. CRC Press.
- Wolpaw, J. R., Birbaumer, N., McFarland, D. J., Pfurtscheller, G., and Vaughan, T. M. (2002). Brain-computer interfaces for communication and control. *Clinical Neurophysiology*
- Kirchner, E. A. et al. Intuitive interaction with robots - technical approaches and challenges. In Drechsler, R. & Kühne, U. (eds.) *Formal Modeling and Verification of Cyber Physical Systems*, 224–248 (Springer 2015).
- Elsa Andrea Kirchner; *Intrinsische Intentionserkennung in Technischen Systemen*, Editors: Steffen Hölldobler, In *GI-Edition: Lecture Notes in Informatics, Ausgezeichnete Informatikdissertationen 2014*, Bonner Köllen Verlag, pages 119-128, 2015. ISBN: 978-3-88579-419-6.
- Kirchner, E. A. et al. *Embedded Multimodal Interfaces in Robotics: Applications, Future Trends, and Societal Implications*, Editors: S. Oviatt, B. Schuller, P. Cohen, D. Sonntag, G. Potamianos, A. Krueger, In *The Handbook of Multimodal-Multisensor Interfaces*, Morgan & Claypool Publishers, volume 3, chapter 13, pages 523-576, 2019. ISBN: e-book: 978-1-97000-173-0, hardcover: 978-1-97000-175-4, paperback: 978-1-97000-172-3, ePub: 978-1-97000-174-7.



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

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

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

## Literatur

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Nonlinear Control Systems                  |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Nonlinear Control Systems                  |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Nonlinear Control Systems</b>           |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Nonlinear Control Systems                  |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Ding, Steven                               |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        |                  | <b>Turnus</b>                | <b>Sprache</b>     |
| 5  |                  | WiSe                         | E                  |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Ziel der Lehrveranstaltung ist es, Grundkenntnisse der nichtlinearen Regelungstheorie zu vermitteln und neue Ansätze zur Analyse und zum Entwurf nichtlinearer Systeme vorzustellen.<br>Inhalt: Einführung, Analyse in der Phasenebene, Stabilitätstheorie, Linearisierung durch Rückkopplung, adaptive Regelung, Sliding-Mode-Regelung, Entwurf von Beobachtern für nichtlineare Systeme. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden sollen nichtlineare regelungstechnische Systeme modellieren, deren Dynamik und Stabilität analysieren und geeignete Regler konzipieren und entwerfen.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| During the last two decades, development of advanced nonlinear control system theory has received much attention. This course is devoted to the essentials of the nonlinear system analysis and to the introduction of some advanced methods of analyzing and designing nonlinear control systems developed in recent years.<br>First, different methods and tools for the description of nonlinear systems are introduced. Stability study with emphasis on the Lyapunov methods builds the basis for the further study. It is followed by the study on passive and dissipative systems, and presentation of different methods of nonlinear controller design including the feedback linearization, sliding control, adaptive control schemes and nonlinear observer design. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| The students should be able to model nonlinear control systems, to analyze the system dynamic behavior, in particular the stability using different methods, and to design nonlinear control systems for applications.  |

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

- [1] S. X. Ding, Vorlesungsskript „Nonlinear control systems“ (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar, will be updated and available for download)
- [2] H. K. Khalil: Nonlinear systems, the 3rd edition, Prentice Hall, 2002.
- [3] J.-J. E. Slotine and W. Li, Applied nonlinear control, Prentice Hall, 1991

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

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

### Description / Content English

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

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

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

Part 2: Introduction to fluid flow simulation with OpenFOAM

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

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

### Learning objectives / skills English

Students which attended the lecture:

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

### Literatur

Lecture slides, über Moodle zur Verfügung gestelltes Material

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                             |                  |                              |                    |
| Numerische Strömungsmechanik für inkompressible Strömungen        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                       |                  |                              |                    |
| Computational Fluid Dynamics for incompressible flows             |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                              |                  |                              |                    |
| <b>Numerische Strömungsmechanik für inkompressible Strömungen</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                       |                  |                              |                    |
| Computational Fluid Dynamics for incompressible flows             |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| el Moctar, Bettar Ould  |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   |                  |                              | 2                  |
| <b>Studienleistung</b>  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>   |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                        |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| 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. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden sind in der Lage, Methoden der numerischen Strömungsmechanik zu erläutern und anzuwenden. Sie sind fähig, Feld- und Randelemente-Methoden für maritime Probleme auszuwählen und anzuwenden.  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| The students are able to explain and apply the CFD methods. They are in a position to select field and boundary element methods for problems concerning maritime technology.   |

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| OFDM Transmission Techniques               |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| OFDM Transmission Techniques               |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>OFDM Transmission Techniques</b>        |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| OFDM Transmission Techniques               |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Häring, Lars                               |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>In frequenzselektiven Übertragungsszenarien werden häufig Mehrträger-Übertragungsverfahren wie die Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)-Technik zur Reduktion der Empfängerkomplexität eingesetzt. Nach einem kurzen Überblick über die Eigenschaften von Mobilfunkkanälen werden das Konzept der Mehrträgerübertragung und der Spezialfall OFDM behandelt. Aufgrund der hohen Sensitivität von OFDM-Signalen gegenüber Synchronisationsfehlern werden deren Auswirkungen auf das Nutzsignal aufgezeigt und entsprechende Schätz- und Kompensationsalgorithmen vorgestellt. Darüber hinaus wird eine vollständige Basisband-Empfängerstruktur, angefangen von der Synchronisation bis hin zur Signaldetektion, behandelt. Die weiteren Kapitel befassen sich mit erweiterten OFDM-Techniken zur Verbesserung der Übertragungsqualität, der Erweiterung auf Mehrantennensysteme (MIMO) und Mehrnutzer-Systemen. Anhand eines Fallbeispiels werden die vorgestellten Prinzipien und Verfahren veranschaulicht.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden können drahtlose Kommunikationssysteme, basierend auf dem Mehrträger-Übertragungstechnik Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), analysieren und auch eigenständig entwerfen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, die erlernten Signalverarbeitungstechniken auf Mehrantennensysteme (MIMO) zu erweitern.</p>  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| <p>In frequency-selective transmission scenarios, multicarrier transmission schemes like Orthogonal Frequency Disivion Duplex (OFDM) are frequently used to reduce the receiver complexity. After a brief survey of the properties of mobile radio channels, the concept of multicarrier transmission and the special case OFDM are introduced. Due to the high sensitivity of OFDM signals against synchronization mismatches, the impact on the useful signal as well as suitable estimation and compensation algorithms are presented. Moreover, we explain a complete baseband receiver chain, starting from synchronization up to signal detection. The following chapters include advanced OFDM techniques to improve the link quality, an extension to multiple-input multiple-output (MIMO) systems and multiuser systems. Finally, the presented concepts and schemes are illustrated on the basis of a case study.</p> |



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

The students are able to analyze and to develop wireless communication systems, which are based on the multicarrier transmission scheme orthogonal frequency division multiplexing (OFDM). Moreover, the students are able to extend the signal processing techniques to multiple-input multiple-output systems.

### **Literatur**

- R. van Nee and R. Prasad: OFDM for Wireless Multimedia Communications
- A. Paulraj et al: Introduction to Space-Time Wireless Communications

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

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

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

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

Content of the lecture

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

Content of the exercise

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

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

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

### **Literatur**

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

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>           |                  |                              |                    |
| Open Innovation in Mobilitätsunternehmen        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                     |                  |                              |                    |
| Open Innovation in Mobility Companies           |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>            |                  |                              |                    |
| <b>Open Innovation in Mobilitätsunternehmen</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                     |                  |                              |                    |
| Open Innovation in Mobility Companies           |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                            |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Enkel, Ellen                                    |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                             | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                            | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 1   |                  |                              | 2                  |
| <b>Studienleistung</b>                          |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                         |                  |                              |                    |
| Klausur   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>      |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die Veranstaltung führt in kooperative Innovationsprozesse und neue Innovationsstrategien wie dem Open Innovation und Cross-Industry Ansatz ein. Dies ist der dominante Innovationsansatz in Europa. Es soll das Management von Technologien und Innovationen durch Praxisbeispiele und eigene Anwendung erlernt werden. Anhand von exemplarischen Materialien und Anwendungsbeispielen (Studien, Praxisbeispiele, online Recherche etc.) werden die Studierenden mit folgenden Themen vertraut gemacht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wissenschaftliche Grundlagen des Technologie- und Innovationsmanagements;</li> <li>- Neue Innovationsansätze wie Open Innovation und Cross Industry Innovation;</li> <li>- Kundenintegration und deren Risiken;</li> <li>- Open Innovation Strategie;</li> <li>- Crowdsourcing und Masscustomization;</li> <li>- Open Innovation Geschäftsmodelle</li> <li>- Innovationskultur;</li> <li>- Messen des Innovationserfolgs.</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Basierend auf den ausgewählten Forschungsartikeln im Seminarplan werden wir verschiedene Fragen im Kontext von Open Innovation diskutieren und ausarbeiten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lernen, wie Unternehmen unterschiedliche Formen der offenen Innovation nutzen (beide innerhalb großer Unternehmen) und innerhalb kleiner und mittlerer Unternehmen).</li> <li>- lernen, wie verschiedene Besonderheiten des Open-Innovation-Paradigmas eines Unternehmens analysiert werden</li> <li>- verstehen, welche Unternehmensaspekte Open Innovation antreiben und welche Aspekte als Erfolgsfaktoren gelten können</li> <li>- Erörterung von Optionen zur Erfolgsmessung im Kontext von Open Innovation</li> <li>- Erfahrung in der Verbindung von Theorie und Praxis im Innovationsmanagement</li> <li>- lernen, empirische Daten zu sammeln und zu analysieren, um ein bestimmtes Problem / eine bestimmte Frage im Kontext von Open Innovation anzugehen</li> </ul>   |

### Description / Content English

The event introduces cooperative innovation processes and new innovation strategies such as the Open Innovation and Cross-Industry approach. This is the dominant approach to innovation in Europe. The aim is to learn the management of technologies and innovations through practical examples and own application. On the basis of exemplary materials and application examples (studies, practical examples, online research, etc.), students are familiarized with the following topics:

- Scientific foundations of technology and innovation management;
- New approaches to innovation such as open innovation and cross-industry innovation;
- Customer integration and its risks;
- Open Innovation Strategy;
- Crowdsourcing and mass customization;
- Open Innovation Business Models
- Entrepreneurial culture;
- Measuring innovation success.

### Learning objectives / skills English

Based on the selected research articles in the lecture schedule, we will discuss and elaborate on different questions in the context of open innovation.

You will...

- learn in what ways firms use different forms of open innovation (both within large-sized and within small and medium-sized firms)
- learn how to analyze different peculiarities of a firm's open innovation paradigm
- understand which corporate aspects drive open innovation and which aspects might count as success factors
- discuss success measurement options in the context of open innovation
- experience how to connect theory and practice in innovation management
- learn how to collect and analyze empirical data in order to approach a specific problem/ question in the context of open innovation

### Literatur

Vor jeder Vorlesung müssen Sie alle ausgewählten Forschungsartikel, die im Vorlesungsplan aufgeführt sind, sorgfältig lesen und vorbereiten. Bitte laden Sie sie selbst über die Datenbanken (Ebsco, JStor usw.) oder über GoogleScholar herunter. Before each lecture session, you will need to carefully read and prepare all selected research articles for the respective session. Please download them yourself via data bases (e.g., Ebsco, Jstor, etc.) or via GoogleScholar.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Operationsverstärker Praktikum             |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Operational Amplifier Lab                  |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Operationsverstärker Praktikum             |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Operational Amplifier Lab                  |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Weimann, Nils                              |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  | 3                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Das Ziel dieses Praktikums ist das Verständnis der grundlegenden Funktionsweise und Eigenschaften von Operationsverstärkern (OpAmps). Ihre Einsatzmöglichkeiten in elektronischen Schaltungen sollen die Studenten zu eigenen Schaltungsentwürfen und einem besseren Verständnis von komplexen Schaltungen führen. Beginnend mit der Messung und Auswertung der wichtigsten Parameter eines OpAmps werden Schaltungen wie Addierer, Multiplizierer, Verstärker und aktive Filter berechnet und untersucht. Abschließend werden Oszillatoren und Generatoren entwickelt und getestet. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden sind in der Lage, Schaltungen mit Operationsverstärkern zu berechnen und die theoretischen Ergebnisse an Hand von Messungen zu kontrollieren.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| The aim of practical exercise is the understanding of the basic functionality and qualities of operational amplifiers (OpAmps). Their application potential in electronic circuits should lead the students to own circuit ideas and a better understanding of complicated circuits. Beginning with the measurement and evaluation of the most important parameters of OpAmps circuits like adder, multipliers, amplifiers and active filters are calculated and measured. Finally, oscillators and generators are developed and tested. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| The students are able to calculate circuits based on operational amplifiers and to check the theoretical results with help of measurements.  |

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

Praktikumsunterlagen (als Download verfügbar)

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Optische Netze                             |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Optical Networks                           |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Optische Netze                             |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Optical Networks                           |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Stöhr, Andreas                             |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Zu Beginn wird einleitend die elektromagnetische Wellentheorie und deren Anwendung auf die Ausbreitung von Licht in faseroptischen Wellenleitern behandelt. Hierzu zählt auch die Entstehung von LP-Moden und deren Ausbreitungseigenschaften. Die wichtigsten Komponenten für die optische Nachrichtentechnik wie Laserdioden, Modulatoren, Verstärker und Fotodetektoren werden diskutiert und die Zusammenschaltung dieser zu optischen Links wird analysiert. Die verschiedenen Strukturen photonischer Kommunikationsnetze werden behandelt und im Weiteren deren Einsatz in Weitverkehrs-, Metro-, Zugangs- und Gebäudenetzen diskutiert. Neben den einfachen optischen Modulationsverfahren wie On-Off-Keying (OOK) werden auch komplexere Verfahren (PSK, QPSK, 64QAM) und deren Umsetzung innerhalb der optischen Domäne besprochen. Der Einsatz komplexer Modulationsverfahren z.B. in hochbitratigen Radio-over-Fiber-Systemen (RoF-Systemen) in Verbindung mit einem hochfrequenten Funkkanal (millimeter-wave multi-gigabit point-to-point link) wird behandelt. Den Abschluss bilden die Vorstellung und Diskussion wichtiger Übertragungsstandards in der optischen Kommunikationstechnik. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden sind in der Lage, die Ausbreitung von Licht in Glasfasern und die dabei auftretenden Effekte wie Absorption und Dispersion zu analysieren und optische Faserstrecken mit Blick auf die Reduktion dieser störenden Eigenschaften zu optimieren (Multimode-/Singlemode-Faser, Dispersionskompensation, 3R amplification). Sie sind fähig, optische Punkt-zu-Punkt-Verbindungen mit Hilfe geeigneter Bauelemente und Fasern zu entwerfen, wobei die unterschiedlichen Anforderungen an optische Netze (für den lokalen Bereich LAN, den Metrobereich MAN und für den Weitverkehrsbereich WAN) Berücksichtigung finden. Sie verstehen verschiedene Multiplexverfahren (TDM, WDM) sowie optische Modulationsverfahren und sind in der Lage, einfache faseroptische Netzstrukturen (z.B. passive optical network, PON) unter Beachtung wichtiger Standards zu entwerfen.   |

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



- Introduction: electromagnetic wave theory, light propagation in optical waveguides, LP modes and their propagation properties.
- Components: laser diodes, modulators, amplifiers, photo detectors, their connection to optical links.
- Structures of photonic communication nets for application in LAN, MAN, WAN.
- Modulation methods: on-off keying (OOK), PSK, QPSK, 64QAM, and their implementation within the optical domain.
- Use of complex modulation methods, e.g. in high bit rate radio-over-fiber systems (RoF systems), in combination with a high frequency radio channel (millimeter-wave multi-gigabit point-to-point link).
- Important optical communication standards.

### Learning objectives / skills English

The Students are able to analyze light propagation in waveguides and the effects of absorption and dispersion and to optimize optical fiber channels concerning reduction of these negative properties (multi-mode, single mode, dispersion compensation, 3R amplification). They are able to design optical point-to-point connections using suitable devices and waveguides, taking into account the different requirements for LAN, MAN, and WAN. They understand different multiplex methods (TDM, WDM) and optical modulation methods and are able to design fibre optical net structures (e.g. passive optical network, PON) taking into account important standards.

### Literatur

- [1] Hagen Hultsch (Ed.), Optische Telekommunikationssysteme, Damm-Verlag, Gelsenkirchen, 1996
- [2] Franz-Joachim Kauffels, Optische Netze, MITP-Verlag, 2001
- [3] Biswanath Mukherjee, Optical WDM Networks, Springer-Verlag, 2006

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Optische Signalverarbeitung                |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Optical Signal Processing                  |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Optische Signalverarbeitung                |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Optical Signal Processing                  |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Buß, Rüdiger                               |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        |                  | <b>Turnus</b>                | <b>Sprache</b>     |
| 5  |                  | W/S                          | D/E                |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Vorlesung Optische Signalverarbeitung beginnt mit der grundlegenden Theorie der nichtlinearen optischen Effekte in dielektrischen Materialien und in Halbleitern: Beispielsweise werden hier Fragen zur optischen Frequenzverdopplung anhand eines grünen Laserpointers diskutiert. Die Ursachen für optische Bistabilität werden beschrieben und es wird gezeigt, wie optisches Schalten zur Realisierung optischer Speicher und Logikelemente angewendet werden kann. Nachfolgend wird das Phänomen der optoelektronischen Bistabilität eingeführt. Es wird gezeigt, dass die Integration eines Modulators und eines Photodetektors zum sogenannten Self-Electrooptic-Effect-Device (SEED) führt. Dieses Element zeigt verschiedene Arten von Schaltvorgängen, die optisch und elektrisch gesteuert werden können. Schließlich werden die Einsatzgebiete der optischen Signalverarbeitung anhand speziellen Anwendungsbeispiele diskutiert. Dies sind unter anderem: optische Schaltnetzwerke, Bildverarbeitungssysteme, optische neuronale Netzwerke, parallel-optische Signalprozessoren.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden sind in der Lage, die physikalischen Mechanismen für die Entstehung optischer Bistabilität zu erörtern und diese bei der Analyse optischer logischer Elemente anzuwenden. Sie sind fähig, die erlernten Konzepte auf Systeme zu übertragen und den Einsatz optischer Signalverarbeitung kritisch mit bereits existierenden elektronischen Ansätzen zu vergleichen.</p>   |

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

The course „Optical Signal Processing“ starts with the basic theory of non-linear optical effects both in dielectric materials and in semiconductors. Optical second harmonic generation in green laserpointers is discussed. The causes for optical bistability are described and principles like optical switching are applied to the realisation of optical memories and logic elements. Within the next section of this course, the phenomenon of opto-electronic bistability is introduced. It is shown that the integration of a light modulator and a photodetector is leading to so-called self-electro-optic effect devices (SEED), showing various forms of switching behaviour which can be controlled both optically and electrically. Finally, the main advantages of optical signal processing are pointed out while discussing applications such as optical switching networks, image processing systems, optical neural networks, parallel optical signal processors and optical interconnects.

### Learning objectives / skills English

The students are capable of discussing the physical mechanisms for the emergence of optical bistability and applying this to the analysis of optical logic elements. They are able to transfer the learned concepts to systems. They can question and compare the use of optical signal processing with existing electronic approaches.

### Literatur

- [1] P. Mandel, S.D. Smith, B.S. Wherrett (Eds.), From optical bistability towards optical computing, Elsevier Science Publishers, North Holland, 1987
- [2] H.H. Arsenault, T. Szoplik, B. Macukow (Eds.), Optical Processing and Computing, Academic Press, San Diego, 1989
- [3] W. Erhard, D. Fey, Parallele digitale optische Recheneinheiten, Teubner Studienbücher, Elektrotechnik/Physik, Teubner Verlag, Stuttgart, 1994
- [4] B.S. Wherrett, P. Chavel (Eds.), Optical Computing, Proceedings of the International Conference, Institute of Physics Conference Series Number 139, IOP Publishing, 1995

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Optosensorik für Energieanlagen            |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Optical Sensors for Energy Systems         |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Optosensorik für Energieanlagen            |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Optical Sensors for Energy Systems         |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Jenau, Frank                               |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Inhalte:<br>- Mathematische Modellierung<br>- Sensorische Effekte: thermisch, elektrisch, mechanisch<br>- Komponenten<br>- Auswerteverfahren<br>- Beispiele   |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Nach erfolgreicher Absolvierung kennen die Studierenden die Einsatzmöglichkeiten und -grenzen optischer Sensoren als exemplarische Bestandteile von Überwachungs- und Schutzeinrichtungen. Sie können eigenständig optische Messanordnungen für gegebene Messaufgaben entwickeln und haben die Fähigkeit verschiedene Sensortechnologien bezüglich spezifischer Vor- und Nachteile zu bewerten. |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| Content:<br>- Mathematical modeling<br>- Sensory effects: Thermal, Electric, Mechanical<br>- Components<br>- Evaluation methods<br>- Application examples |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |

After completion of the course, students will be able to classify optical sensors with regard to their specific application field and limits as part of monitoring and protection devices in high voltage energy systems. Students will be able to develop optical sensor equipment based on given parameters, and, furthermore, will be enabled to distinguish optical sensor technologies with respect to advantages and disadvantages.

## Literatur

Vorlesungsskript über moodle

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>           |                  |                              |                    |
| Organische Elektronik und Optoelektronik        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                     |                  |                              |                    |
| Organic Electronics and Optoelectronics         |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>            |                  |                              |                    |
| <b>Organische Elektronik und Optoelektronik</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                     |                  |                              |                    |
| Organic Electronics and Optoelectronics         |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                            |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Schmechel, Roland                               |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                             | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                            | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                          |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                         |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                               |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>      |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Veranstaltung führt in die organische Elektronik und Optoelektronik ein. Dabei wird stets eine Balance aus grundlegender Molekülphysik und bauteilrelevanten Konzepten angestrebt. Zu Beginn erfolgen eine Klassifizierung der organischen Materialien und eine Einteilung bezüglich ihrer morphologischen/strukturellen Eigenschaften. Ausgehend von den Bindungsverhältnissen wird die elektronische Struktur organischer Halbleiter erläutert und es werden die für organische Halbleiter üblichen Transportmodelle vorgestellt. Dabei wird besonderes Gewicht auf die Elektron-Phonon-Kopplung (Molekülpolaron) und auf den Einfluss von Unordnung gelegt. Es werden Parallelitäten und Unterschiede zu anorganischen Halbleitern hervorgehoben. Die Veranstaltung geht auch auf Konzepte zur Dotierung organischer Halbleiter ein und es werden einige kommerziell relevante „Intrinsisch Leitfähige Polymere“ (ICPs) und Dopanten vorgestellt. Es folgt eine Einführung in Kontaktphänomene an den Grenzflächen Metall/org. Halbleiter. Auf der Basis dieser Kenntnisse werden einfache transportbasierte Bauelemente wie die Einschichtdiode und der organische Feldeffekttransistor eingeführt.</p> <p>Weiterhin geht die Veranstaltung auf die optischen Eigenschaften organischer Materialien ein, wobei besonders auf die Bildung von Singulett- und Triplet-Exzitonen und die phononische Kopplungen (Franck-Condon-Prinzip) Wert gelegt wird. Auf Basis dieser Grundlagen werden als optoelektronische Bauteile organische Leuchtdioden (OLEDs) einschließlich lichtemittierende elektrochemischer Zellen (LECs) und organische Solarzellen vorgestellt. Hier werden die jeweils technischen wichtigen Kenndaten eingeführt und an den historischen Entwicklungsstufen werden grundlegende Bauteilkonzepte erörtert.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |

Die Studierenden können organische Materialien bezüglich Morphologie und Bindungsstruktur klassifizieren. Sie kennen grundlegende Begriffe aus der Molekülphysik, wie konjugiertes Elektronensystem, Molekulpolaron, Exziton, Franck-Kondon-Prinzip und können diese korrekt anwenden. Die Studierenden können grundsätzliche Zusammenhänge zwischen Moleküleigenschaften und Bauteileigenschaften herstellen, wie z.B. die Korrelationen: funktionale Seitengruppen – Verschiebung der Molekülorbitale, Orientierung der Moleküle – Ladungsträgerbeweglichkeit, Ausdehnung des Pi-Systems – spektrale Verschiebung, etc. Die Studierenden kennen schließlich für Transistoren, Leuchtdioden und Solarzellen die wesentlichen kritischen Parameter, die die jeweiligen Bauteileigenschaften limitieren und die bekannten Konzepte um diesen Limitierungen entgegenzuwirken.

### Description / Content English

The lecture introduces into the organic electronics and optoelectronics. It seeks for a balance between fundamental molecular physics and device relevant concepts. It starts with a classification of organic materials according to their binding nature and morphological properties. The basic electronic structure will be derived from the nature of molecular bindings and subsequently, it introduces in common charge transport models. A focus is given to electron-phonon-coupling (small polarons) and the effect of disorder. Similarities and differences to inorganic semiconductors are emphasized. The lecture considers also concepts for doping of organic semiconductors, while commercial relevant „intrinsic conducting polymers“ (ICPs) as well as dopants are considered.

It follows an introduction into contact phenomena on metal / org. semiconductor interfaces. On basis of this knowledge simple charge-transport-based devices like single layer diodes as well as field effect transistors are considered.

In its second part the lecture introduces into optical properties of organic materials, while special emphasis is given to the formation of singulett- / triplett- excitons, and the electron-phonon coupling (Franck-Condon-Principle). On this basis organic light emitting diodes (OLEDs and LECs) and organic solar cells are introduced. For each of these device classes the technical key-parameter are explained and fundamental device concepts are discussed on hand of important historical stages.

### Learning objectives / skills English

The students are able to classify organic materials with respect to their binding structure and morphology. They know basic terms from molecular physics, like conjugated pi-electron system, molecule polaron, exciton, Franck-Condon-Principle and are able to use these terms correctly. The students are able to correlate molecular properties with device properties, like: functional groups – effect on HOMO-LUMO-level, orientation of molecules – effect on mobility, extension of pi-system – spectral shift, and so on. Finally, the students know for transistors, OLEDs and organic solar cells the most critical aspects limiting the device performance and know common concepts to act against these limiting factors.

### Literatur

Anna Köhler, Heinz Bäessler: Electronic Processes in Organic Semiconductors: An Introduction. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA (2015)

Markus Schwörer, Hans Christoph Wolf: Organische Molekulare Festkörper. Wiley-VCH Verlag.

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

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

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



## Literatur

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Photovoltaik                               |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Photovoltaics                              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Photovoltaik                               |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Photovoltaics                              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Benson, Niels                              |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D/E                          |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| In dieser Vorlesung werden die Grundlagen der Photovoltaik bis hin zum vertieften Verständnis einzelner Zellkonzepte behandelt. Die Grundlagen schließen das wirtschaftliche Potenzial der Technologie, das Sonnenspektrum, Ladungsträger Generations- und Transportmechanismen in organischen wie anorganischen Halbleitern sowie die Funktionsweise des pn-Übergangs mit ein. Vertieft werden diese Inhalte hinsichtlich der allgemeinen elektrischen Solarzellenfunktionalität, Verlustmechanismen und Begrenzungen in der Konversionseffizienz. Weiterhin wird im Speziellen auf Solarzellen der 1. Generation: Si und m-Si, der 2. Generation: a-Si, organische und Graetzelzellen sowie auf Solarzellen der 3. Generation: Tandem Zellen eingegangen.   |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studenten sind in der Lage:<br>- Das Energiegenerationspotential der Technologie zu erklären<br>- Den Ursprung des photovoltaischen Effekts allgemein und die Funktionsweise einer Solarzelle an konkreten Materialsystemen zu erklären, unter zu Hilfenahme von quasi-Fermi Niveaus und standard Transportmodellen.<br>- Generations und Rekombinations-mechanismen zu erklären.<br>- Begrenzungen in der maximalen Konversionseffizienz zu erklären und hierbei zwischen materialbedingten, prozessbedingten und strukturbedingten Begrenzungen zu unterscheiden<br>- Solarzellen elektro-optisch zu charakterisieren und die Ergebnisse mit Hilfe von standard Ersatzschaltbildern zu Interpretieren.<br>- Solarzellen der drei Generationen zu unterscheiden, deren Funktionsweise zu beschreiben und deren Vor- und Nachteile zu erklären. |

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

This lecture deals with the photovoltaic basics, as well as an in depth understanding of selected solar cell concepts. The basics include the market potential of the photovoltaic technology, the solar spectrum, charge carrier generation and transport mechanisms in organic / inorganic semiconductors, as well as the working principle of the classical pn-junction. Emphasis is also placed on the general electrical solar cell functionality, loss mechanisms and limitations with respect to the power conversion efficiency. Specifically solar cells of the 1st generation: Si and m-Si, the 2nd generation: a-Si, organic and Graetzel cells as well as solar cells of the 3rd generation: tandem cells are discussed.

### Learning objectives / skills English

The students are able:

- to describe the energy generation potential of this technology.
- to describe the origin of the photovoltaic effect, as well as the working principle of solar cells using concrete material systems, quasi Fermi levels as well as standard transport models.
- to describe generation and recombination mechanisms.
- to describe limitations of the max. obtainable power conversion efficiency and be able to differentiate between material, process and design limitations.
- to characterize solar cells electro-optically and are able to interpret their findings using standard equivalent circuits.
- to differentiate between solar cells of the three generations, are able to describe their working principle as well as their advantages and disadvantages.

### Literatur

- The Physics of Solar Cells, Jenny Nelson, Imperial College Press
- Physics of Semiconductor Device, S.M. Sze and K.K. NG, WILEY-Interscience
- Physics of Solar Cells, Peter Würfel, WILEY-VCH
- Organic Molecular Solids, Markus Schwoerer and Hans Christoph Wolf, WILEY-VCH
- Solid State Physics, Harald Ibach and Hans Lüth, Springer

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Photovoltaik 2                             |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Photovoltaics 2                            |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Photovoltaik 2                             |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Photovoltaics 2                            |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Kirchartz, Thomas                          |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>In der Vorlesung stehen die Messung und Simulation von Halbleiterbauelementen am Beispiel der Solarzelle im Vordergrund. Dazu werden zunächst die Grundlagen geschaffen, um die Physik der Solarzelle zu verstehen und sie beschreiben zu können. Dabei werden die wesentlichen physikalischen Größen identifiziert, die den Wirkungsgrad einer Solarzelle beeinflussen, nämlich Ladungsträgerlebensdauer und Beweglichkeit sowie der Absorptionskoeffizient. Im Folgenden werden dann verschiedene Methoden eingeführt und erklärt mit denen man diese Größen bestimmen kann. Die numerische Simulation der Solarzelle ist dabei oft nützlich, um bestimmte Messverfahren besser zu interpretieren und um den Einfluss von Parametern wie Lebensdauer und Beweglichkeit auf die Kennlinie und den Wirkungsgrad einer Solarzelle zu verstehen. Die Vorlesung schließt ab mit einer Einführung in aktuelle Schwerpunkte der Solarzellenforschung wie z.B. druckbare Solarzellen und Perowskit-Solarzellen.</p> <p>Die Vorlesung richtet sich sowohl an Studenten, die die Vorlesung Photovoltaik von Dr. Benson bereits gehört haben, als auch an Studenten, die diese Vorlesung nicht oder noch nicht gehört haben.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studenten werden in der Lage sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Funktionsweise einer Solarzelle zu erklären,</li> <li>- Bänderdiagramme und quasi-Fermi Niveaus im Dunkeln und unter Beleuchtung zu verstehen und zu benutzen,</li> <li>- den Unterschied zwischen geordneten (kristallinen) und ungeordneten (nanokristallinen oder amorphen) Halbleitern zu verstehen,</li> <li>- Messmethoden zu kennen und zu erklären, die zur Untersuchung von Materialien, Schichten, Schichtstapeln und ganzen Bauelementen in der Photovoltaik genutzt werden,</li> <li>- Solarzellen mit einer Software numerisch zu simulieren.</li> </ul>   |

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

The focus of this course will be on the measurement and simulation of semiconductor devices using the solar cell as an example. First, we will therefore establish the fundamentals of solar cell device physics before we will identify relevant physical quantities needed for the description of the solar cell. These physical quantities affecting solar cell efficiency are for instance the charge carrier lifetime and mobility as well as the absorption coefficient. In the following, we will then introduce and explain methods to measure these physical quantities. Numerical simulations are often useful to better interpret certain measurement techniques and to better understand the influence of parameters like lifetime and mobility on the current-voltage curve and the efficiency of a solar cell. The course finishes with an introduction into focus areas of current research like printable solar cells and perovskite-based solar cells.

The course is intended for both, students that have already attended the course Photovoltaics by Dr. Benson and for students that have not or not yet attended this course.

### Learning objectives / skills English

The students will be able:

- to explain the working principle of a solar cell
- to understand and use band diagrams and quasi-Fermi levels in the dark and under illumination
- to explain the difference between ordered (crystalline) and disordered (nanocrystalline and amorphous) semiconductors
- to know and to explain measurement methods used to analyze materials, layers, layer stacks and devices used in photovoltaics
- to numerically simulate solar cells using a software.

### Literatur

- Jenny Nelson, The Physics of Solar Cells, Imperial College Press
- Peter Würfel, Physics of Solar Cells, WILEY-VCH
- D. Abou-Ras, T. Kirchartz, U. Rau (Eds.), Advanced Characterization Techniques for Thin-Film Solar Cells, Wiley-VCH

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                   |                  |                              |                    |
| Planung und Entwicklung mechatronischer Produkte        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                             |                  |                              |                    |
| Planning and Development of Mechatronic Products        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                    |                  |                              |                    |
| <b>Planung und Entwicklung mechatronischer Produkte</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                             |                  |                              |                    |
| Planning and Development of Mechatronic Products        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                    |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Nachfolger Schramm, Lehrauftrag: Herr Horwat            |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                     | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                    | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 1   |                  |                              | 2                  |
| <b>Studienleistung</b>                                  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                 |                  |                              |                    |
| Präsentationen, schriftliche Dokumentation              |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>              |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Das einwöchige Blockseminar „Planung und Entwicklung mechatronischer Produkte“ findet in der vorlesungsfreien Zeit statt. Ziel des Seminars ist, in Teams einen mechatronischen Prototypen zu entwickeln und aufzubauen.</p> <p>Zur Erreichung des Ziels innerhalb des Seminarzeitraums stehen agile Methoden des Projektmanagements im Vordergrund. Dadurch haben die Teams die nötige Flexibilität, um schnell auf Veränderungen reagieren und innovative Lösungen finden zu können. Wie bei agilen Projektmanagementmethoden üblich, werden durch die iterativen Prozessschritte und das regelmäßige Feedback die Zusammenarbeit sowie die Kreativität der Teammitglieder gefördert. Im praktischen Teil wird theoretisches Wissen durch reale Projekte lebendig. Die Studierenden arbeiten durch die Entwicklung und den Aufbau von Prototypen an konkreten Beispielen, die dabei helfen, die entscheidenden Phasen der Planung und Entwicklung mechatronischer Systeme zu verstehen und umzusetzen. Dabei sind Teamarbeit und Kommunikation essenziell für den Erfolg in diesem interdisziplinären Projekt. Die resultierenden Erfahrungen stärken das Verständnis für komplexe Zusammenhänge.</p> <p>Zur Unterstützung bei der Umsetzung der Prototypen werden die grundlegenden Kernaspekte, die für das Blockseminar benötigt werden, in Vorlesungseinheiten übermittelt. Für organisatorische Aspekte und das Zeitmanagement werden Methoden der agilen Projektarbeit aufgezeigt. Zur Ableitung von Anforderungen an den Prototypen aus der Aufgabenstellung werden Grundlagen der Anforderungsbeschreibung und der Aufbau von Anforderungslisten gelehrt. Um anforderungsgerechte Lösungskonzepte zu entwickeln, werden verschiedene Kreativitätstechniken vorgestellt. Zur systematischen und strukturierten Darstellung der Lösungskonzepte werden System- und Strukturbäume sowie Funktionsstrukturen fokussiert. Diese Werkzeuge unterstützen die Visualisierung komplexer Systeme und die effektive Analyse von Anforderungen. Um die abschließende Konzeptauswahl sachlich und den Entscheidungsprozess nachvollziehbar zu gestalten, wird die Methode der Nutzwertanalyse vorgestellt. Ein weiterer wichtiger Aspekt sind Tests, die als integraler Bestandteil des Entwicklungsprozesses gelten. Es werden gezielt Testmethoden gezeigt, die in einem agilen Projektumfeld von Vorteil sind. Begleitend werden den Studierenden grundlegende Programmierkenntnisse vermittelt, welche bei der Realisierung der Prototypen unterstützen.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |

Die Studierenden haben sich praxisspezifische und anwendungsnahe Kompetenzen in den Bereichen agiles Projektmanagement, Einsatz von Kreativitätstechniken, Ableitung von Anforderungsspezifikationen aus Aufgabenstellungen, Erstellung von System- und Strukturbäumen sowie Funktionsstrukturen, sachliche begründete und nachvollziehbare Konzeptauswahl durch Nutzwertanalysen, Einsatz von Testmethoden im agilen Projektumfeld und grundlegende Programmierkenntnisse angeeignet. Darüber hinaus haben die Studierenden in Projektteams einen mechatronischen Prototypen in einem interdisziplinären Projektumfeld aus Mechanik, Elektronik und Informatik, Steuerung und Regelung, CAD, 3D-Druck, etc. entwickelt und gebaut. Die Studierenden können die eigenen Projektergebnisse präsentieren und schriftlich dokumentieren sowie die Entwicklungsschritte und Entscheidungen nachvollziehbar begründen.

### **Description / Content English**

The one-week block seminar 'Planning and development of mechatronic products' takes place during the lecture-free period. The goal of the seminar is to develop and build a mechatronic prototype in teams. Agile project management methods are used to achieve the goal within the seminar period. This gives the teams the flexibility they need to react quickly to changes and find innovative solutions. As usual with agile project management methods, the iterative process steps and regular feedback promote cooperation and the creativity of the team members. In the practical part, theoretical knowledge is brought to life through real projects. By developing and building prototypes, students work on concrete examples that help them to understand and implement the crucial phases of planning and developing mechatronic systems. Teamwork and communication are essential for success in this interdisciplinary project. The resulting experience strengthens the understanding of complex interrelationships. To support the implementation of the prototypes, the main aspects required for the block seminar are transmitted in lecture units. Methods of agile project work are presented for organisational aspects and time management. In order to derive requirements for the prototype from the task, the basics of requirements description and the structure of requirements lists are briefed. Various creativity techniques are introduced in order to develop requirement-orientated solution concepts. System and structure trees as well as functional structures are focussed on for the systematic and structured presentation of solution concepts. These tools support the visualisation of complex systems and the effective analysis of requirements. In order to make the final concept selection objective and the decision-making process comprehensible, the method of utility value analysis is presented. Another important aspect is testing, which is an integral part of the development process. Specific test methods are shown that are advantageous in an agile project environment. In addition, students are shown basic programming skills that support the realisation of prototypes.

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

The students have acquired practical and application-oriented skills in the areas of agile project management, the use of creativity techniques, the derivation of requirement specifications from tasks, the creation of system and structure trees as well as functional structures, objectively justified and comprehensible concept selection through utility value analyses, the use of test methods in an agile project environment and basic programming skills. In addition, students have developed and built a mechatronic prototype in project teams in an interdisciplinary project environment consisting of mechanics, electronics and informatics, control system, CAD, 3D printing, etc. Students are able to present and document their own project results in writing and legitimise the development steps and decisions in a comprehensible manner.

### **Literatur**

Vorlesungsfoliensatz (online)  
Ausgewählte Zeitschriftenartikel  
Diplom- und Doktorarbeiten

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>  |                  |                              |                    |
| Planung wassertechnischer Anlagen: Systemkomponenten, Instrumentierung und Steuerungstechnik           |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>  |                  |                              |                    |
| Design of water treatment systems: system equipment components, instrumentation and control technology |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>   |                  |                              |                    |
| Planung wassertechnischer Anlagen: Systemkomponenten, Instrumentierung und Steuerungstechnik           |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>  |                  |                              |                    |
| Design of water treatment systems: system equipment components, instrumentation and control technology |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>   |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Panglisch, Stefan  |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>  |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |                  |                              |                    |



1. Einleitung in die Planung wassertechnischer Anlagen

Ziele: Verständnis der Verantwortlichkeiten und Pflichten eines Wasserversorgers.

Erkenntnis der verschiedenen Phasen von Planung, Ausschreibung und Bauüberwachung.

Inhalte: Grundlegende Pflichten eines Wasserversorgers. Überblick über die verschiedenen Leistungsphasen von Planung, Ausschreibung bis Bauüberwachung.

2. Wasserabgabe und Wasserbedarf/Dimensionierung

Ziele: Verständnis der Grundprinzipien der Wasserbedarfsplanung. Fähigkeit zur Dimensionierung von Wasserversorgungsanlagen.

Inhalte: Grundsätze der Wasserbedarfsplanung. Verfahren und Kriterien für die Dimensionierung von Wasserversorgungsanlagen.

3. Rohrleitungen und strömungstechnische Vorgänge

Ziele: Verstehen der Hydraulik und Strömungslehre in Rohrleitungen. Anwendung von Wissen zur Dimensionierung und zum Verhalten von Flüssigkeiten in Rohren.

Inhalte: Grundlagen der Hydraulik und Strömungslehre. Bestimmungsfaktoren und Charakteristika der Flüssigkeitsströmung in Rohrleitungen.

4. Armaturen in wassertechnischen Anlagen

Ziele: Kenntnis der verschiedenen Armaturentypen und ihrer Funktionen. Fähigkeit zur Auswahl geeigneter Armaturen basierend auf Anwendungsgebieten.

Inhalte: Übersicht über verschiedene Typen von Armaturen. Funktion, Auswahlkriterien und Anwendungsgebiete von Armaturen.

5. Fördern von Flüssigkeiten

Ziele: Verständnis der Mechanismen und Techniken zur Flüssigkeitsförderung. Fähigkeit zur Auswahl und Anwendung geeigneter Pumpensysteme für spezifische Anwendungen.

Inhalte: Grundlegende Prinzipien der Flüssigkeitsförderung. Arten von Pumpen, ihre Arbeitsweisen und Anwendungsgebiete.

6. Messtechnik

Ziele: Verstehen der Grundlagen und Techniken der Messtechnik. Fähigkeit zur Auswahl und Anwendung geeigneter Messinstrumente für wassertechnische Anwendungen.

Inhalte: Grundlagen der Messtechnik. Instrumente und Verfahren zur Messung von Wasserparametern und -qualitäten.

7. Regelungstechnik für wassertechnische Anlagen

Ziele: Kenntnisse in den Grundlagen der Regelungstechnik. Fähigkeit zur Implementierung und Anpassung von Regelungssystemen in wassertechnischen Anlagen.

Inhalte: Einführung in die Regelungstechnik. Anwendungen und Implementierungen von Regelungssystemen in der wassertechnischen Anlagen.

8. Technisches Zeichnen für wassertechnische Anlagen

Ziele: Erlernen der spezifischen Grundlagen und Techniken des technischen Zeichnens für R&I-Schemata. Fähigkeit zur Erstellung detaillierter und normgerechter R&I-Schemata für wassertechnische Anlagen.

Inhalte: Einführung in die spezifischen Symbole und Standards für R&I-Schemata für wassertechnische Anlagen.

Praktische Anwendung und Erstellung von R&I-Schemata für diverse wassertechnische Komponenten und Systeme.

Überblick über gängige Software-Tools und -Plattformen für das technische Zeichnen von R&I-Schemata.

9. Werkstoffe und Korrosion in wassertechnischen Anlagen

Ziele: Verständnis der verschiedenen Werkstoffe und ihrer Eigenschaften. Kenntnis über Korrosionsmechanismen und Schutzmethoden in wassertechnischen Anlagen.

Inhalte: Einführung in die verschiedenen Werkstoffe und ihre Anwendungen. Mechanismen der Korrosion und deren Schutz in wassertechnischen Anlagen.

10. Planung einer Industrierwasseraufbereitungsanlage

Ziele: Verständnis der Schritte und Kriterien bei der Planung einer Industrierwasseraufbereitungsanlage. Fähigkeit zur Beurteilung und Analyse von Planungsentscheidungen.

Inhalte: Einführung in die Planung von Industrierwasseraufbereitungsanlagen. Kriterien, Methoden und Best Practices bei der Planung solcher Anlagen.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Im Modul „Planung wassertechnischer Anlagen: Systemkomponenten, Instrumentierung und Steuerungstechnik“ erlangen die Studierenden ein tiefgehendes Verständnis für die Planung und Umsetzung wassertechnischer Systeme. Sie werden in die essenziellen Pflichten eines Wasserversorgers eingeführt und erkennen die unterschiedlichen Leistungsphasen von Planung, Ausschreibung bis Bauüberwachung. Weiterhin verinnerlichen sie die Grundprinzipien der Wasserbedarfsplanung und erwerben die Fähigkeit, Wasserversorgungsanlagen korrekt zu dimensionieren. Ihr Wissen erstreckt sich über die Hydraulik und Strömungslehre, insbesondere in Bezug auf Rohrleitungen, und sie entwickeln Kenntnisse über verschiedene Armaturentypen, wodurch sie in der Lage sind, basierend auf Anwendungsgebieten die richtige Auswahl zu treffen. Mechanismen und Techniken zur Flüssigkeitsförderung, sowie die Auswahl geeigneter Pumpensysteme, gehören ebenso zu ihren Fähigkeiten. Sie besitzen ein solides Verständnis für Messtechniken und Regelungstechnik im Wasserwesen. Das technische Zeichnen von R&I-Schemata für wassertechnische Anlagen, ermöglicht es ihnen, detaillierte und normkonforme Zeichnungen zu erstellen. Abschließend sind sie mit den verschiedenen in wassertechnischen Anlagen verwendeten Werkstoffen vertraut, verstehen Korrosionsmechanismen und können Schutzmethoden anwenden. Ihre Ausbildung bereitet sie zudem darauf vor, Industriewasseraufbereitungsanlagen umfassend zu planen, wobei sie die notwendigen Kriterien, Methoden und Best Practices anwenden können.

**Description / Content English**

In this module, students are introduced to the planning of water technology plants and learn the basics of system components, instrumentation and control technology. The focus is on linking theoretical knowledge and practical application in the planning of water treatment and supply plants.

1. Introduction to the planning of water technology plants.

Objectives: Understanding of the responsibilities and duties of a water utility.

Realisation of the different phases of planning, tendering and construction supervision.

Contents: Basic duties of a water supplier. Overview of the different service phases from planning, tendering to construction supervision. 2.

2. Water delivery and water demand/dimensioning.

Objectives: Understanding of the basic principles of water demand planning. Ability to dimension water supply systems.

Contents: Principles of water demand planning. Procedures and criteria for dimensioning water supply systems.

3. Pipelines and fluidic processes.

Objectives: Understand hydraulics and fluid mechanics in pipelines. Apply knowledge of sizing and behaviour of fluids in pipes.

Contents: Fundamentals of hydraulics and fluid mechanics. Determining factors and characteristics of fluid flow in pipelines.

4.

4. Valves and fittings in water engineering systems.

Objectives: Knowledge of the different types of valves and their functions. Ability to select suitable valves based on application areas.

Contents: Overview of different types of valves. Function, selection criteria and application areas of valves. 5.

5. Pumping of liquids

Objectives: Understanding of fluid pumping mechanisms and techniques. Ability to select and apply appropriate pumping systems for specific applications.

Contents: Basic principles of liquid transfer. Types of pumps, their working methods and areas of application. 6.

6. Measurement techniques

Objectives: Understanding of the basics and techniques of measurement technology. Ability to select and use appropriate measuring instruments for water engineering applications.

Contents: Basics of measurement technology. Instruments and methods for measuring water parameters and qualities. 7.

7. Control technology for water engineering systems.

Objectives: Knowledge in the basics of control engineering. Ability to implement and adapt control systems in water engineering plants.

Contents: Introduction to control engineering. Applications and implementations of control systems in water engineering plants. 8.

8. Technical drawing for water engineering plants.

Objectives: To learn the specific principles and techniques of technical drawing for P&I schemes. Ability to produce detailed and standard P&I schemes for water engineering systems.

Contents: Introduction to the specific symbols and standards for P&I diagrams for water engineering systems.

Practical application and creation of P&I diagrams for various water engineering components and systems. Overview of common software tools and platforms for technical drawing of P&I schemes. 9.

9. Materials and corrosion in water engineering systems.

Objectives: Understanding of different materials and their properties. Knowledge of corrosion mechanisms and protection methods in water engineering systems.

Contents: Introduction to the different materials and their applications. Mechanisms of corrosion and their protection in water engineering plants. 10.

10. Planning of an industrial water treatment plant.

Objectives: Understanding of the steps and criteria in planning an industrial water treatment plant. Ability to assess and analyse planning decisions.

Contents: Introduction to the planning of industrial water treatment plants. Criteria, methods and best practices in planning such plants.

**Learning objectives / skills English**

In the module „Planning of water engineering systems: system components, instrumentation and control technology“, students gain an in-depth understanding of the planning and implementation of water engineering systems. They are introduced to the essential duties of a water supplier and recognise the different service phases from planning, tendering to construction supervision. Furthermore, they internalise the basic principles of water demand planning and acquire the ability to correctly dimension water supply systems. Their knowledge extends to hydraulics and fluid mechanics, especially in relation to piping, and they develop knowledge of different types of valves, enabling them to make the right choice based on areas of application. Fluid handling mechanisms and techniques, as well as the selection of appropriate pumping systems, are also part of their skills. They have a solid understanding of measurement techniques and control engineering in water systems. The technical drawing of P&I diagrams for water engineering systems, enables them to produce detailed drawings that conform to standards. Finally, they are familiar with the different materials used in water engineering installations, understand corrosion mechanisms and can apply protection methods. Their training also prepares them to comprehensively design industrial water treatment plants, applying the necessary criteria, methods and best practices.

## Literatur

- Ignatowitz, Eckhard. „Chemietechnik. 12.“ Auflage, Europa-Lehrmittel (2015).
- Weber, Klaus H. Inbetriebnahme verfahrenstechnischer Anlagen: Praxishandbuch mit Checklisten und Beispielen. Springer-Verlag, 2019.
- Mutschmann, Johann und Stimmelmayer, Fritz. Taschenbuch der Wasserversorgung. Springer-Verlag, 2013.
- Grombach, Peter. Handbuch der Wasserversorgungstechnik. Oldenbourg Industrieverlag, 2000.
- Soiné, Klaus Joachim. Handbuch für Wassermeister: Wissenswertes für den Betrieb von Wasserversorgungsanlagen. Oldenbourg Industrieverlag, 1998.
- Zoehl, Heinz, and Julius Kruschik. Strömung durch Rohre und Ventile: Tabellen und Berechnungsverfahren zur Dimensionierung von Rohrleitungssystemen. Springer-Verlag, 2013.
- Ostermann, Kurt. Pumpentechnik in der Wasserversorgung. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH, Köln 1992

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

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die wichtigsten Arbeitsgebiete für Ingenieur:innen in der chemischen Industrie sind die Planung und Bau sowie der sichere Betrieb von Chemieanlagen. Die Vorlesung befasst sich daher mit den wesentlichen Aspekten aus beiden Bereichen, wobei neben theoretischen Konzepten ein besonderer Schwerpunkt auf praxisrelevanten Arbeitsmethoden liegt. Im Einzelnen werden die Planungsunterlagen (z.B. diverse Fließbildtypen), die verschiedenen Typen von Chemieanlagen, die notwendige Infrastruktur, die Planung einer Anlage von der Prozesssynthese über die Aufstellungsplanung bis zur Wirtschaftlichkeitsrechnung sowie der Betrieb und die Optimierung von Chemieanlagen angesprochen. Begleitend zur Vorlesung wird eine Übung angeboten, in der bestimmte Teilbereiche vertieft werden. Zudem lernen die Teilnehmenden im Rahmen einer Exkursion zu einem Chemiapark in der näheren Umgebung die Arbeitsweise von Ingenieur:innen und Planungsprozesse in der Industrie kennen.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden kennen die theoretischen Konzepte und praxisrelevanten Arbeitsmethoden bei der Planung und dem Bau von Chemieanlagen und können die notwendigen Planungsunterlagen (z.B. diverse Fließbildtypen, Aufstellungspläne, ...) erstellen. Sie sind in der Lage, systematisch die verschiedenen Arbeitsschritte bei der Planung einer Anlage von der Prozesssynthese über die Aufstellungsplanung bis zur Wirtschaftlichkeitsrechnung durchzuführen.

**Description / Content English**

Most engineers in chemical industry work in two fields. One is planning and building of plants, the other is the safe running and maintaining of these plants. The lecture deals with both aspects, focussing on theoretical concepts, as well as on practical working methods. In detail, topics like planning documents (e.g. different types of flowsheets), types of chemical plants, and the necessary infrastructure are discussed. The planning process from process synthesis to plant layout, piping, and economic feasibility studies is described.

In addition, exercises for special topics and an excursion to a chemical site in the closer Ruhr area are offered.

**Learning objectives / skills English**

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

### Literatur

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

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Plastomechanik und Umformverfahren         |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Theory of Plasticity and Forming Mechanism |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Plastomechanik und Umformverfahren</b>  |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Theory of Plasticity and Forming Mechanism |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Deike, Rüdiger; Overhagen, Christian       |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| In dieser Vorlesung werden die umformenden Fertigungsverfahren und die für sie relevanten Berechnungsmethoden behandelt. Auf der Basis der Elementaren Plastomechanik werden die Warm- und Kaltwalzverfahren zur Herstellung von Blechen und Bändern, ihrer Weiterverarbeitung durch Kaltwalzen und Oberflächenveredeln behandelt. Es folgen die Verfahren zur Berechnung der Massivumformverfahren sowie die Durchdrück- und Durchziehverfahren für Vollquerschnitte, Rohre und Profile. Die Anwendung höherer Rechenverfahren der Plastomechanik wird am Beispiel der Gleitlinientheorie und der Schrankenverfahren behandelt. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden können Umformverfahren und ihre zugehörigen Berechnungsmethoden sowohl der elementaren als auch der höheren Plastomechanik einschätzen und anwenden.  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| Content of the lecture are the calculation methods for metal forming processes. Based on the slab method hot and cold rolling is explained followed by advanced methods of plasticity as slip line theory and boundary methods. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| The students are able to use basic slab methods for calculation of forming processes as well as methods of higher plasticity.   |

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

H. Pawelski, O. Pawelski; Technische Plastomechanik, Kompendium und Übungen; Verlag Stahleisen, Düsseldorf, 2000  
A. R. Boer, N. Rebelo, H. Rydstad, G. Schröder; Process modelling of metal forming and thermomechanical treatment; Springer-Verlag, Berlin, 1986  
W. Johnson, P. B. Mellor; Engineering plasticity; van Nostrand Reinhold Comp., London, 1978  
R. Hill; The mathematical theory of plasticity; Oxford at the Clarendon Press, 1983  
H. Ismar, O. Mahrenholtz; Technische Plastomechanik; Vieweg Verlag, Braunschweig, 1980  
P. Hartley, I. Pillinger, C. Sturgess; Numerical Modelling of Material Deformation Processes; Springer-Verlag, London, 1992  
G. W. Rowe, C.E.N. Sturgess, P. Hartley, I. Pillinger; Finite-Element Plasticity and Metal Forming Analysis; Cambridge University Press, Cambridge, 1991  
S. Kobayashi, S.-I. Oh, T. Altan; Metal Forming and the Finite-Element Method; Oxford University Press, Oxford, 1989  
D.R.J. Owen, E. Hinton; Finite Elements in Plasticity; Pineridge Press Ltd., Swansea, 1980



|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Power System Analysis                      |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Power System Analysis                      |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Power System Analysis</b>               |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Power System Analysis                      |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Vennegeerts, Hendrik                       |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die Veranstaltung behandelt die Grundlagen der Berechnung elektrischer Netze. Im Vordergrund stehen Methoden der digitalen Netzberechnung. Zunächst werden die Systemelemente, Leitungen, Transformatoren, Generatoren, usw. mathematisch beschrieben. Danach folgen die Methoden zur Leistungsflussberechnung, Kurzschlussstromberechnung, Netzoptimierung und Zustandsschätzung. Die Veranstaltung ist gekoppelt mit Übungen, die überwiegend auf Personalcomputern durchgeführt werden. Das Ziel ist, die Studenten zu befähigen, mit Computersoftware Netzberechnungsaufgaben zu lösen. Sie sollen außerdem die implementierten und verwendeten Algorithmen verstehen. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden verstehen die verschiedenen Methoden der Netzberechnung und können sie bei der Berechnung elektrischer Energieversorgungsnetze anwenden. Sie sind in der Lage, sowohl stationäre Leistungsflüsse als auch Kurzschlusszustände zu berechnen.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| The lecture deals with the basics of power system calculation. The focus is on computer-based methods. At the beginning, the elements of the system, like lines, transformers, generators, etc. are described. Then, the equations for system descriptions are formed and the solutions of the power flow, short circuit, optimisation and power system state estimation problems are discussed. The lecture is coupled with computer exercises. The objective is to enable students to use computer software for solving power system problems and to understand algorithm implemented into these software. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| Students know different methods of power system analysis, in particular power flow and short circuit analysis. They are able to apply these methods to large electrical power systems.   |

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

D. Oeding, B.R. Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze. Springer Verlag Berlin, 2004

B. Oswald: Netzberechnung, Berechnung stationärer und quasistationärer Betriebszustände in Elektroenergieversorgungsnetzen, VDE-Verlag

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Power System Analysis Project              |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Power System Analysis Project              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Power System Analysis Project</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Power System Analysis Project              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Shewarega, Fekadu                          |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  |                              | 3                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Kolloquium                                 |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Das Praktikum vertieft Aspekte der digitalen Netzberechnung und ermöglicht den Studenten selbständig eine Netzplanungsaufgabe mit einer professionellen Software zu bearbeiten.                   |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studenten sollen Softwarewerkzeuge zur digitalen Netzberechnung kennen lernen und diese selbständig für die Lösung von Aufgaben auf dem Gebiet der Netzplanung, Netzanalyse einsetzen können. |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| The lab exercises are intended to familiarize students with aspects of digital network calculation and to enable students to work independently on a network-planning task using professional software.      |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| The students should be capable of using software tools for digital network calculation and be able to use them independently for the solution of tasks in the area of network planning and network analysis. |

|   |
|---|
| <b>Literatur</b>                          |
| Programmbeschreibung PowerFactory, Matlab |

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Power System Dynamics and Stability        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Power System Dynamics and Stability        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Power System Dynamics and Stability</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Power System Dynamics and Stability        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Vennegeerts, Hendrik                       |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Folgende Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Klassifizierung nichtstationärer Vorgänge und Stabilitätsaspekten in elektrischen Energieversorgungssystemen</li> <li>- Mathematische Grundlagen der Modellierung (Zustandsraumdarstellung; Linearisierungsmethoden für die Kleinsignalstabilität; Eigenwerte und Moden; Zusammenhang mit Zeitverhalten)</li> <li>- numerische Integrationsmethoden</li> <li>- Schaltvorgänge</li> <li>- Kleinsignalstabilität (statische Stabilität von Synchrongeneratoren und dynamisches Einschwingverhalten; Leistungspendelungen in ausgedehnten Systemen; Power System Stabilizer)</li> <li>- transiente Stabilität (transiente Winkelstabilität von Synchrongeneratoren, Einflussfaktoren)</li> <li>- Spannungsstabilität (Kurzzeit und Langzeit, Einflussfaktoren, Continuation Power Flow)</li> <li>- subsynchrone Oszillationen</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden kennen die wichtigsten nichtstationären Vorgänge in elektrischen Energieversorgungsnetzen und können sie anhand grundlegender Modelle beschreiben und berechnen.   |

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

The lecture provides an overview about typical non-stationary phenomena in power systems. The students will learn about the physical background, modeling and simulation issues as well as methods to mitigate the effect of transients on secure power system operation. In particular the following phenomena will be discussed:

- Classification of non-stationary processes and stability aspects in electrical power supply systems
- Mathematical principles of modelling (state space representation; linearisation methods for small-signal stability; eigenvalues and modes; conjunction with time behaviour)
- Numerical integration methods
- Switching processes
- Small-signal stability (static stability of synchronous generators and dynamic transient response; power oscillations in extended systems; power system stabilisers)
- Transient stability (transient angular stability of synchronous generators, influencing factors)
- Voltage stability (short-term and long-term, influencing factors, continuation power flow)
- subsynchronous oscillations

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

Students know the most important non-stationary processes in electrical power supply networks and can describe and calculate them using fundamental models.

### **Literatur**

Kundur, Prabha S.: Power System Stability, Elsevier, 2019

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Power System Operation and Control         |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Power System Operation and Control         |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Power System Operation and Control</b>  |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Power System Operation and Control         |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Vennegeerts, Hendrik                       |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur, Referat                           |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Das Elektrische Energieversorgungsnetz ist ein großes dynamisches System. Ein Ziel der Lehrveranstaltung ist, verschiedene dynamische Vorgänge, die durch Kurzschlüsse, Blitzeinschläge, Schalthandlungen hervorgerufen werden, vorzustellen und zu diskutieren. Die Algorithmen für eine computerbasierte Simulation werden kurz beschrieben und die bekanntesten Softwarewerkzeuge vorgestellt. Weiterhin werden Methoden zur Regelung der Frequenz und Spannung erläutert. Ein Überblick wird gegeben ebenfalls über die Netzleittechnik, soweit diese für die Regelung, Steuerung und Überwachung des Netzes aus der Sicht der Netzdynamik relevant ist. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden verstehen die Betriebsweise elektrischer Netze, sie kennen, wie Spannung, Leistung und Frequenz geregelt werden und welche Betriebsmittel als Stellglieder hierfür zur Verfügung stehen. Sie wissen, welche transienten und dynamischen Phänomene infolge von Störungen im Netz auftreten und welche Auswirkungen sie haben können.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| Power system is a large-scale dynamic system. One of the objectives of the lecture is to discuss main issues of power system dynamics caused by disturbances like short circuits, lightning strokes and switching actions. The algorithms for computer-based time and frequency domain simulation techniques will be described shortly and some of the most popular software packages introduced. Furthermore, methods for power system control to maintain voltage and frequency standards will be discussed. An overview will also be given about the structure of the energy management systems. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| Students know how power systems are operating, how voltage, power and frequency are controlled and which means are available for these controls. They know the most important phenomena caused by different disturbances in power systems as well as the consequences they may cause.   |

## Literatur

P. Kundur: Power System Stability and Control, EPRI, McGraw-Hill, 1994, ISBN 0-07-035958-X.

D. Oeding, B.R. Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze. Springer Verlag Berlin, 2004

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

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

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



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

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

1) Linear optimization problems. Simplex method.

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

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

4) Introduction to neural networks

5) Introduction to calculus of variations and optimal control

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

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

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

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

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

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

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>              |                  |                              |                    |
| Praktikum Energietechnik                           |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                        |                  |                              |                    |
| Lab Energy Technology                              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>               |                  |                              |                    |
| Praktikum Energietechnik                           |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                        |                  |                              |                    |
| Lab Energy Technology                              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                               |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Hoster, Harry; Roes, Jürgen; Mahlendorf, Falko     |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                               | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  | 3                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                             |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                            |                  |                              |                    |
| Versuchsauswertung, Bericht, Abschlusspräsentation |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>         |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Das individuell zu vereinbarende Praktikum lässt Studierende unmittelbar Forschungsarbeiten am Lehrstuhl Energietechnik begleiten. Die Arbeit (Experimente, Computersimulationen, Literaturlauswertung oder Erstellung von Studien) wird unter Anleitung eines jungen Wissenschaftlers durchgeführt. Das Ergebnis wird in Form einer kurzen schriftlichen Arbeit zusammengefasst und in einem Vortrag vorgestellt. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden lernen die Durchführung wissenschaftlicher Experimente oder Simulationen und ihre Auswertung anhand aktueller Forschungsthemen kennen. Sie üben das Erstellen wissenschaftlicher Berichte und ihre Darstellung im Vortrag.  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| e individually arranged exercise allows students to accompany actual R&D projects. The work (experiments, computer simulations, literature work, or preparation of studies) will be carried out under the supervision of young scientists. The students will summarize the results in a short report, and will give an oral presentation as well. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| The students learn how to carry out and evaluate experiments or simulations related to actual scientific projects, and they will learn to write short scientific reports and present them orally.   |

|   |
|---|
| <b>Literatur</b>  |
| Individuell, je nach aktuellem Forschungsthema.<br>Depending on individual and actual research topic. |

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                   |                  |                              |                    |
| Praktikum zu Reaktiven Fluiden und Thermodynamik        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                             |                  |                              |                    |
| Reactive Flows and Thermodynamics Lab                   |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                    |                  |                              |                    |
| <b>Praktikum zu Reaktiven Fluiden und Thermodynamik</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                             |                  |                              |                    |
| Reactive Flows and Thermodynamics Lab                   |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                    |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Schulz, Christof; Atakan, Burak; Kaiser, Sebastian      |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                     | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | W/S              | D/E                          |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                    | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|   |                  | 4                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                                  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                 |                  |                              |                    |
| Wissenschaftliche Arbeit, Seminarvortrag                |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>              |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Ein individuelles, an die in den Lehrstühlen laufende Forschung angelehntes, Forschungsprojekt wird den Studierenden zur eigenständigen, von einem Wissenschaftler betreuten Arbeit gestellt. Die Studierenden bearbeiten die Aufgabe, recherchieren, beschreiben Grundlagen, Arbeit und Ergebnisse und stellen ihre Arbeit im Rahmen eines Seminarvortrages zur Diskussion. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden erlernen das eigenständige experimentelle Arbeiten in modern ausgestatteten Forschungslaboratorien. Sie beschäftigen sich mit der Literaturrecherche, erlernen das Verfassen eines Forschungsberichts und die Präsentation von Forschungsergebnissen.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| Each student will work on an individual small research project in the lab of the chosen research group. The scientific project will be conducted independently by the student, under the supervision of an experienced scientist. The work includes literature search, practical lab work, or computer-based simulations. Students will describe their individual research and its results, as well as the underlying background and the used equipment and strategies in a short thesis, and will present their own work in a seminar. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| Students will get an introduction into independent research in modern, well-equipped research labs. They learn how to find information by literature search, and how to present scientific results in written form and in an oral presentation. They will participate in a scientific discussion within a seminar.  |

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

Von der Thematik der gewählten Arbeit abhängig.  
Depending on individual research topics.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Vorlesungsskript (online)

Ergänzende Literatur: Literaturangaben sind dem Online-Foliensatz zu entnehmen



|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                                   |                  |                              |                    |
| Prozess- und Qualitätsmanagement für Dienstleistungen und Handel        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>   |                  |                              |                    |
| Process Management for Services and Retailing                           |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                                    |                  |                              |                    |
| <b>Prozess- und Qualitätsmanagement für Dienstleistungen und Handel</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>   |                  |                              |                    |
| Process Management for Services and Retailing                           |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Schmitz, Gertrud  |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   |                  |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>   |                  |                              |                    |
| Klausur   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                              |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dienstleistungen und Handel aus prozessorientierter Perspektive</li> <li>2. Prozessorientiertes Personalmanagement: Grundlagen und Konzepte</li> <li>3. Qualitätsorientierte Prozessgestaltung im Dienstleistungsbereich</li> <li>4. Prozessgestaltung im Handel: Gestaltung der „Supply Chain“</li> <li>5. Prozess- und Qualitätscontrolling</li> </ol>  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- spezifische Aufgaben des Prozess- und Qualitätsmanagements, die sich für Dienstleistungen aus der Kundenintegration und im Handel aus der Zusammenarbeit mit Wertschöpfungspartnern ergeben, zu beschreiben und zu erklären,</li> <li>- geeignete Analyse- und Planungstechniken sowie Instrumente und Konzepte zur Bewältigung der spezifischen Aufgaben des Prozess- und Qualitätsmanagements im Dienstleistungsbereich und Handel zu erklären und anzuwenden.</li> </ul> |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>        |
|   |
| <b>Learning objectives / skills English</b> |
|   |

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

1. Bruhn, M. (2020). Qualitätsmanagement für Dienstleistungen, Handbuch für ein erfolgreiches Qualitätsmanagement: Grundlagen-Konzept-Methoden, 12. Auflage. Wiesbaden.
2. Corsten, H./Gössinger, R. (2015), Dienstleistungsmanagement, 6. Aufl., Berlin.
3. Fließ, S./Dyck, S./Volkers, M. (2024): Management von Dienstleistungsprozessen: Service Co-Creation – Service Experience – Service Value. Wiesbaden.
4. Haller, S./Wissing, C. (2022), Dienstleistungsmanagement: Grundlagen, Konzepte, Instrumente, 9. Aufl., Wiesbaden.
5. Levy, M./Weitz, B. A./Grewal, D. (2022), Retailing Management, 11th ed., New York.
6. Swoboda, B./Foscht, T./Schramm-Klein, H. (2019), Handelsmanagement: Offline-, Online- Und Omnichannel-Handel, 4. Aufl., München.
7. Wirtz, J./ Lovelock, C.H. (2022), Services Marketing: People, Technology, Strategy, 9th ed., New Jersey.
8. Zeithaml, V.A./Bitner, M.J./Gremler, D.D. (2023), Services Marketing: Integrating Customer Focus Across the Firm, 8th ed., New York.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Prozessautomatisierung                     |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Process Automation                         |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Prozessautomatisierung                     |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Process Automation                         |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Louen, Chris                               |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        |                  | <b>Turnus</b>                | <b>Sprache</b>     |
| 5  |                  | WiSe                         | D                  |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Idee dieser Lehrveranstaltung ist ein Überblick über praxisrelevante Methoden, Gerätetechnik (Hard- und Software) und Vorgehensweisen für die Entwicklung von Automatisierungsgeräten bis hin zur Projektabwicklung der Prozessleittechnik für komplette Produktionsanlagen zu geben.</p> <p>Kontinuierliche Prozesse, Chargenprozesse mit Rezeptfahrweisen sowie Stückprozesse und die zugehörigen Begriffe werden definiert. Petrinetze zur Beschreibung ereignisdiskreter Systeme werden weiterführend behandelt, bis hin zu Analysemethoden. Zur Beschreibung von Automatisierungsaufgaben werden weiterhin RI-Fließbilder, Funktionspläne (FBD und SFC) und (nur andeutungsweise) strukturierte sowie objektorientierte Methoden betrachtet.</p> <p>Grundlagen der Hardware und der Software werden unter den für die Thematik relevanten Aspekten betrachtet und knapp zusammengefasst (die Echtzeit-Thematik wird weitgehend der Vorlesung Echtzeit-Systeme überlassen). Das Kapitel Rechnerkommunikation in der Automatisierungstechnik beschreibt Schnittstellen und Protokolle, die als Feldbussysteme in der Automatisierungstechnik zur Anwendung kommen.</p> <p>Es wird gezeigt, wie Automatisierungsfunktionen (Regelung, Steuerung, Zeitglieder, ..) und universelle Automatisierungssysteme (SPS, PLS) per Software realisiert werden können.</p> <p>Zur Feldgerätetechnik gehören Grundkenntnisse über Explosionsschutz, Signalübertragung im Feld (klassisch, Feldbus, Remote-I/O-Systeme), Software-Integration intelligenter Feldgeräte, Stellgerätetechnik (Ventile) sowie eine kurze Einführung in die Prozessmesstechnik.</p> <p>Das Engineering der Prozessleittechnik im Anlagenbau sowie Fragen der Zuverlässigkeit und Sicherheit bilden den Abschluss.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden sollen Automatisierungsfunktionen beschreiben, analysieren, planen und mit Rechnersystemen, einschließlich PLS und SPS, realisieren können. Es sollen die Grundlagen zur kritischen Bewertung geeigneter Vorgehensweisen, Methoden und Tools gelegt werden. Eine eigenständige kritische Bewertung wird allerdings erst später in Verbindung mit einer entsprechenden Praxiserfahrung möglich sein.</p>   |

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

The idea of this lecture is a survey on application, equipment technology (hard- and software) and development of automation devices up to project management of process control systems for complete production plants. Continuous processes, batch processes with recipes as well as piece processes and the relevant terms will be defined.

To describe and analyze event discrete systems petri nets will be discussed.

For the description of automation tasks P&I diagram, function block diagram and sequential function chart will be considered.

Basic aspects of process control hard- and software will be summarized (details on the topic of real time can be found in the lecture Real time systems). Next the communication in process control systems with fieldbus is discussed.

Furthermore the software realization of automation functions (control, timer, ...) and process control systems (PLC, PCS) will be shown.

Within the discussion of field devices, basic knowledge of explosion protection, signal transmission (field-bus, remote I/O), software integration of intelligent field devices, actuators as well as a short introduction of process measurement technology will be given.

Finally the plant engineering of process control systems as well as safety and reliability issues will be explained.

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

The students should be able to describe automation functions, analyze and plan them. Furthermore they should be able to implement them using computer systems, including DCS and PLC. They should have the fundamentals for critical evaluation of methods and tools, though an independent judgement will be possible only after some practical experience in industry.

### **Literatur**

Louen, Chris: Vorlesungsskript „Prozessautomatisierung“;

Früh, K.F.; Maier, Uwe (Hrsg.): Handbuch der Prozessautomatisierung. Oldenbourg-Industrieverlag, 4. Auflage, 2009.

Anmerkung: Es gibt keine Literatur in dieser Zusammenstellung von Themen. Für jedes Thema werden andere Bücher in den Vorlesungsunterlagen empfohlen, aber hiervon sind jeweils nur Teile relevant.

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

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

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

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

Im Detail sollen Kenntnisse zu folgenden Themengebieten vermittelt werden:

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

### Description / Content English

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

### Learning objectives / skills English

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

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

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

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

## Literatur

Vorlesungsskript (online) und ergänzende Literatur

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

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

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

Schnieder; Methoden der Automatisierung; Braunschweig Wiesbaden: Vieweg 1999

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

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                         |                  |                              |                    |
| Prozesssimulation in der Metallurgie und Umformtechnik        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                   |                  |                              |                    |
| Process Simulation in Metallurgy and Metal Forming            |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                          |                  |                              |                    |
| <b>Prozesssimulation in der Metallurgie und Umformtechnik</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                   |                  |                              |                    |
| Process Simulation in Metallurgy and Metal Forming            |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Martin, Robert  |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>  |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum                      |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                       |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung                                |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                    |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Erstellung simulationsgerechter Prozess-Modelle, numerische Methoden zur Lösung von gewöhnlichen und partiellen DGL, Simulation metallurgischer Prozesse und Prozesse der Umformtechnik an ausgewählten Beispielen.  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden lernen, metallurgische Prozesse und Prozesse der Umformtechnik in simulationsfähige Modelle umzusetzen. Ferner können sie die Simulationsergebnisse zielgerecht analysieren. Sie sind in der Lage, geeignete mathematische Methoden auszuwählen und anzuwenden. |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| Generation of simulateable process models, numerical methods for solving ordinary and partial differential equations, simulation of metallurgical processes and simulation of metal forming processes by means of suitable examples.                        |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| The students are able to transfer metallurgical processes and processes of metal forming in simulateable models. Furthermore, they can analyze simulation results purposeful. They select appropriate mathematical methods and apply these in a proper way. |

|                          |
|--------------------------|
| <b>Literatur</b>         |
| Skript zur Veranstaltung |



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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Ingenieurwissenschaftliche Anwendungsfelder für Automaten und Netze<br>- Vorbereitungen: Zeit, Logik, Modelle<br>- Zustandsautomaten: Theorie, Umsetzung und Anwendung<br>- Petrinetze: Theorie, Variationen, Umsetzung und Anwendung<br>- Hybride Modellbildung  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| 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. |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| Scientific engineering applications for machines and networks<br>- Preparations: Time, logic, models<br>- State Machines: Theory, Implementation and Application<br>- Petri nets: theory, variations, implementation and application<br>- Hybrid Modeling Description (English): |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |

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

## Literatur

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

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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| 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.  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| 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. |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |

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.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Quanteninformationstheorie                 |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Quantum Information Theory                 |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Quanteninformationstheorie                 |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Quantum Information Theory                 |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Jung, Peter                                |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Vorlesung gliedert sich in folgende Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hat die universitäre Lehre zu Kommunikatonsnetzen und zur Mobilkommunikation eine bedeutende Zukunft? Warum Quanteninformationstheorie? Was ist Kommunikation? Was ist der Unterschied zwischen Information und Entropie? Was sind Quanten?</li> <li>- Quantenmechanische Grundlagen (Unschärferelation, Interferenz, Messungen in der Quantenmechanik, Verschränkung, warum beobachten wir in der klassischen Physik keine Quanteneffekte, Historisches, Dirac-Notation, Hilbertraum, lineare Operatoren und Observable, Vertauschbarkeit von Operatoren, quantenmechanischer Dichteoperator)</li> <li>- Einteilchensysteme und Zweiteilchensysteme (Qubits, Bloch-Kugel, Tensoren, Schmidtzerlegung, Zustandsreinigung)</li> <li>- Wiedergabetreue („Fidelity“) und Spurabstand („Trace Distance“)</li> <li>- Bellsche Ungleichung</li> <li>- „No Cloning“</li> <li>- Quanteninformation und quantenmechanische Informationsübertragung</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verständnis der quantenmechanischen Grundlagen</li> <li>2. Verständnis der Quanteninformation als Norm</li> </ol>  |

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

The lecture is divided into the following topics:

- Do university lectures on communication networks and mobile communication have a significant future? Why quantum information theory? What is communication? What is the difference between information and entropy? What are quanta?
- Quantum mechanical foundations (uncertainty principle, interference, measurements in quantum mechanics, entanglement, why do we not observe quantum effects in classical physics, historical aspects, Dirac notation, Hilbert space, linear operators and observables, commensurable operators, quantum mechanical density operators).
- One-particle systems and two-particle systems (qubits, Bloch sphere, tensors, Schmidt decomposition, state purification)
- Fidelity and trace distance
- Bell's inequality
- "No cloning" theorem
- Quantum information and quantum mechanical information transfer

### Learning objectives / skills English

1. Understanding of quantum mechanical foundations
2. Understanding quantum information as a norm

### Literatur

Jung, P.: Einführung in die Quanteninformationstheorie. Düren: Shaker, 2022 (ISBN 978-3-8440-8740-6).

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Quantenkommunikation 2                     |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Quantum Communication 2                    |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Quantenkommunikation 2                     |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Quantum Communication 2                    |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Jung, Peter                                |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die Vorlesung gliedert sich in folgende Themen:<br>- Operatorensummandarstellung nach Kraus<br>- Quantenkommunikationssystem (Struktur, optimale Quantendetektion, Quantenkanäle)<br>- Systembeispiele (Bayes-Detektion, MAP-Detektion, „Square Root Measurement“, ML-Detektion) |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| 1. Verständnis der Krausdarstellung und der Quantenkanäle<br>2. Verständnis optimaler und nahezu optimaler Quantendetektoren   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The lecture is divided into the following topics:<br>- Operator sum representation according to Kraus<br>- Quantum communication system (structure, optimal quantum detection, quantum channels)<br>- System examples (Bayes detection, MAP detection, square root measurement (SRM), ML detection) |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| 1. Understanding the Kraus representation and quantum channels<br>2. Understanding of optimal and near-optimal quantum detectors  |

|  |
|--|
| <b>Literatur</b>   |
| Jung, P.: Quantenkommunikation II. Düren: Shaker, 2022 (ISBN 978-3-8440-8807-6). |

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                 |                  |                              |                    |
| Radio Propagation Channels                            |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                           |                  |                              |                    |
| Radio Propagation Channels                            |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                  |                  |                              |                    |
| Radio Propagation Channels                            |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                           |                  |                              |                    |
| Radio Propagation Channels                            |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                  |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Balzer, Jan   |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 1                |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                                |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                               |                  |                              |                    |
| Portfolioprüfung (80% Mündliche Prüfung, 20% Seminar) |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>            |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| In der Vorlesung „Radio Propagation Channels „ werden die Grundlagen für Mobile Kommunikationssysteme erarbeitet. Schwerpunkte bilden die Themenbereiche Wellenausbreitung, lineare zeitvariante Systeme und digitale Modulation. Das erste Kapitel gibt eine Einführung in die mobile Kommunikation: Beginnend mit einem historischen Rückblick werden anschließend zellulare drahtlose Systeme und Mehrfachzugriffsverfahren eingehend erläutert. In Kapitel 2 werden physikalische Effekte der Wellenausbreitung behandelt. Anschließend werden wesentliche Eigenschaften eines Mobilfunkkanals mit Mehrwege-Ausbreitung behandelt. Hierbei wird der Mobilfunkkanal als stochastisches zeitvariantes lineares System beschrieben. Schließlich werden im Mobilfunk eingesetzte Übertragungsverfahren besprochen. Die Lehrinhalte werden in Übungen vertieft. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Hörenden haben die physikalischen Effekte der Wellenausbreitung verstanden und sind in der Lage, einen Mobilfunkkanal mit Hilfe eines stochastischen Ansatzes zu beschreiben.  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| In the lecture „Radio Propagation Channels“, the basics of mobile communication systems are developed. The focus is on the topics of wave propagation, linear time-variant systems and digital modulation. The first chapter provides an introduction to mobile communication: starting with a historical review, cellular wireless systems and multiple access methods are then explained in detail. Chapter 2 deals with the physical effects of wave propagation. Subsequently, essential characteristics of a mobile radio channel with multipath propagation are discussed. The mobile radio channel is described as a stochastic time-variant linear system. Finally, transmission methods used in mobile radio are discussed. The course content is deepened in exercises. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| Students have understood the physical effects of wave propagation and are able to describe a mobile radio channel using a stochastic approach.  |



## Literatur

### Basic textbooks:

T. S. Rappaport: Wireless communications, Prentice Hall

G. S. Stüber: Principles of mobile communications, Kluwer Academic Publishers

W. C. Jakes: Microwave mobile communications, John Wiley

K. David, T. Benkner: Digitale Mobilfunksysteme, Teubner-Verlag

### Advanced textbooks:

J. D. Parsons: The mobile radio propagation channel, John Wiley

J. Eberspächer, H.-J. Vögel: GSM - Global system for mobile communication, Teubner-Verlag

H. Holma, A. Toskala: WCDMA for UMTS, John Wiley

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

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Reaktive Strömungen spielen eine große Rolle in technischen Prozessen zur Energiegewinnung und Materialsynthese und werden in zahlreichen technischen Anlagen eingesetzt. Ein zentrales Element ist die Kopplung von Fluidodynamik, chemischer Reaktion sowie Stoff- und Wärmeübergang. Zum Verständnis derartiger Prozesse wird die chemische Thermodynamik und die chemische Kinetik herangezogen. Darüber hinaus ist die Interaktion zwischen Reaktion und Strömung in Gasphasenprozessen mit großem Energieumsatz von großer Bedeutung. Hochtemperaturreaktionen erfordern das Verstehen von Radikalreaktionen und Reaktionsmechanismen.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Einleitung</li> <li>2 Ergebnisse der chemischen Thermodynamik</li> <li>3 Kinetik homogener und heterogener Reaktionen</li> <li>4 Allgemeine Flammerscheinungen und verbrennungstechnische Kenngrößen</li> <li>5 Theoretische Beschreibung von reaktiven Strömungen</li> <li>6 Verbrennungswellen in homogenen, vorgemischten Gasen</li> </ol> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden sind in der Lage die thermodynamischen und kinetischen Aspekte von Gasphasenreaktionen bei hohen Temperaturen zu erklären und zu bewerten.  |

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Reaktive Strömungen                        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Reactive Flows                             |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Reaktive Strömungen                        |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Reactive Flows                             |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Schulz, Christof                           |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

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

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

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. They get to know typical application fields.

### **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

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                     |                  |                              |                    |
| Reale und zweiphasige Fluide in Strömungsmaschinen        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                               |                  |                              |                    |
| Real-gas and two-phase flow in turbomachinery             |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                      |                  |                              |                    |
| <b>Reale und zweiphasige Fluide in Strömungsmaschinen</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                               |                  |                              |                    |
| Real-gas and two-phase flow in turbomachinery             |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                      |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Brillert, Dieter; Schuster, Sebastian                     |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                       | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                      | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   |                  |                              | 2                  |
| <b>Studienleistung</b>                                    |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                   |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung                            |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Diese Vorlesung baut auf der Vorlesung Energiewandlung in Strömungsmaschinen des Bachelor-Studienganges Maschinenbau auf. Diese Vorlesung schließt die aero- und thermodynamische Behandlung der Strömungsmaschinen ab. In der Vorlesung wird die Betrachtung der Fluide zunächst auf die sogenannten Real-Gase im einphasigen Zustand verallgemeinert. Anschließend werden die Grundlagen für die Auslegung und den Betrieb von Strömungsmaschinen mit zwei Phasen erarbeitet.</p> <p>Sie lernen, wie die Zweiphasenströmung gezielt eingesetzt werden kann, um den Wirkungsgrad von Energiewandlungsprozessen zu steigern. Sie lernen im Detail, welche Auswirkungen die Zweiphasenströmung auf die Strömungsmaschine hat und wie die Strömungsmaschine gestaltet werden muss.</p> <p>Nach diesem Abschnitt der Vorlesung kennen Sie die zulässigen Annahmen hinsichtlich der Zustandsgrößen in den einzelnen Phasenbereichen. Weiterhin haben Sie die Fähigkeit erworben, passende Zustandsgleichungen für einen vorgegebenen Prozess auszuwählen. Sie haben die verschiedenen Effekte, die bei Zweiphasenströmungen in Strömungsmaschinen auftreten, kennengelernt. Sie sind in der Lage, Aussagen über das Einsetzen von Kondensation und Kavitation zu treffen. Sie können die Ablagerungsrate von Flüssigkeit auf Bauteilen abschätzen. Ferner gelingt Ihnen die Beschreibung der Bewegung von Flüssigkeit in Strömungsmaschinen.</p> <p>Die erarbeiteten Grundlagen für die Real-Gas- und Zweiphasenströmung werden dann auf die Berechnungsmethoden angewendet. Insbesondere werden Sie solche Berechnungsmethoden kennenlernen, welche die Nachrechnung einer bestehenden Geometrie erlauben. Die ingenieurmäßige Interpretation dieser Daten erlaubt Ihnen eine Anpassung der Maschine an die geforderten Betriebsdaten und die Optimierung von Wirkungsgrad, An- und Abfahrzeiten etc.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Sie (die Studierenden) lernen die Grundlagen der Real-Gas- und Zweiphasenströmung im Hinblick auf Strömungsmaschinen kennen. Sie beherrschen die Klassifizierung von Zweiphasenströmungen und können ihre Auswirkung auf die Gestaltung und den Betrieb von Strömungsmaschinen beurteilen. Sie lernen numerische Verfahren für die Entwicklung von Strömungsmaschinen für Real-Gas- und Zweiphasenströmungen kennen. Sie sind in der Lage, eigene Programme für die Berechnung der Strömung im Hinblick auf die Anwendung in Strömungsmaschinen zu entwickeln.</p>   |

### Description / Content English

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

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

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

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

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

siehe Webseite des Lehrstuhls Strömungsmaschinen

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

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



### Description / Content English

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

Subjects covered:

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

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>              |                  |                              |                    |
| Rechnerintegrierte Produktentwicklung (CAE)        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                        |                  |                              |                    |
| Computer Aided Engineering (CAE)                   |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>               |                  |                              |                    |
| <b>Rechnerintegrierte Produktentwicklung (CAE)</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                        |                  |                              |                    |
| Computer Aided Engineering (CAE)                   |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                               |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Nagarajah, Arun                                    |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                               | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                             |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                            |                  |                              |                    |
| Klausur  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>         |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| 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. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| 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.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| 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)

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Rechtsformwahl und Umwandlung              |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Choice of legal form and conversions       |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Rechtsformwahl und Umwandlung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Choice of legal form and conversions       |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Hardeck, Inga                              |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Allgemeines zur Rechtsformwahl</li> <li>2. Laufende Besteuerung der Rechtsformen</li> <li>3. Besteuerung von Sonderrechtsformen</li> <li>4. Besteuerung bei Umwandlungen</li> </ol>   |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Nach erfolgreichem Beenden des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die verschiedenen rechtsformabhängigen Besteuerungsgrundsätze näher zu verstehen und in der Praxis gestaltend auf die Frage der Rechtsformwahlentscheidung anzuwenden. Weiterhin sind die Studierenden mit den steuerlichen Konsequenzen von Umwandlungen sowie hiermit verbundenen steuerlichen Risiken vertraut. |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>        |
|   |
| <b>Learning objectives / skills English</b> |
|   |

|  |
|--|
| <b>Literatur</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Schreiber/Kahle/Ruf (2022): Besteuerung der Unternehmen, 5. Aufl., Berlin/Heidelberg: Springer.</li> <li>2. König/Maßbaum/Sureth (2021): Besteuerung und Rechtsformwahl, 8. Aufl., Herne: NWB.</li> <li>3. Scheffler (2020), Besteuerung von Unternehmen, Band III: Steuerplanung, 3. Aufl., Heidelberg: C.F. Müller.</li> <li>4. Brähler/Krenzin (2020): Umwandlungssteuerrecht. Grundlagen für Studium und Steuerberaterprüfung, 11. Aufl., Wiesbaden: Springer Gabler.</li> </ol> |

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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| 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. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| 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.  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| 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

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

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

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Remote Medical Care                        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Remote Medical Care                        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Remote Medical Care</b>                 |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Remote Medical Care                        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Kirchner, Elsa                             |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die medizinische Fernversorgung gewinnt aufgrund des demographischen Wandels und der personellen Herausforderungen von medizinischen und klinischen Betrieben immer weiter an Bedeutung. Unter Remote Medical Care versteht man die Erbringung konkreter medizinischer Dienstleistungen in Überwindung räumlicher Entfernungen durch Zuhilfenahme moderner Informations- und Kommunikationstechnologien. Die Themen, die in der Vorlesungen behandelt werden, umfassen dabei die</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertiefung der in den Bachelorstudiengängen vermittelten informations- und kommunikationstechnischen Grundlagen und deren Anwendung in einem medizintechnischen Kontext</li> <li>- Erläuterung von Methoden der med. Versorgung und Überwachung von Patienten im häuslichen Umfeld</li> <li>- med. Beratung durch telemedizinische Dienste</li> <li>- medizinische Lehr- und Weiterbildung von Patienten und med. Personal durch eLearning und Apps</li> <li>- Elektronische Patientenakte</li> <li>- Health Coaching und Apps</li> <li>- med. Fernversorgung in Katastrophengebieten und Rolle von Geoinformationssystemen</li> <li>- Einsatz von KI, Robotischen Systemen und Serious Gaming</li> <li>- Erläuterung verschiedener Finanzierungsmethoden telemedizinischer Dienstleistungen</li> <li>- rechtlichen und ethischen Folgen dieser technischen Methoden zu verstehen</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden sind in der Lage verschiedene Konzepte, Prinzipien und Methoden zu erläutern, die in der medizinischen Fernversorgung in Wissenschaft und Anwendung eingesetzt werden. Dabei wird auch konkret auf Methoden der Realisierung dieser Anwendung sowie derer Finanzierbarkeit eingegangen. Ethische und gesellschaftliche Fragestellungen, die sich im Kontext telemedizinischer Anwendung ergeben, werden diskutiert.</p>   |

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



Due to demographic changes and the staffing challenges for medical and clinical facilities, remote medical care is gaining in importance. Remote medical care is the provision of specific medical services overcoming spatial distances by modern information and communication technologies.

Topics covered in the lectures include:

- Deepening the information and communication technology fundamentals taught in bachelor's programs and their application in a medical context.
- Explanation of methods for medical care and monitoring of patients in their homes
- Medical consultation through telemedical services
- Medical education and training for patients and medical personnel through e-learning and apps
- Electronic patient records
- Health Coaching and Apps
- Remote medical care in disaster areas and the role of geoinformation systems
- use of AI, robotic systems, and serious gaming
- Explanation of various methods for financing telemedical services
- Understanding the legal and ethical implications of these technical methods.

### Learning objectives / skills English

Students will be able to explain various concepts, principles, and methods used in remote medical care in both scientific and practical contexts. Special attention will be given to the methods of implementing these applications and their affordability. Ethical and societal issues that arise in connection with telemedicine applications will be discussed.

### Literatur

- Neu, C., Kirchner, E.A., Kim, S.-K., Tabie, M., Linn, C., Werth, D. (2018) In Information Systems and Neuroscience NeuroIS Retreat 2018, Springer;
- Lumbantoruan, Deni & Sagala, Albert. (2015). Performance evaluation of OLSR routing protocol in ad hoc network. 10. 1178-1184.
- Chen, M., Gonzalez, S., Vasilakos, A. et al. Body Area Networks: A Survey. Mobile Netw Appl 16, 171–193 (2011).
- Blazek, Vladimir et al., Studies in Skin Perfusion Dynamics: Photoplethysmography and Its Applications in Medical Diagnostics. Springer Singapur, 2021.
- Johannessen, Erik & Wang, Lei & Wyse, Cathy & Cumming, David & Cooper, Jon. (2006). Biocompatibility of a Lab-on-a-Pill Sensor in Artificial Gastrointestinal Environments. Biomedical Engineering, IEEE Transactions on. 53. 2333 - 2340. 10.1109/TBME.2006.883698.
- Cassim (2004): TACMIS: Total Access Care and Medical Information System
- Albrecht, U.-V.: Kapitel Rationale. In: Albrecht, U.-V. (Hrsg.), Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps (CHARISMHA). Medizinische Hochschule Hannover, 2016, S. 2–6. urn:nbn:de:gbv:084-16040811167
- Schleder S, Dendl LM, Niessen C, Stroszczyński C, Schreyer AG: Acceptance of medical apps and ebooks among German radiologists. Radiologe 2017; 57 (9): 752–9
- Hubbard (2013): The Really Useful eLearning Instruction Manual: Your toolkit for putting elearning into practice, Wiley, ISBN: 978-1-118-37589-1
- B. Bergeron, Developing Serious Games, Thomson Delmar Learning, Hingham, Mass, USA, 2006.
- J.A. Magnuson, Paul C. Fu, Jr. (Ed.): Public Health Informatics and Information Systems, sec. Ed., Springer
- Castillo-Léon, Svendsen (2015): Lab-on-a-Chip Devices and Micro-Total Analysis Systems - A Practical Guide, Springer, ISBN: 978-3-319-08687-3
- Savas S. et al (2009): A comprehensive catalogue of functional genetic variations in the EGFR pathway: Protein-protein interaction analysis reveals novel genes and polymorphisms important for cancer research. Int J Cancer, 125(6): 1257-65
- J. Augen: Bioinformatics in the Post-Genomic Era Genome, Transcriptome, Proteome, and Information-Based Medicine
- WE Winkler: Overview of Record Linkage and Current Research Directions, 2005
- Ahmed, Z. Practicing precision medicine with intelligently integrative clinical and multi-omics data analysis. Hum Genomics 14, 35 (2020)
- Zöllner, J.P., Wolking, S., Weber, Y. et al. Decision-support-Systeme, Assistenzsysteme und Telemedizin in der Epileptologie. Nervenarzt 92, 95–106 (2021)
- Phillips (2005): Health Economics: An Introduction for Health Professionals, Wiley, ISBN: 978-0-727-91849-9

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>        |                  |                              |                    |
| Repetitorium der Maxwellschen Theorie        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                  |                  |                              |                    |
| Revision Course of Maxwell's Theory          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>         |                  |                              |                    |
| <b>Repetitorium der Maxwellschen Theorie</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                  |                  |                              |                    |
| Revision Course of Maxwell's Theory          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                         |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Waldow, Peter                                |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                          | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                         | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                       |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                      |                  |                              |                    |
| Klausur                                      |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Vorlesung dient u.a. der Vorbereitung und Begleitung der Theoretischen Elektrotechnik. Sie versucht den Spagat zwischen mathematischer Strenge und physikalischer Intuition zu schließen. Die Verzahnung zwischen Physik und Mathematik steht im Mittelpunkt der Veranstaltung. In mehreren Lektionen wird die Vektoranalysis und ihre Anwendung auf die Berechnung elektromagnetischer Felder behandelt. Die Darstellung der Maxwellschen Gleichung unter Verwendung des Nabla-Operators (differentielle Form) steht im Mittelpunkt</p> <p>Neben der Theorie erfolgt die Vertiefung anhand anschaulicher Beispiele und Musteraufgaben.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Teilnehmer sollen lernen,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- welche mathematischen Methoden bei der elektromagnetischen Feldtheorie angewendet werden</li> <li>- die Unterscheidung nach statischen, stationären und dynamischen Vorgängen zu treffen</li> <li>- wie die Unterscheidung der differentiellen/integralen Formulierung der Maxwellschen Gleichungen erfolgt</li> <li>- welche Methode am Besten zur Beschreibung spezieller Problemklassen geeignet ist</li> </ul>   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| <p>This course is designed as a preparation of the theoretical electrical engineering. Mathematical methods on the one hand side in contrast to physical intuition on the other hand side are in the focus of this course.</p> <p>In several lessons we will introduce vector analysis and its application to the calculation of electromagnetic fields. Formulation of Maxwell's equation by the nabla operator is emphasized. The theory is supplemented by a lot of illustrative examples and exercises.</p> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |

Participants will learn

- how mathematical methods are applied in electromagnetic field theory
- the distinction between static, stationary and dynamic processes
- how to distinguish the differential / integral formulation of Maxwell's equations
- which method is best used to describe specific problem classes

**Literatur**

1. Ingo Wolff, Grundlagen und Anwendungen der Maxwellschen Theorie I und II: Ein Repetitorium (VDI-Buch) (Deutsch) Taschenbuch – 13. März 1996; 294 Seiten, Verlag: Springer; Auflage: 3., überarb. (13. März 1996); ISBN-10: 3540621776, ISBN-13: 978-3540621775
2. Silvanus P. Thompson, Höhere Mathematik - und doch verständlich : Eine leichtfassl. Einf. in d. Differential- u. Integralrechnung Nachdruck der 12. Auflage, Deutsch Taschenbücher, 1988, ISBN:978-3-87144-739-6
3. Murray R. Spiegel, Höhere Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Theorie und Anwendung (Schaum's Outline) - 950 ausführliche Lösungsbeispiele (Englisch) Taschenbuch – Ungekürzte Ausgabe, 1. Januar 1978 416 Seiten, Verlag: Schaum Outline Series (1. Januar 1978) ISBN-10: 0070920230, ISBN-13: 978-0070920231
4. Murray R. Spiegel, Vektoranalysis. Theorie und Anwendung. Mit einer Einführung in die Tensoranalysis. (Schaum's Outline) (Englisch) Taschenbuch – 1. Januar 1977 240 Seiten, Verlag: McGraw-Hill, Maidenh. (1. Januar 1977) ISBN-10: 007092015X, ISBN-13: 978-0070920156
5. Richard Demmig und Gudrun Demmig, Repetitorien der Mathematik, versch. Bände,
  - Vektorrechnung I und II
  - Komplexe Zahlen I und II
  - Funktionen mehrerer Veränderlicher
  - Integralrechnung
  - Differentialgleichungen
  - Matrizen und Determinanten(jeweils separate Bände, z.T. nur antiquarisch erhältlich)  
Verlag: Demmig (1987) ISBN-10: 3921092604, ISBN-13: 978-3921092606
6. Karl Küpfmüller Theoretische Elektrotechnik: Elektromagnetische Felder, Schaltungen und elektronische Bauelemente (Deutsch) Taschenbuch – 29. August 2017, 824 Seiten,Verlag: Springer Vieweg; Auflage: 20., aktualisierte Aufl. 2017 (29. August 2017) ISBN-10: 3662548364, ISBN-13: 978-3662548363
7. Horst Rollnick, Physikalische und mathematische Grundlagen der Elektrodynamik. Taschenbuch – 1. Januar 1976 209 Seiten, Verlag: Bibliographisches Institut, Mannheim; Auflage: 1. (1976) ISBN-10: 3411002972, ISBN-13: 978-3411002979
8. Arnold Sommerfeld, Vorlesungen über Theoretische Physik, Bd.3, Elektrodynamik (Deutsch) Taschenbuch – 1. Januar 1988 343 Seiten, Verlag: Harri Deutsch; Auflage: (Nachdr. d. 4. Aufl. 1988) (1. Januar 1988) ISBN-10: 387144376X, ISBN-13: 978-3871443763
9. Richard P. Feynman, The Feynman Lectures on Physics, Vol. II: The New Millennium Edition: Mainly Electromagnetism and Matter (Feynman Lectures on Physics (Paperback)) (Englisch) Taschenbuch – 4. Oktober 2011 592 Seiten, Verlag: Basic Books; Auflage: New Millenium (4. Oktober 2011) ISBN-10: 0465024947, ISBN-13: 978-0465024940
10. G. Mierdel und S. Wagner, Aufgaben zur theoretischen Elektrotechnik. Gebundene Ausgabe – 1. Januar 1968, VEB Technik, ASIN: B00B00HW0A (nur antiquarisch erhältlich)

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                              |                  |                              |                    |
| Rheologie und Rheometrie von Flüssigkeiten und Suspensionen        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>  |                  |                              |                    |
| Rheology and Rheometry of Liquids and Suspensions and Suspensions  |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                               |                  |                              |                    |
| <b>Rheologie und Rheometrie von Flüssigkeiten und Suspensionen</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>  |                  |                              |                    |
| Rheology and Rheometry of Liquids and Suspensions and Suspensions  |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>   |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Hammad, Mohaned  |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>   |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum                           |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>  |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                         |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Kolloidale Produkte begegnen uns täglich im Alltag und sind essentieller Bestandteil neuer und nachhaltiger Technologien. Für deren Beherrschung ist ein grundlegendes Verständnis von deren Fließverhalten erforderlich.  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Studierende verstehen nach dem Besuch der Vorlesung hydrodynamische Effekte im Fließverhalten nicht-kolloidaler Teilchen und können ausgehend von diesen das Fließverhalten harter Kugeln sowie das Fließverhalten realer Dispersionen, d.h. in Anwesenheit von repulsiven und attraktiven Wechselwirkungen interpretieren. Grundlagen zu zeitabhängigen rheologischen Effekten (Thixotropie) sind bekannt. Die Studierenden kennen die zugehörigen Messmethoden und können diese hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile sowie hinsichtlich der Systemspezifischen Randbedingungen miteinander vergleichen. |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| Colloidal products are omnipresent in our daily life but also essential for new and sustainable technologies. For mastering them, an in-depth understanding of their flow behaviour is required.   |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| After visiting the lecture, students understand hydrodynamic effects in the flow of non-colloidal particles and can use this as starting point to interpret the flow of hard spheres and real dispersions, i.e., in the presence of repulsive and attractive interactions. Basics of time-dependent rheological effects (thixotropy) are known. The students know about the related measurement techniques and are able to discuss them with regard to their advantages and disadvantages as well as with regard to their system-specific boundary conditions. |

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

Mewis, N.J. Wagner: Colloidal suspension rheology, Cambridge University Press, 2012

Irgens: Rheology and Non-Newtonian Fluids, Springer, 2014

Lerche, R. Miller, M. Schäffler: Dispersionseigenschaften 2D-Rheologie, 3D-Rheologie, Stabilität, Eigenverlag Berlin-Potsdam, 2015

Worthoff: Technische Rheologie, WILEY-VCH, Weinheim

G. Mezger: Das Rheologiehandbuch, Vincentz Network, 2016

A. Osswald: Polymer Rheology, Hanser Publishers, Munich

N. Israelachvili: Intermolecular and surface forces, Academic press, 2011

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Literatur**

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Robust Control                             |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Robust Control                             |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Robust Control</b>                      |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Robust Control                             |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Ding, Steven                               |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        |                  | <b>Turnus</b>                | <b>Sprache</b>     |
| 5  |                  | WiSe                         | E                  |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Robuste Regelung ist ein Forschungs- und Entwicklungsgebiet, dem in den letzten 20 Jahren große Aufmerksamkeit ununterbrochen gewidmet wurde. Ziel der Vorlesung ist es, Grundkenntnisse der robusten Regelung zu vermitteln und neue Ansätze zum Entwurf robuster Regler vorzustellen.</p> <p>Die Vorlesung besteht aus vier Teilen. Es werden dabei die Systemstrukturen, Parametrisierungen von Reglern und Beobachtern sowie Standard-entwurfsverfahren für Systeme mit Störgrößen oder Modellunsicherheit behandelt. Ferner werden Faktorisierungstechnik sowie LMI- (linear matrix inequality) Technik vorgestellt.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden sollen in der Lage sein, Systeme mit Störgrößen und Modellunsicherheit beschreiben und analysieren zu können. Ferner sollen sie einfache robuste Regler.  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| <p>Due to its importance in practice, robust control technique is one of the research and development fields in control engineering, which continuously received the most attention during the last two decades. The focus of this course is the introduction to the essentials of the robust control theory, to the computational tools and some design methods.</p> <p>The course consists of four parts. In Part 1, Introduction, the system configurations and internal stability of feedback loops are addressed. Part II, Control system configurations, parameterizations, and tools, is dedicated to parameterizations of stabilization controllers as well as observers and their configurations. The major mathematical tool is the factorization technique. In Part III, System analysis, controller design and design tools, standard robust control schemes, the so-called <math>H_2</math> and <math>H_\infty</math> control schemes as well as the associated mathematical knowledge are introduced. Moreover, the LMI (linear matrix inequality) technique for the system analysis and design is presented. Part IV, Robust controller design for uncertain systems, deals with systems with model uncertainties. Some basic schemes are introduced.</p> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| The students will be able to model and analyze uncertain control systems and to design different robust controllers.   |



## Literatur

- [1] S. X. Ding, Vorlesungsskript „Robust control“ (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar, will be updated and available for download)
- [2] K. Zhou, Essentials of robust control, Prentice Hall, 1998
- [3] S. X. Ding, Data-driven design of fault diagnosis and fault-tolerant control systems, Springer-Verlag, 2014

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

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

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

## Literatur

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

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

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

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

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

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die Vorlesung befasst sich mit wahrscheinlichkeitstheoretischen und statistischen Grundlagen zur Zuverlässigkeitsbewertung im Bereich maritimer Systeme. Es werden spezielle Verteilungsfunktionen, Zuverlässigkeits- und Sicherheitskenngrößen erläutert und Zuverlässigkeitsanalysen an einfachen maritimen Systemstrukturen durchgeführt. Außerdem wird ein Einblick in Monte-Carlo-Methoden sowie die Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse (FMEA) gegeben. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| 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.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| 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.   |

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Schaltanlagen                              |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Switching Components                       |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Schaltanlagen</b>                       |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Switching Components                       |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Vennegeerts, Hendrik; Rumpelt, Patrick     |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
| Teilnahme an einer Exkursion               |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| In der Vorlesung werden Aufbau und charakteristische Merkmale von verschiedenen Leistungsschaltern, Trennern und anderen schaltenden Komponenten in elektrischen Netzen beschrieben. Behandelt werden insbesondere Vakuumleistungsschalter einschließlich der hochspannungstechnischen Grundlagen zu Durchschlagsprozessen, Produktionsvorgängen und normativen Testprozeduren, ferner Leistungsschalterantriebe und der Aufbau weiterer schaltender Betriebsmittel. Auch werden typische Schaltaufgaben sowie Vorgänge bei Stromabriss und Abstandskurzschluss detailliert vermittelt. Darüber hinaus wird der funktionale Aufbau von Schaltanlagen und Umspannstationen beschrieben und aus betrieblicher sowie zuverlässigkeitstechnischer Sicht motiviert. Schließlich werden Prinzipien des Netzschutzes behandelt, wobei der Kurzschlusschutz sowie die Erdschlusserfassung und -ortung behandelt werden. Anwendungs- und quantitative Beispiele in den Übungen dienen der Vertiefung. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studenten kennen den Aufbau und prinzipielle Funktionsweise von Schaltanlagen in elektrischen Netzen. Sie können typische Betriebsmittel und deren Funktionsprinzipien wiedergeben.  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| The lecture describes the structure and characteristic features of various circuit-breakers, disconnectors and other switching components in electrical networks. In particular, vacuum circuit-breakers are covered, including the high-voltage fundamentals of breakdown processes, production processes and standardised test procedures. Moreover circuit-breaker drives and the design of other switching equipment is dealt with. Typical switching tasks and processes in the event of current breakdown and short-circuiting are also taught in detail. In addition, the functional design of switchgear and substations is described and motivated from an operational and reliability point of view. Finally, the principles of network protection are covered, including short-circuit protection and earth fault detection and localisation. Application and quantitative examples in the exercises serve to deepen the knowledge. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |

The students know the structure and basic functioning of switchgear in electrical networks. They will be able to describe typical operating equipment and its functional principles.

## Literatur

- Küchler, „Hochspannungstechnik, Grundlagen - Technologie – Anwendungen“, Springer Vieweg, 2017
- J. Schwab, „Elektroenergiesysteme“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2022
- D. Oeding, B.R. Oswald, „Elektrische Kraftwerke und Netze“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2016
- V. Crastan, „Elektrische Energieversorgung 1“, Springer Vieweg, 2015
- P. G. Slade, „The Vacuum Interrupter – Theory, Design and Application“, CRC Press, 2008
- R.V. Latham, “High Voltage Vacuum Insulation, Basic Concepts and Technological Practice”, Academic Press 1995
- E. Slamecka, „Prüfung von Hochspannungs-Leistungsschaltern“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1966
- H.J. Lippmann, „Schalten im Vakuum, Physik und Technik der Vakuumschalter“, VDE Verlag GmbH, 2003
- Edelmann, „Vakuumphysik – Grundlagen, Vakuumerzeugung und -messung, Anwendung“, Spektrum Akademischer Verlag, 1998
- E. Vinaricky, „Elektrische Kontakte: Werkstoffe und Anwendungen“, Springer Vieweg, 2016
- G. Balzer, C. Neumann, „Schalt- und Ausgleichvorgänge in elektrischen Netzen“, Springer Vieweg, 2016
- IEC 62271-100 High-voltage switchgear and controlgear - Part 100: Alternating-current circuit-breakers
- IEC 62271-200 High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
- Heuck, K.; Dettmann, K.-D.; Schulz, D.: Elektrische Energieversorgung. Vieweg&Teubner Verlag, 2013; Hosemann (Hrsg): Energietechnik, Band 3: Netze. 30. Aufl. 2001, Springer-Verlag, Berlin
- Schossig, W.; Schossig, T.; Cichowski, R.: Netzschutztechnik. 2020, VDE-Verlag, Berlin, Offenbach
- ABB-Schaltanlagenhandbuch, Cornelsen Verlag Schwann-Girardet Düsseldorf

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

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

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

## Literatur

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



|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                    |                  |                              |                    |
| Selbstführung, Mitarbeiterführung und Teamführung        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                              |                  |                              |                    |
| Self-leadership, employee leadership and team leadership |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                     |                  |                              |                    |
| <b>Selbstführung, Mitarbeiterführung und Teamführung</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                              |                  |                              |                    |
| Self-leadership, employee leadership and team leadership |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                     |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Borchert, Margret  |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                                      | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                     | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  |                  |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                                   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                  |                  |                              |                    |
| Klausur  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>               |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wissenschaftstheoretische Grundlagen</li> <li>2. Motivation als Grundlage der Führung</li> <li>3. Selbstführung</li> <li>4. Mitarbeiterführung</li> <li>5. Teamführung</li> </ol>  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Nach erfolgreichem Beenden dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- relevante wissenschaftstheoretische Grundlagen der Selbstführung, Mitarbeiterführung und Teamführung zu beschreiben und zu erklären,</li> <li>- wissenschaftliche Ansätze, Theorien und empirische Studien zur Selbstführung, Mitarbeiterführung und Teamführung zu erläutern, zu analysieren, zu evaluieren und auf Basis der Erkenntnisse dieser theoretischen Ansätze und empirischen Studien Handlungsempfehlungen für die Managementpraxis abzuleiten.</li> </ul> |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>        |
|   |
| <b>Learning objectives / skills English</b> |
|   |

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

1. Furtner, Marco/Baldegger (2016): Self-Leadership und Führung: Theorien, Modelle und praktische Umsetzung, 2. Aufl., Wiesbaden: Springer Gabler.
2. Kirchgässner, Gebhard (2013): Homo oeconomicus. Das ökonomische Modell individuellen Verhaltens und seine Anwendung in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, 4. Aufl., Tübingen: Mohr Siebeck.
3. Northouse, Peter G. (2022): Leadership: Theory and Practice, 9. Aufl., London: Sage Publications Ltd.
4. Stock-Homburg, Ruth/Groß, Matthias (2019): Personalmanagement. Theorien-Konzepte-Instrumente, 4. Aufl., Wiesbaden: SpringerGabler.
5. Weibler, J. (2023): Personalführung, 4. Aufl., München: Vahlen.
6. Wolf, Joachim (2023): Organisation, Management, Unternehmensführung. Theorien, Praxisbeispiele und Kritik, 7. Aufl., Wiesbaden: Springer Gabler.
7. Ausgewählte internationale empirische Studien zur Selbstführung, Mitarbeiterführung und Teamführung

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Seminar Logistik in urbanen Systemen        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                 |                  |                              |                    |
| Seminar logistics in urban systems          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>        |                  |                              |                    |
| <b>Seminar Logistik in urbanen Systemen</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                 |                  |                              |                    |
| Seminar logistics in urban systems          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                        |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Noche, Bernd; Goudz, Alexander              |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                         | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | W/S              | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                        | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|   |                  |                              | 2                  |
| <b>Studienleistung</b>                      |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Hausarbeit, Präsentation                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Das Seminar konzentriert sich auf die besonderen logistischen Herausforderungen, die mit dem Waren- und Güterverkehr in städtischen Gebieten verbunden sind. Dabei werden die einzigartigen Merkmale von Stadtlogistik sowie innovative Lösungsansätze und Best Practices untersucht. Dazu gehören u.a. Strategien und Maßnahmen zur Förderung einer umweltfreundlichen und nachhaltigen Stadtlogistik. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden kennen den Aufbau von urbanen Systemen und können die einzelnen Funktionen der Stadt in ihrer Bedeutung benennen. Die Studierenden sind in der Lage, eine wissenschaftliche Seminararbeit zur urbanen Mobilität selbstständig zu erstellen und in einem angemessenen Rahmen zu präsentieren.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| This seminar focuses on the specific logistical challenges related to the movement of goods and freight in urban areas. Here, the unique characteristics of urban logistics as well as innovative solutions and best practices are analysed. It also includes strategies and actions to promote green and sustainable urban logistics. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| Students are familiar with the structure of urban systems and can name the individual functions of the city and their significance. Students are able to independently prepare and present a scientific seminar paper on urban mobility.   |

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

Bundesverband der Regionalbewegung e.V (2023). Mikrologistik im ländlichen Raum, Leitfaden für die Entwicklung und Optimierung regionaler Logistik-Konzepte.

Nieves, J. (2022). Smart Urban Logistics. Improving Delivery Services by Computational Intelligence. Springer Cham.

Kramarz, M.; Dohn, K.; Przybylska, E.; Jonek-Kowalska, I. (2022). Urban Logistics in a Digital World : Smart Cities and Innovation. Cham : Springer International Publishing Imprint: Palgrave Macmillan.

Preindl, R. (2022). Implementation of Urban Logistics Systems. Wiesbaden: Springer Gabler.

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Seminar Logistik und Digitalisierung        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                 |                  |                              |                    |
| Seminar Logistics and Digitisation          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>        |                  |                              |                    |
| <b>Seminar Logistik und Digitalisierung</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                 |                  |                              |                    |
| Seminar Logistics and Digitisation          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                        |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Noche, Bernd; Goudz, Alexander              |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                         | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | W/S              | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                        | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|   |                  |                              | 2                  |
| <b>Studienleistung</b>                      |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Hausarbeit, Präsentation                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Im Rahmen des Seminars werden die Rolle der digitalen Technologie in der modernen Logistik und deren Auswirkungen auf die Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit der Lieferkette untersucht. Zu den behandelten Themen gehören u. a. die Digitalisierung der Lieferketten, die Anwendung von Technologien wie z.B. Internet der Dinge (IoT), künstliche Intelligenz (KI), Big Data, Blockchain und Robotik, und die Rolle der Digitalisierung bei der Förderung von Nachhaltigkeit und Umweltschutz in der Logistik. Die ausgewählten Themen werden von den Studierenden in Form einer schriftlichen Ausarbeitung mit abschließender Ergebnispräsentation bearbeitet. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden sind in der Lage, sich in ein spezielles Thema aus dem Bereich der Digitalisierung in der Logistik einzuarbeiten, die in diesem Zusammenhang relevanten Methoden zu verstehen und anzuwenden, Schwerpunkte bei der Themenbearbeitung zu setzen, darauf aufbauend eigene Erkenntnisse zu gewinnen und logisch konsistent wiederzugeben.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The seminar examines the role of digital technology in modern logistics and its impact on the efficiency and competitiveness of the supply chain. Topics covered include the digitalisation of supply chains, the application of technologies such as the Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), Big Data, Blockchain and Robotics, and the role of digitalisation in promoting sustainability and environmental protection in logistics. The selected topics are worked on by the students in the form of a written paper with a final presentation of the results. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| Students become familiar with specific topics in the field of digitalisation in logistics, understand and apply the relevant methods in this field, define focal points in their topic work, gain their own insights on this basis and present them in a logically consistent manner.   |

## Literatur

- Goudz, A.; Sibel, E. (2021). Digitalisierung in der Corona-Krise: Auswahl und Einsatz Von Innovativen Technologien Für Die Logistik. Wiesbaden: Springer.
- Peter H. Voß (Hrsg.) (2023). Die Neuerfindung der Logistik. Wie sich die Logistikindustrie für das Zeitalter der Volatilität rüstet. Springer Gabler.
- Lang V. (2022). Digitale Kompetenz. Grundlagen der Künstlichen Intelligenz, Blockchain-Technologie, Quanten-Computing und deren Anwendungen für die Digitale Transformation. Springer Vieweg Berlin, Heidelberg.
- Rainsberger L. (2021). KI – die neue Intelligenz im Vertrieb. Tools, Einsatzmöglichkeiten und Potenziale von Artificial Intelligence. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Bitkom (2020). Klimaeffekte der Digitalisierung. Studie zur Abschätzung des Beitrags digitaler Technologien zum Klimaschutz.
- Straßer, T.; Axman, B. (2021). Analyse und Bewertung von KI-Anwendungen in der Logistik. Technische Hochschule Ingolstadt.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Seminar Produktionsmanagement              |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Seminar Production Management              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Seminar Produktionsmanagement</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Seminar Production Management              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Noche, Bernd; Goudz, Alexander             |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | W/S              | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  |                              | 2                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Hausarbeit, Präsentation                   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Im Rahmen der Veranstaltungen werden ausgewählte Problemstellungen aus dem Bereich des strategischen, taktischen und operativen Produktionsmanagements aufgegriffen. Es werden die grundlegenden Konzepte, Methoden und Werkzeuge behandelt, die für eine effektive Planung, Steuerung und Optimierung von Produktionsprozessen erforderlich sind. Die Studierenden erstellen jeweils eine schriftliche Ausarbeitung, präsentieren ihre Ergebnisse und beteiligen sich aktiv an der Diskussion der Fragestellungen ihrer Kommilitonen. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden kennen grundlegende Modellansätze aus dem Bereich des Produktionsmanagements, sie können Lösungsvorschläge zu produktionswirtschaftlichen Entscheidungssituationen entwickeln und bewerten und können Prozesse in Produktionsbetrieben analysieren.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| Selected problems from the field of strategic, tactical and operational production management are addressed in the course. The basic concepts, methods and tools required for effective planning, control and optimisation of production processes are covered. Students prepare a written paper, present their results and actively participate in the discussion of their fellow students' questions. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| Students are familiar with basic model approaches from the field of production management, they can develop and evaluate proposed solutions to production management decision-making situations and can analyse processes in production companies.  |

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

Burggräf, P.; Schuh, G. (2021). Fabrikplanung: Handbuch Produktion und Management. Springer Berlin / Heidelberg.  
Springer Berlin Heidelberg.  
Schuh G.; Zeller V.; Stich V. (2022). Digitalisierungs- und Informationsmanagement : Handbuch Produktion und Management 9.  
Lebefromm, U. (2018). Produktionsmanagement. Berlin ; Boston: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.  
Slack N.; Brandon-Jones A.; Burgess N. (2022). Operations Management. Harlow Pearson.



|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Seminar Wertschöpfungsmanagement           |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Seminar value creation management          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Seminar Wertschöpfungsmanagement</b>    |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Seminar value creation management          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Noche, Bernd; Goudz, Alexander             |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | W/S              | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  |                              | 2                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Hausarbeit, Präsentation                   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Im Rahmen der Veranstaltung werden ausgewählte Themen des Wertschöpfungsmanagements von den Studierenden im Rahmen einer Seminararbeit mit anschließender Präsentation der Ergebnisse bearbeitet. Das Themengebiet Wertschöpfungsmanagement umfasst Aspekte zur Optimierung unternehmensinterner und unternehmensübergreifender Wertschöpfungsketten, eine prozessorientierte Betrachtungsweise des gesamten Leistungserstellungsprozesses sowie Ansätze kontinuierlicher Prozessoptimierung wie bspw. Lean Management. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden können selbstständig Fragestellungen aus dem Bereich des Wertschöpfungsmanagements inklusive der damit zusammenhängenden Methoden bearbeiten, ihre Ergebnisse präsentieren und ihre gewonnenen Erkenntnisse kritisch diskutieren.  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| As part of the course, students will work on selected topics of value adding management as part of a seminar paper followed by a presentation of the results. The subject area of value adding management includes aspects of optimising internal and cross-company value chains, a process-oriented approach to the entire service creation process and approaches to continuous process optimisation such as Lean Management. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| Students are able to work independently on questions from the field of value creation management, including the associated methods, present their results and critically discuss their findings.  |

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

Hufnagl, Christine (2024): Wertschöpfungsmanagement. In Wertschöpfung und Digitalisierung, 2024, p.1-17. Germany: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.

Gorecki P.; Pautsch P. (2024). Praxisbuch Lean Management: der Weg zur operativen Excellence. München: Hanser.

Jahns, C.; Hartmann, E. (2023). Strategisches Wertschöpfungsmanagement. Berlin Verlag Wissenschaft & Praxis.

Per Anker, J. (2019). Value-Adding Management. In: Facilities Management Models, Methods and Tools. Routledge.

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

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

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

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

Structuring:

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

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

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

### **Literatur**

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

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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Thema dieser Veranstaltung ist die Anwendung der Flachwassertheorie für die Schiffshydrodynamik. Nach einer Einführung in die Grundgleichungen der Fluidodynamik und die allgemeine Formulierung der Schiffsumströmung in Flachwasser werden verschiedene Approximationen für die Flachwasserwellen einschließlich deren Anwendungen diskutiert. Schwerpunkt der Lehrveranstaltung ist jedoch die Vermittlung von bewährten theoretischen, numerischen und empirischen Methoden für Schiffswellen, Widerstand und Propulsion, dynamische Trimmlage sowie Interaktionswirkungen zwischen Schiffen und Schiff/Wasserstraße. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| 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.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| 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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>  |                  |                              |                    |
| Sicherheit und Risikoanalyse nachhaltiger und autonomer maritimer Systeme        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>  |                  |                              |                    |
| Safety and risk analysis of sustainable and autonomous maritime systems          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>   |                  |                              |                    |
| <b>Sicherheit und Risikoanalyse nachhaltiger und autonomer maritimer Systeme</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>  |                  |                              |                    |
| Safety and risk analysis of sustainable and autonomous maritime systems          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>   |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| el Moctar, Bettar Ould; Lantermann, Udo  |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>  |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                                       |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| 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. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| 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.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| 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.   |

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

|  |                  |                              |                      |
|--|------------------|------------------------------|----------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                                  |                  |                              |                      |
| Software-basierte Engineeringprozesse in der Automobilindustrie        |                  |                              |                      |
| <b>Module title English</b>  |                  |                              |                      |
| Software-based engineering processes in the automotive industry        |                  |                              |                      |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                                   |                  |                              |                      |
| <b>Software-basierte Engineeringprozesse in der Automobilindustrie</b> |                  |                              |                      |
| <b>Course title English</b>  |                  |                              |                      |
| Software-based engineering processes in the automotive industry        |                  |                              |                      |
| <b>Verantwortung</b>   |                  |                              | <b>Lehrereinheit</b> |
| Lobeck, Frank  |                  |                              | MB                   |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                      |
| 5  | SoSe             | D                            |                      |
| <b>SWS Vorlesung</b>   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b>   |
| 2  | 2                |                              |                      |
| <b>Studienleistung</b>   |                  |                              |                      |
|  |                  |                              |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>  |                  |                              |                      |
| Klausur  |                  |                              |                      |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                             |                  |                              |                      |
|  |                  |                              |                      |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Inhalt der Vorlesung ist der Produktentwicklungsprozess und die verschiedenen IT-Systeme, die zur Optimierung eingesetzt werden. Anhand der Prozessschritte Produktfindung, -gestaltung und -optimierung werden die Methoden und die damit verbundenen IT-Systeme behandelt. Grundlage dabei ist vor allem die Automobilindustrie und ihre den Produktentwicklungsprozess betreffenden Besonderheiten. Neben den technologischen Aspekten der behandelten IT-Systeme (CAD, CAE, PLM, ERP) werden die methodischen Gesichtspunkte vertieft behandelt. Hierbei werden die Effekte und mögliche Synergien in komplexen Netzwerken, wie sie im Kontext von „Cyber Physical Production Systems“ auftreten, ebenfalls diskutiert. Aktuelle Trends und Schwerpunkte dieses Fachgebietes, wie beispielsweise die Mixed Reality oder Digital Twins werden durch Praxisbeispiele in die Veranstaltung integriert. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studenten sind in der Lage, den Produktentwicklungsprozess zu verstehen und die Besonderheiten der Automobilindustrie und deren virtuellen Prozessabläufe zu erkennen. Sie können die verschiedenen IT-Systeme in Bezug zu den Unternehmenszielen einordnen und deren sinnvollen Einsatz planen und bewerten.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The lecture covers the product development process and the various IT systems used for optimization. The methods and associated IT systems are discussed based on the process steps of product discovery, design, and optimization. The primary focus is on the automotive industry and its specific characteristics related to the product development process. In addition to the technological aspects of the IT systems covered (CAD, CAE, PLM, ERP), the methodological aspects are examined in greater depth. The effects and potential synergies in complex networks, such as those found in the context of „Cyber-Physical Production Systems,“ are also discussed. Current trends and key topics in this field, such as Mixed Reality and Digital Twins, are integrated into the lecture through practical examples. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |



Students are able to understand the product development process and recognize the specific characteristics of the automotive industry and its virtual process workflows. They can relate the various IT systems to corporate objectives and plan and evaluate their appropriate use.

## Literatur

Literaturangaben sind dem Online-Foliensatz zu entnehmen

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

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| 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, Dünnschichtsolarezellen und kompletten Solarzellensystemen. Der erreichte Stand der Technik sowie technische und wirtschaftliche Potentiale der Solarthermie und Photovoltaik werden ebenfalls erörtert. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| 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.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |

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

### Literatur

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

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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Zur Modellierung (mathematische Beschreibung) eines dynamischen Systems werden vollständige Informationen über die Modellstruktur, die Zustandsgrößen und die Modellparameter benötigt. In dieser Vorlesung werden Methoden<br>- zur Zustandsschätzung<br>- zur Parameteridentifikation<br>- zur Systemidentifikation<br>behandelt. Ferner werden Methoden zur direkten Identifikation von Reglern und Beobachtern vorgestellt. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden sollen verschiedene Methoden zur Zustandsschätzung und Parameteridentifikation kennenlernen und diese in Form von Algorithmen umsetzen können.   |

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

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

The course consists of four thematic blocks.

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

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

In Block II, Parameter identification -

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

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

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

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

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

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

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

### Description / Content English

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

### Learning objectives / skills English

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

### Literatur

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

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>         |                  |                              |                    |
| Steuerung der Mitarbeiterproduktivität        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                   |                  |                              |                    |
| Improving Workforce Productivity              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>          |                  |                              |                    |
| <b>Steuerung der Mitarbeiterproduktivität</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                   |                  |                              |                    |
| Improving Workforce Productivity              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                          |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Borchert, Margret                             |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                           | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                          | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   |                  |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                        |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                       |                  |                              |                    |
| Klausur                                       |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>    |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wissenschaftstheoretische Grundlagen</li> <li>2. Begriffliche und konzeptionelle Grundlagen</li> <li>3. Grundlagen der Strukturgleichungsanalyse</li> <li>4. Motivierende Arbeitsgestaltung: Work Design Theory</li> <li>5. Health Care Management: Das Job Demands-Resources-Modell</li> <li>6. Produktivität internationaler Mitarbeiterereinsätze</li> </ol>   |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Nach erfolgreichem Beenden dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die wissenschaftstheoretischen, begrifflichen und konzeptionellen Grundlagen der Steuerung der Mitarbeiterproduktivität zu erläutern und hinsichtlich ihrer Relevanz für konkrete Problemstellungen zu analysieren,</li> <li>- ausgewählte multivariate Analyseverfahren zu beschreiben und zu erklären,</li> <li>- wissenschaftliche Ansätze und empirische Studien zur Steuerung der Mitarbeiterproduktivität zu erläutern, zu analysieren, zu evaluieren und auf Basis der Erkenntnisse dieser theoretischen Ansätze und empirischen Studien Handlungsempfehlungen für die Managementpraxis abzuleiten.</li> </ul> |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>        |
|   |
| <b>Learning objectives / skills English</b> |
|   |

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



1. Weiber, Rolf/Sahrstedt, Marco (2021): Strukturgleichungsmodellierung. Eine anwendungsorientierte Einführung in die Kausalanalyse mit Hilfe von AMOS, SmartPLS und SPSS, 3. Aufl., Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.
2. Kromrey, Helmut/Roose, Jochen/Strübing, Jörg (2016): Empirische Sozialforschung. Modelle und Methoden der standardisierten Datenerhebung und Datenauswertung mit Annotationen aus qualitativ-interpretativer Perspektive, 13. Aufl., Stuttgart: Lucius & Lucius.
3. Döring, Nicola/Bortz, Jürgen (2016): Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften, 5. Aufl. Wiesbaden: Springer.
4. Lasshof, Britta (2006): Produktivität von Dienstleistungen. Mitwirkung und Einfluss des Kunden, Wiesbaden: Gabler.
5. Dobni, Dawn (2004): A marketing-relevant framework for understanding service worker productivity, in: Journal of Services Marketing, 18 (4): 303-317.
6. Grönroos, Christian/Ojasalo, Katri (2015): Service productivity as mutual learning, In: International Journal of Quality and Service Sciences, 7(2/3): 296-311.
7. Ausgewählte internationale empirische Studien zur Steuerung der Mitarbeiterproduktivität.

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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| 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. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| 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.  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The development of success potentials in logistics is the subject of the lecture strategical logistics planning. Topics as supply chain management and controlling, such as the SCOR model, risk management in supply chains and the trends of green logistics and sustainability in logistics are considered. Location planning models and strategies for designing logistics networks are also part of the lecture. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| 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.  |

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

Kik, D. (2022). Zur Modellbasierten Entscheidungsunterstützung Von Unternehmen in Der Regionalen Standortplanung Und –Entwicklung. Springer.

Pfohl, H.-C. (2021). Strategische Logistikplanung. In Logistikmanagement, p.83-181. Springer Berlin / Heidelberg.

BVL (2023). Nachhaltigkeit in der Supply Chain. Wie neue Technologien zur Dekarbonisierung beitragen können.

Hamed Nozari (2024). Information logistics for organizational empowerment and effective supply chain management. Hershey, Pennsylvania : IGI Global.

Lai, Kin Keung (2019). Risk Management in Supply Chains. London Routledge.

Clausen, U.; Geiger, C. (2013). Verkehrs- und Transportlogistik, Springer-Verlag.

Wegner, U. (2017). Einführung in das Logistik-Management: Prozesse - Strukturen - Anwendungen, Springer.

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

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die Vorlesung 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. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| 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.  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| 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.   |

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

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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Strukturdynamik 2                          |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Vibration Analysis 2                       |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Strukturdynamik 2</b>                   |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Vibration Analysis 2                       |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Kecskemethy Nachfolge                      |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        |                  | <b>Turnus</b>                | <b>Sprache</b>     |
| 5  |                  | SoSe                         | D                  |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Inhalt der Vorlesung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Kontinuumsmechanik (Wiederholung)</li> <li>- Grundlagen der Elastizitätstheorie (Wiederholung)</li> <li>- Wellengleichung, D'Alembert-Lösung, Rayleigh-Wellen</li> <li>- Timoshenko-Balken</li> <li>- Plattentheorien nach Kirchhoff und Mindlin</li> <li>- Dynamik von Balken, Platten und Schalen</li> <li>- Einfluss von Dämpfung</li> <li>- Modale Analyse für dünnwandige Strukturen</li> <li>- Modale Reduktion</li> <li>- Schadensmechanismen mechanischer Strukturen</li> <li>- Grundlagen der Betriebsfestigkeit (Wöhlerlinien, Low and High Cycle Fatigue, Schädigungsakkumulation)</li> <li>- Einfluss von Mittelspannung und Kerbwirkungen</li> <li>- Betriebsfestigkeitsnachweis</li> <li>- Anwendung von Power-Spectral-Density (PSD)</li> <li>- Rainflow-Zählung und Markov-Ketten</li> </ul> <p>Inhalt der Übung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in FEM-Software</li> <li>- Modalanalyse einer einfachen Struktur (Balken, Platte) mit FEM</li> <li>- Lebensdauerberechnung eines Bauteils unter schwingender Belastung</li> <li>- Durchführung einer Rainflow-Zählung anhand von Messdaten</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |

- Verständnis für Anregungsmechanismen von mechanischen periodischen und aperiodischen Strukturschwingungen
- Verständnis und Anwendung von Methoden zur Bewertung der Betriebsfestigkeit von Strukturen
- Verständnis für die Diskretisierung kontinuierlicher mechanischer Systeme
- Anwendung der Finite-Elemente-Methode (FEM) und modaler Reduktionen
- Technische Beispiele

### Description / Content English

### Learning objectives / skills English

### Literatur

Gasch, R., Knothe, K. Liebich, R. (2021) Strukturtechnik Diskrete Systeme und Kontinua, Springer  
Schütz, W. (1996). Betriebsfestigkeit: Grundlagen und Anwendungen. Erschienen in Betriebsfeste Konstruktion und Berechnung von Schweißverbindungen

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                      |                  |                              |                    |
| Strukturfestigkeit nachhaltiger maritimer Systeme 2        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                |                  |                              |                    |
| Structural analysis of sustainable maritime systems 2      |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                       |                  |                              |                    |
| <b>Strukturfestigkeit nachhaltiger maritimer Systeme 2</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                |                  |                              |                    |
| Structural analysis of sustainable maritime systems 2      |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| el Moctar, Bettar Ould                                     |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                    |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung                             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                 |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Die Vorlesung vertieft Inhalte zur Betriebsfestigkeit, Traglast und Bruchmechanik. Verschiedene Methoden (Spannungskonzepte) zur Lebensdauerberechnung von Bauteilen werden behandelt und an Schiffen sowie meeres-technischen 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. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| 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.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| 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.   |

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



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

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Supply Chain Management                    |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Supply Chain Management                    |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Supply Chain Management</b>             |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Supply Chain Management                    |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Geldermann, Jutta                          |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Supply Chain Management bezeichnet die Gestaltung und das Management von lückenlosen, wertschöpfenden Prozessen über Unternehmensgrenzen hinweg, um die tatsächlichen Bedürfnisse der Endkunden zu erfüllen. In dieser Vorlesung werden quantitative Modelle und Methoden zur Planung und Optimierung von Wertschöpfungsketten und Unternehmensnetzwerken vorgestellt und auf praxisrelevante Fallbeispiele angewendet.</p> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unternehmensnetzwerke und Lieferketten</li> <li>- Verringerung des Bullwhip-Effekts durch koordinierte Informationsverarbeitung</li> <li>- Effizienzsteigerung der Supply Chain über Produkt- und Prozessdesign</li> <li>- Einbeziehung der Nachhaltigkeit in das Supply Chain Management</li> <li>- Planung unter Unsicherheit</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die Teilbereiche und Funktionen des Supply Chain Managements und können diese klassifizieren,</li> <li>- kennen die Ausgestaltungsformen von Supply Chains und das SCOR-Modell,</li> <li>- können die Ursachen des Bullwhip-Effekts und geeignete Gegenmaßnahmen identifizieren und analysieren,</li> <li>- können Maßnahmen zur Effizienzsteigerung im SCM über Produkt- und Prozessdesign analysieren,</li> <li>- können Planungsmethoden unter Unsicherheit anwenden und die Ergebnisse interpretieren.</li> </ul>  |

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

Supply Chain Management covers the design and management of interconnected, value-adding processes across company boundaries in order to meet the actual demands of the end customers. In this lecture, quantitative models and methods for planning and optimising supply chains and company networks are presented and applied to case studies of practical relevance.

Contents:

- Enterprise networks and supply chains
- Reduction of the bullwhip effect by means of coordinated information processing
- Increasing supply chain efficiency by means of product and process design
- Incorporating sustainability into supply chain management
- Planning under uncertainty

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

The students

- know the different aspects and functions of supply chain management and are able to classify them,
- know the organisation of supply chains and the SCOR model,
- can identify and analyse the causes of the bullwhip effect and suitable countermeasures,
- can analyse measures to increase efficiency in SCM via product and process design,
- can apply planning methods under uncertainty and interpret the results.

### **Literatur**

Vorlesungsskript: Supply Chain Management

Thonemann, U.: Operations Management. 3. Auflage, Pearson Studium 2015

Chopra, S.; Meindl, P.: Supply Chain Management – Strategie, Planung und Umsetzung, Pearson Prentice Hall 2014

Chopra, S.: Supply Chain Management, Global Edition., Pearson Prentice Hall 2019

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Systemtechnik                              |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| System Technologies                        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Systemtechnik</b>                       |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| System Technologies                        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Stöhr, Andreas; Schall-Giesecke, Anna Lena |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Mikrosystemtechnik ist eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Produkte mit mikrosystemtechnischen Komponenten erobern immer mehr Anwendungsbereiche im täglichen Leben und sind in ihren Potentialen hinsichtlich Funktionalität und Wirtschaftlichkeit aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Neue Anwendungsfelder werden erschlossen durch Skalierung der Strukturen in den Nanometer-Bereich. Die Vorlesung Mikro- und Nanosystemtechnik erlaubt einen Einblick in dieses spannende interdisziplinäre Gebiet mit seiner Vielfältigkeit und vermittelt dem angehenden Ingenieur das Grundwissen für einen späteren Einstieg in dieses Berufsumfeld.</p> <p>Folgende Themenbereiche werden von der Vorlesung behandelt:</p> <p>I. Mikrotechniken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bulkmikromechanik (isotropes und anisotropes nasschemisches Ätzen, Plasma-Tiefenätzen)</li> <li>- Oberflächenmikromechanik und andere Mikrotechniken (Opferätztechnik, Epi-Polysilizium, SOI, Sticking-Problematik, Vergleich unterschiedlicher Mikro- und Nanostrukturtechniken)</li> </ul> <p>II. Mikrosensoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermische Sensoren (Thermistoren, PT-Sensor, integrierte Temperatursensoren, Anemometrie, Luftmassensensor)</li> <li>- Mechanische Sensoren (piezoresistive und kapazitive Drucksensoren, Beschleunigungssensoren, Drehratensensoren)</li> <li>- Sensoren für Strahlung (CMOS-Bildsensor, CCD, IR-Sensor, Teilchendetektoren)</li> <li>- Magnetfeldsensoren (Spinning-current Hallplate, Magneto-resistivität)</li> <li>- Chemische und Biosensoren (Chemisch sensitive FETs, SAW-Sensoren, DNA-Chip)</li> <li>- Skalierung von Sensorstrukturen in den Nanometerbereich</li> </ul> <p>III. Mikroaktoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mikroaktoren (Wirkprinzipien, Mikrospiegel, Mikrostimulatoren)</li> <li>- Mikrofluidik (Mikroventile, Mikropumpen, implantierbares Medikamentendepot, Lab-on-a-Chip)</li> </ul> <p>IV. Systemtechniken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwurf, Simulation und Test (Entwurfsmethodik, Simulation, Test- und Prüfverfahren)</li> <li>- Integrationstechniken (monolithische und hybride Integration, Aufbau- und Verbindungstechnik und Gehäusetechnik für Mikro- und Nanosysteme)</li> </ul> <p>Inhalt der Übungen: Vertiefende praktische Aufgaben und Beispiele zum Stoff der Vorlesung</p> |

## Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden kennen die Prinzipien und Techniken der Mikro- und Nanosystemtechnik und ihre Einsatzmöglichkeiten/Beschränkungen,  
sie verstehen einzelne Mikrokomponenten und ihre Wirkprinzipien,  
sie verstehen die grundlegenden Systemtechniken und die komplexe wechselseitige Beeinflussung der Komponenten,  
sie haben System-Know-how zur Integration der Einzelteile in Design und Herstellung.

## Description / Content English

Micro system engineering is a key technology of the 21st century. Products with microsystem technology seize more and more application areas in daily life and we can't imagine life without them, because of their potential for functionality and economic viability. New application areas are opened up through the scaling of structures in the fields of nanometer. The lecture micro and nano system engineering provides an insight into this exciting interdisciplinary field with its diversity and conveys a basic knowledge to the prospective engineer for the later entry in this occupational field.

Following topics will be handled in this lecture:

I. Micro techniques:

- Bulk micromechanics (isotropic and anisotropic wet chemical etching, plasma-deep etching)
- Surface-micromechanics and other micro techniques (Epi-Polysilizium, SOI, Sticking-Problematik, comparison of different micro and nano structure techniques)

II. Micro sensors:

- Thermic sensors (thermistors, PT-sensors, integrated temperature sensors, anemometer, mass flow sensor)
- Mechanical sensors (piezoresistive and capacitive pressure sensors, accelerometers, angular rate sensors)
- Sensors for radiance (CMOS-imaging-sensor, CCD, IR-sensor, particle detector)
- Magnetic field sensor (spinning-current hallplate, magnetoresistivity)
- Chemical and bio sensors (chemical sensitive FETs, SAW-sensors, DNA-chip)

Scaling of sensor structures in nanometers

III. Mikroaktoren:

- Mikroaktoren (operating principle, micro mirrors, micro stimulation)
- Microfluidics (Micro vents, Micro pumps, implantable medicine depot, Lab-on-a-Chip)

IV. System techniques:

- Design, simulation and test methods (design methodology, simulation, Test- und test method)
- Integration technology (monolithic and hybride integration, Integrated circuit packaging and packaging technique for micro- und nanosystems)

Content in the exercises:

In-depth practical tasks and examples to the content of the lecture

## Learning objectives / skills English

The students know the principles and techniques of micro and nano system engineering and their possible applications / limitations, they understand particular micro components and their active principles, they understand the basic system techniques and the complex mutual impact of components, they have system-know-how for the integration of component parts in design and production.

## Literatur

- M. J. Madou: Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, ISBN: 0-8493-0826-7
- M. Gad-el-Hak: The MEMS Handbook, CRC Press, ISBN: 0-8493-0077-0
- W. Menz, J. Mohr: Mikrosystemtechnik für Ingenieure, VCH, ISBN: 3-527-29405-8
- U. Mescheder: Mikrosystemtechnik, B.G. Teuner, ISBN: 3-519-06256-9
- G. Gerlach, W. Dötzel: Grundlagen der Mikrosystemtechnik, Hanser, ISBN: 3-446-18395-7

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>             |                  |                              |                    |
| Systemtechnik und Systemoptimierung               |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                       |                  |                              |                    |
| Systems Engineering and Optimization              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>              |                  |                              |                    |
| <b>Systemtechnik und Systemoptimierung</b>        |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                       |                  |                              |                    |
| Systems Engineering and Optimization              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                              |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Noche, Bernd; Goudz, Alexander; Marrenbach, Frank |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                               | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                              | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                            |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                           |                  |                              |                    |
| Referat oder Mündliche Prüfung                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>        |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Themenschwerpunkte der Veranstaltung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung und Anwendung der Systemtechnik</li> <li>- Industrielle Problemstellungen und systemtechnischer Ansatz</li> <li>- Systemanalyse, Systemgestaltung, Arbeitsprinzipien</li> <li>- Systemmethodik des Technischen Managements</li> <li>- Anwendung der Systemmethodik</li> <li>- Planungs- und Problemlösungstechniken</li> <li>- Systemoptimierung, Unternehmensoptimierung</li> <li>- Entscheidungsfindung im technischen Planungsprozess</li> <li>- Ausgewählte Verfahren des Operations Research</li> <li>- Lernende Organisation und Logistik-Lernstatt</li> <li>- Einfluss auf die Fabrik- und Betriebsorganisation</li> <li>- Fallstudien.</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden erhalten interdisziplinäre Fähigkeiten und Kenntnisse. Sie sind in der Lage, das Systemdenken und den Systemansatz im industriellen Umfeld zu verstehen, die fachlichen Grundlagen zu beherrschen, Systeme zu analysieren und zu optimieren, Methoden und Techniken auszuwählen, anzuwenden und anzupassen, in Teamarbeit eine wissenschaftliche Dokumentation zu erstellen und die Ergebnisse zu präsentieren und kritisch zu diskutieren.</p>  |

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

Main topics of the lecture are:

- Systems Engineering Application and Development
- Problems in Industry and Systems Engineering Approach
- Systems Analysis, Systems Design, Operation Principles
- System Methodology of Technical Management
- System Methodology Application
- Problem Solving and Planning Techniques
- System Optimization, Enterprise Optimization
- Decision Making in the Technical Planning Process
- Selected Methods of Operations Research
- Learning Organization and Logistics Learning Centre
- Relation to Plant Organization
- Case Studies

### Learning objectives / skills English

The students will gain interdisciplinary knowledge and skills. They are able to understand the systems engineering approach and its application in industrial content, to understand the fundamental principles, to analyze and optimize systems, to select, to apply and modify the methods and techniques, to work in teams to prepare a scientific documentation, to give a successful presentation and discuss the solutions.

### Literatur

Furterer, S. (2021): Systems Engineering.

David D. Walden, ESEP, Garry J. Roedler, ESEP, Kevin J. Forsberg, ESEP, R. Douglas Hamelin, Thomas M. Shortell (2023).

Systems engineering handbook : a guide for system life cycle processes and activities. 5th ed. Hoboken, N.J. : Wiley.

Huang, C.-Y., Dekkers R., Chiu S.F., Popescu D., Quezada L. (2023). Logistics Engineering and Management. In: Intelligent and Transformative Production in Pandemic Times. Switzerland: Springer International Publishing AG.

Ma, Yongsheng (2023). Advanced Theory and Applications of Engineering Systems Under the Framework of Industry 4.0: Proceedings of 2022 International Conference on Intelligent Systems Design and Engineering Applications. Springer Nature Singapore.

Bruns, M. (2013). Systemtechnik: Ingenieurwissenschaftliche Methodik zur interdisziplinären Systementwicklung. Springer.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>              |                  |                              |                    |
| Systemzuverlässigkeit und Notlaufstrategien        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                        |                  |                              |                    |
| System reliability and limp-home strategies        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>               |                  |                              |                    |
| <b>Systemzuverlässigkeit und Notlaufstrategien</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                        |                  |                              |                    |
| System reliability and limp-home strategies        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                               |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Söffker, Dirk                                      |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                               | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                             |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                            |                  |                              |                    |
| Klausur  |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>         |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mathematische Grundlagen der Statistik</li> <li>- Systemzuverlässigkeit</li> <li>- Notlaufkonzepte</li> <li>- Anwendungen</li> </ul> <p>Zur Veranschaulichung der Lehrinhalte werden Übungen durchgeführt.<br/>Die Veranstaltung wird durch den Lehrbeauftragten Bodenröder, DLR Braunschweig durchgeführt.</p>   |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Studierende erlernen die Grundlagen der Zuverlässigkeitstechnik einschließlich der notwendigen statistischen Grundlagen. Aufbauend auf diesen Methoden lernen die Studierenden den Entwurf von Maßnahmen zum Umgang mit ausfallenden Komponenten und Systemen bzw. den robusten Entwurf ausfallarmer bzw. -sicherer Systeme (Notlaufkonzepte) konzeptionell kennen. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die erlernten Methoden an Beispielen der industriellen Praxis wiederzuerkennen sowie in neuen Kontexten einzubringen.</p> |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mathematical Foundations of Statistics</li> <li>- System reliability</li> <li>- Fail-safe operation</li> <li>- Applications</li> </ul> <p>Exercises are executed to illustrate the contents of the course.<br/>The course will be held by the lecturer Bodenröder, DLR Braunschweig.</p> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |



Students learn the fundamentals of reliability engineering, including the necessary statistical foundations. Based on these methods, the students learn conceptually how to design methods for dealing with failing components and systems or how to design robust low-loss or safe systems (Fail-safe operation). The students will be able to recognize the learned methods using examples of industrial practice and to integrate them in new contexts.

## Literatur

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

Echtle, K.: Fehlertoleranzverfahren

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

Meyna, A.; Pauli, B.: Taschenbuch der Zuverlässigkeits- und Sicherheitstechnik, Hanser, 2002

Montenegro, S.: Sichere und fehlertolerante Steuerungen, Fachbuchverlag, 1999

Rakowsky, U.K.: System-Zuverlässigkeit, LiLoLe, Hagen, 2002

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

|  |                  |                              |                      |
|--|------------------|------------------------------|----------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                      |
| Technische Schadenskunde                   |                  |                              |                      |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                      |
| Failure Analysis                           |                  |                              |                      |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                      |
| Technische Schadenskunde                   |                  |                              |                      |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                      |
| Failure Analysis                           |                  |                              |                      |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrereinheit</b> |
| Hanke, Stefanie                            |                  |                              | MB                   |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                      |
| 5  | WiSe             | D                            |                      |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b>   |
| 2  | 1                |                              |                      |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                      |
| Hausarbeit, Präsentation                   |                  |                              |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                      |
| Klausur                                    |                  |                              |                      |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                      |
|  |                  |                              |                      |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Die Lehrveranstaltung befasst sich mit modernen Strategien zur Schadensanalytik. Dabei werden die Schädigungsmechanismen von mechanisch, chemisch und thermisch bedingten Schäden vorgestellt und deren direkte Zuordnung anhand von Schädigungserscheinungsformen erläutert. Die Vorgehensweise stützt sich dabei auf übliche optische, physikalische und chemische Analysemethoden, sowie analytische Berechnungen. Nach Bestimmung der Schadensmechanismen und der Schadensfolge werden mögliche Wege zur Schadensabhilfe (Sofortmaßnahmen) und grundsätzlichen Vermeidung (Gegenmaßnahmen) vor dem Hintergrund realer Schäden aufgezeigt. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Veranstaltung hat das Ziel, die grundlegenden Kenntnisse über die mechanischen und chemischen Beanspruchungen sowie Schädigungsmechanismen zu vermitteln. Die Studierenden werden in der Lage sein, anhand von beobachteten und gemessenen Größen und mit Hilfe zusätzlicher verfügbarer Informationen den möglichen Schadensablauf zu erklären und Maßnahmen zur Vermeidung zu ergreifen. Sie werden fachgerechte Berichte zur technischen Schadensanalyse verfassen können.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The course deals with modern strategies for failure analysis. The damage mechanisms of mechanically, chemically and thermally induced damage are presented and their classification is explained on the basis of observable damage features. The approach is based on standard optical, physical and chemical analysis methods as well as analytical calculations. After determining the damage mechanisms and the sequence of damage, possible ways of remedying damage (immediate measures) and basic prevention (countermeasures) are shown against the background of real damaged components. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |

The aim of the course is to impart basic knowledge of mechanical and chemical stresses and damage mechanisms. Students will be able to explain the possible damage process and take measures to prevent it on the basis of observed and measured variables and with the help of additional available information. They will be able to write professional reports on technical failure analysis.

## Literatur

|  |                  |                              |                      |
|--|------------------|------------------------------|----------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                      |
| Terahertz Technology                       |                  |                              |                      |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                      |
| Terahertz Technology                       |                  |                              |                      |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                      |
| Terahertz Technology                       |                  |                              |                      |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                      |
| Terahertz Technology                       |                  |                              |                      |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrereinheit</b> |
| Balzer, Jan                                |                  |                              | ET                   |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                      |
| 5  | WiSe             | E                            |                      |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b>   |
| 2  |                  | 1                            | 1                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                      |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                      |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                      |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                      |
|  |                  |                              |                      |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Elektromagnetische Strahlung mit einer Frequenz zwischen 0.3 THz und 10 THz wird häufig als „THz-Strahlung“ bezeichnet. Die THz-Strahlung ist im elektromagnetischen Spektrum zwischen Mikrowellen- und Infrarotstrahlung angesiedelt und Gegenstand aktueller Forschung. Der Spektralbereich wird gelegentlich auch als „THz-Lücke“ bezeichnet, da die Frequenzen nur schwer mit rein elektrischen Verfahren zu erreichen sind (Frequenzen zu hoch) und klassische optische Verfahren ebenfalls an ihre Grenzen stoßen (notwendige Bandlückenenergie zu klein). Trotz dieser Herausforderung konnten bereits viele Anwendungen wie Datenübertragung, zerstörungsfreie Materialuntersuchungen und Grundlagenforschung identifiziert werden.</p> <p>Die Vorlesung wird folgende Bereiche abdecken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentale Wechselwirkung von THz-Strahlung mit Materie</li> <li>- Erzeugung und Detektion von breitbandigen THz-Pulsen</li> <li>- Dauerstrich THz-Quellen und Detektoren</li> <li>- THz-Optiken</li> <li>- THz-Zeitbereichsspektroskopie</li> <li>- Ausgewählte Anwendungen von THz-Strahlung</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studenten erlernen Grundlagen zur Erzeugung und Detektion von elektromagnetischer Strahlung im Frequenzbereich zwischen 0,3 THz und 10 THz. Des Weiteren werden zukünftige Anwendungen diskutiert. Beispiele sind hier zerstörungsfreie Materialprüfung, Datenübertragung und Beispiele aus der Grundlagenforschung. Während des integrierten „Journal Clubs“ diskutieren die Studenten aktuelle Forschungsergebnisse aus dem Bereich der THz-Technologie.</p>   |

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

Electromagnetic radiation with a frequency between 0.3 THz and 10 THz is often referred as „THz radiation“. THz radiation is located between microwave radiation and far infrared radiation and is rather unexplored. It is often called „THz Gap“ since the frequencies are difficult to realize with optic approaches (necessary energy band gap too small) and electric approaches (frequency too high). However, many applications ranging from communications over non-destructive testing to fundamental research have been identified in this frequency range.

The lecture will cover the following topics:

- Basics of terahertz interaction with matter
- Generation and detection of broadband terahertz pulses
- Continuous wave terahertz sources and detectors
- Terahertz optics
- Terahertz time-domain spectroscopy
- Selected applications of terahertz radiation

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

The students get insight into the generation and detection of electromagnetic radiation in the frequency range between 0.3 THz and 10 THz. Further, future applications will be discussed. Examples are here non-destructive testing, communications, and fundamental research. During the included journal club, the students will learn how to find, read and discuss the latest literature about THz technology.

### **Literatur**

Xu, Jingzhou, Zhang, X.-C. „Introduction to THz Wave Photonics“, Springer, 2010

Lee, Yun-Shik „Principles of Terahertz Science and Technology“, Springer, 2009

Bründermann, Erik, Hübers, Heinz-Wilhelm, Kimmitt, Maurice FitzGerald „Terahertz Technologies“, Springer, 2012

|  |                  |                              |                      |
|--|------------------|------------------------------|----------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                      |
| Testing of Metallic Materials              |                  |                              |                      |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                      |
| Testing of Metallic Materials              |                  |                              |                      |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                      |
| <b>Testing of Metallic Materials</b>       |                  |                              |                      |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                      |
| Testing of Metallic Materials              |                  |                              |                      |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrereinheit</b> |
| Deike, Rüdiger; Overhagen, Christian       |                  |                              | MB                   |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                      |
| 5  | WiSe             | E                            |                      |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b>   |
| 2  | 1                | 1                            |                      |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                      |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                      |
| Klausur                                    |                  |                              |                      |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                      |
|  |                  |                              |                      |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Inhalt dieses Moduls sind die Verfahren und Methoden zur Prüfung metallischer Werkstoffe. Ausgehend vom kristallinen Aufbau metallischer Werkstoffe und den Ursachen metallischer Plastizität werden die Grundversuche zur Bestimmung der Festigkeit und Zähigkeit bei statischer und dynamischer Belastung behandelt.</p> <p>Besonderes Augenmerk wird auf die Bestimmung von Werkstoffparametern für umformtechnische Berechnungen und Simulationen gelegt. Daher ist die Aufnahme und mathematische Beschreibung von Warm- und Kaltfließkurven ein wichtiger Inhalt der Vorlesung. Daneben werden folgende mechanische Werkstoffprüfversuche behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zugversuch</li> <li>Stauchversuch</li> <li>Biegeversuch</li> <li>Torsionsversuch</li> <li>Flachzugversuch und Prüfung von Blechwerkstoffen</li> </ul> <p>Außerdem werden in der Vorlesung die mechanischen Eigenschaften von gekerbten Bauteilen behandelt.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden wissen, das geeignete Testverfahren zur Ermittlung eines Werkstoffkennwerts auszuwählen, bzw. die Ergebnisse der verschiedenen Prüfverfahren hinsichtlich ihrer Aussagekraft zu beurteilen.</p> <p>Die Studierenden kennen die Grenzen der Anwendbarkeit der verschiedenen Prüfverfahren für verschiedene Werkstoffe und können die Fehlermöglichkeiten richtig einschätzen.</p>   |

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

The content of this module focuses on the procedures and methods used to test metallic materials. Based on the crystalline construction of metallic materials and the causes of metallic plasticity, fundamental attempts to determine the stability and tenacity in static and dynamic loads will be outlined.

Special attention is paid to the determination of material parameters for forming calculations and simulations. Therefore, the recording and mathematical description of hot and cold flow curves is an important content of the lecture. In addition, the following mechanical materials testing tests are covered:

Tensile test

Compression test

Bending test

Torsion test

Flat tensile test and testing of sheet materials

The lecture also covers the mechanical properties of notched components.

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

The student knows the destructive and non-destructive tests for metallic materials and their results for strength and toughness for metallic materials.

### **Literatur**

Schmidt, Werner M; Dietrich, Hermann; Praxis der mechanischen Werkstoffprüfung; Expert Verlag, Esslingen, 1999, Band 585; ISBN 3-8169-1612-0

Pöhlandt, K.; Werkstoffprüfung für die Umformtechnik; Springer Verlag, Berlin, 1986; ISBN 3-540-16722-6

Blumenauer, Horst; Werkstoffprüfung; Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Stuttgart, 1994; ISBN 3-342-00547-5

Weiler, Wolfgang W.; Härteprüfung an Metallen und Kunststoffen; Expert Verlag, Esslingen, 1998, Band 155; ISBN 3-8169-0552-8

Steeb, Siegfried; Zerstörungsfreie Werkstück- und Werkstoffprüfung; Expert Verlag, Esslingen, 1993, Band 243; ISBN 3-8169-0964-7

Bergmann, Wolfgang; Werkstofftechnik 2 – Werkstoffherstellung – Werkstoffverarbeitung – Werkstoffanwendung; Hanser Verlag, München, 2002; ISBN 3-446-21639-1

Shackelford, James F.; Werkstofftechnologie für Ingenieure; Pearson Studium Verlag, München, 2005; ISBN 3-8273-7159-7

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Theoretische Elektrotechnik 1              |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Electromagnetic Field Theory 1             |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Theoretische Elektrotechnik 1              |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Electromagnetic Field Theory 1             |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Erni, Daniel                               |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>       |                  |                              |                    |



„Theoretische Elektrotechnik“ ist eine Veranstaltung, welche das physikalische Verständnis von elektromagnetischen Feldern vertiefen soll. Sie bildet zudem eine Schlüsselqualifikation für andere Bereiche der Elektrotechnik. In der Energietechnik sind es beispielsweise die Gebiete der Hochspannungstechnik, elektrische Maschinen und im Allgemeinen die der Energieversorgung. Die Vorlesung Theoretische Elektrotechnik stellt in ihrer Gesamtheit aber auch eine Erweiterung des Lehrinhaltes in Richtung der klassischen Elektrodynamik dar, welche wiederum eine Brückenfunktion erfüllt, z.B. für das Gebiet der Hochfrequenztechnik, der Halbleiterelektronik und für die modernen Themenstellungen aus der Nanophotonik und Nanooptik.

Die Veranstaltung „Theoretische Elektrotechnik 1“ umfasst die folgenden Themenstellungen:

(1) Elektrostatik:

- Das elektrische Feld: Feldstärke und Flussdichte
- Die Grundgleichungen der Elektrostatik (Satz von Gauss, Wirbelfreiheit)
- Das elektrostatische Potenzial
- Kapazitätsberechnungen
- Einfluss des Materials
- Grenzbedingungen
- Energie und Kräfte
- Das elektrostatische Randwertproblem
- Analytische, grafische, semi-analytische, direkte und iterative numerische Lösungsverfahren

(2) Das stationäre elektrische Strömungsfeld:

- Strom und Stromdichte
- Die Grundgleichungen des stationären Strömungsfeldes (Kontinuitätsgleichung, Gesetz von Ohm)
- Grenzbedingungen
- Leistungsdichte
- Widerstandsberechnungen
- Das Randwertproblem des stationären Strömungsfeldes
- Dualität zur Elektrostatik

Im Verlauf der Vorlesung werden auch die wichtigsten Elemente der Vektorrechnung, der Vektoranalysis, der Koordinatensysteme und der Tensorrechnung erarbeitet.

### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage,

- Randwertprobleme aus der Elektrostatik selbstständig zu lösen,
- Randwertprobleme des stationären Strömungsfeldes selbstständig zu lösen,
- hierzu analytische oder numerische Berechnungsverfahren einzusetzen,
- das Verhalten der elektrischer Felder für den Entwurf zukünftiger Bauteile richtig einzuschätzen,
- stationäre Strömungsfelder in Leitern zu verstehen und deren Verhalten quantitativ zu bewerten,
- die Vektorrechnung und die Vektoranalysis im gegebenen Kontext formal korrekt einzusetzen.

### Description / Content English

The course „Theoretische Elektrotechnik“ is aimed towards a profound physical understanding of electromagnetic fields. It represents a key qualification in order to bridge the gap to other realms of electrical engineering, such as high-voltage engineering, electrical engines, and energy transmission. The course as a whole represents an extension towards classical electrodynamics, addressing areas like microwave engineering, solid state electronics, and advanced issues in the framework of nanosciences, such as nanophotonics and nanooptics.

The lecture „Theoretische Elektrotechnik 1“ encompasses the following topics:

(1) Electrostatics:

- Electric field and electric flux density
- The fundamental equations (Gauss law, conservative fields)
- The electrostatic potential
- The general theory of capacitance
- Electrostatic field in material media
- Boundary conditions
- Energy and forces
- The electrostatic boundary value problem
- Analytical, graphical, semi-analytical, direct, and iterative numerical solution methods

(2) Stationary electric fields in conducting media:

- Current and current density
- The fundamental equations (continuity equation, Ohm's law)
- Boundary conditions
- Power density
- Calculation of the resistance
- The stationary boundary value problem
- Duality to electrostatics

The course also covers the fundamentals of vector calculus, vector analysis, coordinate systems, and some elements of tensor calculus.

### Learning objectives / skills English

Based on this course, the students are capable of

- solving an electrostatic boundary problem while using either analytical or numerical methodologies,
- correctly evaluating the behavior of electrostatic field according to their appearance in technical building blocks and systems,
- understanding the underlying mechanisms of stationary current , and to provide quantitative measures for their behavior,
- mastering vector calculus, vector analysis, and to correctly apply these formalisms in the corresponding context of application.

### Literatur

- Pascal Leuchtman, Einführung in die elektromagnetische Feldtheorie. München: Pearson Studium, 2005.
- Ingo Wolff, Maxwellsche Theorie - Grundlagen und Anwendung. Band 1: Elektrostatik. Aachen: Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, 2005.
- Ingo Wolff, Maxwellsche Theorie - Grundlagen und Anwendung. Band 2: Strömungsfelder, Magnetfelder, Wellenfelder. Aachen: Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, 2007.
- David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, (3rd. ed). San Francisco: Pearson, 2008.
- David J. Griffiths, Elektrodynamik - Eine Einführung, (3. Aufl.). München: Pearson Studium, 2011.
- Günther Lehner, Elektromagnetische Feldtheorie – für Ingenieure und Physiker. Berlin: Springer Verlag, 2006.
- Heino Henke, Elektromagnetische Felder – Theorie und Anwendungen, (3. Aufl.). Berlin: Springer Verlag, 2007.
- Julius Adams Stratton, Electromagnetic Theory. Hoboken: John Wiley & Sons / IEEE Press, 2007.
- Melvin Schwartz, Principles of Electrodynamics. New York: Dover Publications Inc., 1988.
- Gottlieb Strassacker, Rotation, Divergenz und Gradient - Leicht verständliche Einführung in die Elektromagnetische Feldtheorie. Wiesbaden: Teubner Verlag, 2006.
- Andrew Zangwill, Modern Electrodynamics. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Theoretische Elektrotechnik 2              |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Electromagnetic Field Theory 2             |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Theoretische Elektrotechnik 2              |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Electromagnetic Field Theory 2             |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Erni, Daniel                               |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 6  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>       |                  |                              |                    |

„Theoretische Elektrotechnik“ ist eine Veranstaltung, welche das physikalische Verständnis von elektromagnetischen Feldern vertiefen soll. Sie bildet zudem eine Schlüsselqualifikation für andere Bereiche der Elektrotechnik. In der Energietechnik sind es beispielsweise die Gebiete der Hochspannungstechnik, elektrische Maschinen und im Allgemeinen die der Energieversorgung. Die Vorlesung Theoretische Elektrotechnik stellt in ihrer Gesamtheit aber auch eine Erweiterung des Lehrinhaltes in Richtung der klassischen Elektrodynamik dar, welche wiederum eine Brückenfunktion erfüllt, z.B. für das Gebiet der Hochfrequenztechnik, der Nachrichtenübertragung, der Halbleiterelektronik und für die modernen Themenstellungen aus der Nanophotonik und Nanooptik.

In der Veranstaltung „Theoretische Elektrotechnik 2“ werden die folgenden Themenstellungen behandelt:

(1) Magnetostatik:

- Das magnetische Feld: Feldstärke und Flussdichte
- Die Grundgleichungen der Magnetostatik (Biot-Savartsches Gesetz, Durchflutungsgesetz)
- Magnetische Potenziale
- Einfluss des Materials
- Grenzbedingungen
- Der magnetische Fluss

(2) Quasistationäre Felder:

- Wirkung zeitveränderlicher Felder (Induktionsgesetz)
- Die Induktivität
- Energie und Kräfte
- Der Verschiebungsstrom
- Grundgleichungen elektromagnetischer Felder (Maxwell-Gleichungen)

(3) Die elektromagnetische Felddiffusion:

- Zeitharmonische Felder
- Elektro-Quasistatik und Magneto-Quasistatik
- Die Diffusionsgleichung
- Skin-Effekt, Abschirmung, Stromverdrängung und Wirbelströme.

(4) Schnellveränderliche Felder:

- Elektromagnetische Wellenfelder
- Energie und Impulserhaltung (Poyntingscher Satz, elektromagnetischer Spannungstensor)
- Elektromagnetische Strahlungsquellen
- Retardierte Potenziale
- Ebene Wellen
- Wellenleitermoden und Strahlungsmoden
- Polarisierung und Dispersion

### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage,

- elektromagnetische Felder in ihrer Integral- bzw. Differenzialform anzugeben,
- magnetische Systeme durch magnetische Ladungen und magnetische Ströme zu modellieren,
- eine elektromagnetische Abschirmung zu konzipieren,
- Felder mit harmonischer Zeitabhängigkeit zu verstehen und anzuwenden,
- Strahlungsfelder mathematisch physikalisch korrekt zu formulieren,
- Das raum-zeitliche Verhalten von Strahlungsfeldern in Bauelementen und Systemen richtig einzuschätzen,
- unterschiedliche Wellenleiterstrukturen nach deren Zwecksetzung zu bewerten.

### Description / Content English

The course „Theoretische Elektrotechnik“ is aimed towards a profound physical understanding of electromagnetic fields. It represents a key qualification in order to bridge the gap to other realms of electrical engineering, such as e.g. high-voltage engineering, electrical engines, and energy transmission. The course as a whole represents an extension towards classical electrodynamics addressing areas like microwave engineering, communication systems, solid state electronics and advanced issues in the framework of nanosciences, such as e.g. nanophotonics and nanooptics.

The lecture „Theoretische Elektrotechnik 2“ addresses the following topics:

(1) Magnetostatics:

- Magnetic field and magnetic flux density
- The fundamental equations (Biot-Savart law, Ampere's law)
- Magnetic potentials
- Magnetic fields in material media
- Boundary conditions
- Magnetic flux

(2) Slowly-varying fields:

- Electromagnetic induction (Faraday's law)
- The inductance
- Energy and forces
- The displacement current
- Fundamental laws of electromagnetic fields (Maxwell's equations)

(3) Electromagnetic field diffusion:

- Timeharmonic fields
- Electro-quasistatics and Magneto-quasistatics
- Diffusion equation
- Skin effect, shielding, current displacement, and eddy currents.

(4) Electrodynamic fields:

- Electromagnetic radiation
- Energy and momentum conservation (Poynting theorem, electromagnetic stress tensor)
- Radiation sources
- Retarded potentials
- Plane waves
- Waveguide modes and radiation modes
- Polarization and dispersion

### Learning objectives / skills English

Based on this course, the students are able

- to express electromagnetic fields in both their differential and their integral representation,
- to model magnetostatic systems based on magnetic currents and magnetic charges,
- to design electromagnetic shielding applications,
- to understand time harmonic fields and to apply this concept in the corresponding technical context,
- to provide mathematical formulations for radiation fields,
- to correctly evaluate spatio-temporal behavior of radiation fields within building blocks and systems,
- to validate different waveguide structures according to the intended application.

### Literatur

- Pascal Leuchtmann, Einführung in die elektromagnetische Feldtheorie, München: Pearson Studium, 2005.
- Ingo Wolff, Maxwell'sche Theorie - Grundlagen und Anwendung. Band 1: Elektrostatik, Aachen: Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, 2005.
- Ingo Wolff, Maxwell'sche Theorie - Grundlagen und Anwendung. Band 2: Strömungsfelder, Magnetfelder, Wellenfelder, Aachen: Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, 2007.
- David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, (3rd. ed), San Francisco: Pearson, 2008.
- David J. Griffiths, Elektrodynamik - Eine Einführung, (3. Aufl.), München: Pearson Studium, 2011.
- Günther Lehner, Elektromagnetische Feldtheorie – für Ingenieure und Physiker, Berlin: Springer Verlag, 2006.
- Heino Henke, Elektromagnetische Felder – Theorie und Anwendungen, (3. Aufl.), Berlin: Springer Verlag, 2007.
- Julius Adams Stratton, Electromagnetic Theory, Hoboken: John Wiley & Sons / IEEE Press, 2007.
- Melvin Schwartz, Principles of Electrodynamics, New York: Dover Publications Inc., 1988.
- Gottlieb Strassacker, Rotation, Divergenz und Gradient - Leicht verständliche Einführung in die Elektromagnetische Feldtheorie, Wiesbaden: Teubner Verlag, 2006.
- Andrew Zangwill, Modern Electrodynamics, Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Theorie statistischer Signale              |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Theory of Statistical Signals              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Theorie statistischer Signale</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Theory of Statistical Signals              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Czylwik, Andreas                           |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Nach einer Einführung in den Begriff der Wahrscheinlichkeit werden Zufallsvariablen ausführlich behandelt. Hierzu gehören die verschiedenen Beschreibungsmöglichkeiten durch Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion, Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktion sowie charakteristische Funktion. Weiterhin werden die Eigenschaften von Funktionen von Zufallsvariablen besprochen.</p> <p>Den Schwerpunkt der Vorlesung bilden Zufallsprozesse, die als eine Erweiterung von Zufallsvariablen um die Dimension der Zeit eingeführt werden. Insbesondere werden Momente zweiter Ordnung wie die Autokorrelationsfunktion, die Kreuzkorrelationsfunktion sowie die entsprechenden Leistungsdichtespektren behandelt. Es werden spezielle Zufallsprozesse mit großer praktischer Bedeutung wie Gauß-, Poisson- und Schrotrauschprozesse besprochen. Abschließend werden Anwendungen wie optimale Filter und Modulation diskutiert. In den Übungen werden die Inhalte der Veranstaltung vertieft.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Sehr viele Vorgänge (aus der Physik, Technik, Wirtschaft, Biologie ...) lassen sich nicht einfach durch deterministische Zusammenhänge beschreiben, sondern benötigen statistische Ansätze. Hierzu sind Absolventen in der Lage, die Konzepte von Zufallsvariablen und Zufallsprozessen in praktischen Problemstellungen einzusetzen.</p>  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| <p>After a sound introduction in the notion of probability, stochastic variables will be discussed in detail. To that belong the different description possibilities through probability density function, probability distribution function and characteristic function. Beyond that, the properties of functions from stochastic variables will be handled.</p> <p>Stochastic processes which are extended from stochastic variables in time dimension will be emphasized on.</p> <p>Second-order moments such as the autocorrelation function, the cross correlation function as well as the corresponding power spectral density will be particularly discussed.</p> <p>Special stochastic processes of great practical importance such as the Gauss's and Poisson's processes will be handled.</p> <p>In conclusion, applications like optimal filters and modulation will be discussed. The contents will be deepened in exercises.</p> |

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

A lot of processes (from physics, economics, biology, technology ...) cannot be described only with deterministic relationships, but need statistical methods.

Students who have completed this course should be able to apply the concepts from stochastic variables and stochastic processes in practical problems.

### **Literatur**

A. Papoulis: Probability, random variables and stochastic processes, McGraw-Hill, 2. Aufl. 1984

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                       |                  |                              |                    |
| Thermische Systeme: Analyse, Modellierung und Design        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                 |                  |                              |                    |
| Thermal Systems: Analysis, Modeling and Design              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                        |                  |                              |                    |
| <b>Thermische Systeme: Analyse, Modellierung und Design</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                 |                  |                              |                    |
| Thermal Systems: Analysis, Modeling and Design              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Atakan, Burak   |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 1   | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                                      |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                     |                  |                              |                    |
| Hausarbeiten 70%, Mündliche Prüfung 30%                     |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Die Veranstaltung bespricht anhand exemplarischer Beispiele (u.a. Wärmeübertragernetzwerk, Wärmespeicher, thermische Behandlung von Werkstoffen) die Analyse thermischer Systeme im Hinblick auf die erzeugte Entropie bzw. den Exergieverlust im Hinblick auf erforderliche Randbedingungen. Die Modellbildung solcher Systeme wird beginnend mit der stationären Modellierung über die instationäre bis hin zur eindimensional-instationären Modellierung im Hinblick auf die Parameteranalyse, Sensitivität auf verschiedene Parameter, bis hin zum akzeptablen Design besprochen und von den Studierenden durchgeführt. Ausgehend vom akzeptablen Design wird die Parameteroptimierung im Hinblick auf ein optimales Design besprochen.</p> <p>Die Veranstaltung beinhaltet einen großen Teil Computer-Übungen, in denen die praktische Umsetzung der erlernten Methoden im Vordergrund steht.</p> <p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung</li> <li>- Python, eine objektorientierte Skriptsprache und ihr Einsatz bei wissenschaftlich-technischen Problemstellungen</li> <li>- Analyse thermischer Systeme</li> <li>- Modellierung thermischer Systeme</li> <li>- Design thermischer Systeme: akzeptables Design</li> <li>- Optimierungsverfahren und -strategien</li> </ul> <p>[evtl.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entropieproduktion als Kriterium zur Beurteilung thermischer Systeme</li> <li>- Design thermischer Systeme: optimales Design</li> <li>- Ausblick: Ökonomische Erwägungen ]</li> <li>- Zusammenfassung</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |



Kenntnis verschiedener Aspekte und der Bedeutung der Modellbildung und von Parameterstudien bei der Analyse und beim Design thermischer Systeme  
Anwendung der Kenntnisse aus Thermodynamik, Wärme- und Stoffübertragung sowie Fluidodynamik zur Entwicklung von Modellen und deren Formulierung in einer Programmiersprache  
Strukturierte Berichterstattung über wissenschaftliche Projekte und Aufgaben  
Kenntnis und Anwendung von Design- und Optimierungskriterien, sowie Strategien

### Description / Content English

The course discusses, using exemplary examples (including heat transfer networks, thermal storage, thermal treatment of materials), the analysis of thermal systems with regard to generated entropy or exergy loss concerning required boundary conditions. The modeling of such systems starts with stationary modeling, proceeds to transient modeling, and culminates in one-dimensional transient modeling regarding parameter analysis, sensitivity to different parameters, up to acceptable design, which is discussed and carried out by the students. Starting from the acceptable design, parameter optimization for an optimal design is discussed.

The course includes a significant portion of computer exercises focusing on the practical implementation of the learned methods.

Content:

- Introduction
- Python, an object-oriented scripting language, and its application in scientific and technical problem-solving
- Analysis of thermal systems
- Modeling of thermal systems
- Design of thermal systems: acceptable design
- Optimization methods and strategies

[possibly:

- Entropy production as a criterion for assessing thermal systems
- Design of thermal systems: optimal design
- Outlook: Economic considerations]
- Summary

### Learning objectives / skills English

Understanding of various aspects and the significance of modeling and parameter studies in the analysis and design of thermal systems

Application of knowledge from thermodynamics, heat and mass transfer, as well as fluid dynamics, to develop models and formulate them in a programming language

Structured reporting on scientific projects and tasks

Understanding and application of design and optimization criteria, as well as strategies

### Literatur

Bejan, Adrian; Tsatsaronis, George; Moran M. J.: Thermal design and optimization. Wiley, New York [u.a.], 1996. [ISBN 0-471-58467-3]

Jaluria, Yogesh: Design and optimization of thermal systems. (2. ed.). Boca Raton [u.a.], CRC Press, 2008. [ISBN: 0-8493-3753-4]

Stoecker, W.F.: Design of Thermal Systems (3rd ed.). McGraw Hill 1989

Langtangen, H.-P.: A Primer on Scientific Programming with Python. Springer, Heidelberg, 2012. [e-book]

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>               |                  |                              |                    |
| Thermische Verfahrens- und Prozesstechnik           |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                         |                  |                              |                    |
| Thermal Process Engineering                         |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                |                  |                              |                    |
| <b>Thermische Verfahrens- und Prozesstechnik</b>    |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                         |                  |                              |                    |
| Thermal Process Engineering                         |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                                |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Bathen, Dieter; Pasel, Christoph; Bläker, Christian |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                                 | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                                | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                              |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                             |                  |                              |                    |
| Klausur   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>          |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung</li> <li>2. Thermische Grundoperationen (Mehrkomponenten-Systeme und komplexe Designs) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdampfung und Kondensation</li> <li>- Destillation und Rektifikation</li> <li>- Extraktion</li> <li>- Absorption und Strippung</li> <li>- Adsorption und Desorption</li> <li>- Kristallisation</li> </ul> </li> <li>3. Synthese von verfahrenstechnischen Prozessen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematik der Prozessentwicklung</li> <li>- Synthese von Trennsequenzen</li> <li>- Energieintegration (Pinch-Analyse)</li> <li>- Prozessoptimierung</li> </ul> </li> <li>4. Modellierung und Simulation verfahrenstechnischer Prozesse <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoffdaten für verfahrenstechnische Prozesse</li> <li>- Thermodynamische Modellierung</li> </ul> </li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>I. Einfache Stufenmodelle</li> <li>II. Komplexe thermodynamische Modelle <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stationäre Simulation</li> <li>- Dynamische Simulation</li> </ul> </li> </ol> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |

Die Studierenden kennen im Detail alle thermischen Trennverfahren, sowohl Standard-Apparate und -Einbauten als auch Sonderbauformen. Sie sind in der Lage, für ein gegebenes Trennproblem ein geeignetes Verfahren auszuwählen und detailliert auszulegen. Neben thermischen Gleichgewichtsmodellen berücksichtigen sie dabei kinetische Effekte. Sie sind befähigt, systematisch auch komplexe Trennsequenzen und verfahrenstechnische Prozesse zu entwickeln und wirtschaftlich/energetisch zu optimieren. Ergänzend haben sie ein grundlegendes Verständnis für die Modellierung und computergestützte Simulation thermischer Trennprozesse. Sie sind in der Lage, neben stationären Prozessen dynamische Prozesse wie Anfahrvorgänge zu modellieren und zu simulieren. Thermodynamische Modelle zur Berechnung der notwendigen Stoffdaten werden sicher beherrscht. Die Funktionsweise und der theoretische Hintergrund der in der chemischen Industrie verwendeten Software zur Simulation verfahrenstechnischer Prozesse sind bekannt.

### Description / Content English

1. Introduction
2. Thermal Unit Operations (multi-component and complex designs)
  - Evaporation and Condensation
  - Distillation and Rectification
  - Extraction
  - Absorption and Stripping
  - Adsorption and Desorption
  - Crystallisation
3. Synthesis of Chemical Processes
  - Systematics of Process Development
  - Synthesis of Separation Sequences
  - Energy Integration (Pinch-Analysis)
  - Process Optimisation
4. Modelling and Simulation of Chemical Processes
  - Thermophysical Properties for Chemical Processes
  - Thermodynamic Modelling
  - I. Simple Stage Models
  - II. Complex Thermodynamic Models
    - Steady-State Simulation
    - Dynamic Simulation

### Learning objectives / skills English

The students know all thermal separation processes in detail, including standard equipment and internals as well as special configurations. They are able to select and design a suitable process for a given separation problem in detail. Beside thermal equilibrium models, kinetic effects are considered also. Students are qualified to systematically develop and optimise even complex separation sequences and chemical engineering processes considering economical and energetic aspects. In addition, the students have a basic understanding of modelling and computer-based simulation of thermal separation processes. They are able to model steady-state and dynamic processes, like start up processes. The use of thermodynamic models to estimate necessary thermophysical properties is managed precisely by them. Functionality and theoretical background of software used in the chemical industry for the simulation of chemical engineering processes are known by them.

### Literatur

- Klaus Sattler, Thermische Trennverfahren. Wiley-VCH, 3. Auflage (2001)  
Ulfert Onken, Arno Behr, Chemische Prozesskunde. Lehrbuch der Technischen Chemie, Band 3. Wiley-VCH (2006)  
J.D. Seader, E.J. Henley, Separation Process Principles. John Wiley & Sons, 2. Auflage (2006)  
R. Goedecke (Hrsg.), Fluidverfahrenstechnik. Wiley VCH Verlag (2006)

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                        |                  |                              |                    |
| Thermodynamik der Mischungen und reagierender Systeme        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                  |                  |                              |                    |
| Thermodynamics of Mixtures and Reacting Systems              |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                         |                  |                              |                    |
| <b>Thermodynamik der Mischungen und reagierender Systeme</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                  |                  |                              |                    |
| Thermodynamics of Mixtures and Reacting Systems              |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>   |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Atakan, Burak  |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>  | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>   | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                                       |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                      |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung, Seminarvortrag                            |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Einleitung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Typische Problemstellungen</li> <li>• Thermische Zustandsgleichung realer Fluide</li> <li>• Wiederholung der Grundlagen</li> <li>– Die Hauptsätze &amp; Gleichgewichtsbedingungen</li> <li>– Freie Enthalpie, chemische Potentiale &amp; th. Zusammenhänge</li> <li>• Verhalten realer Fluide, Phasengleichgewichte von Reinstoffen</li> <li>• Mischungen/Lösungen</li> <li>– Von idealen zu realen Mischungen</li> <li>• Reaktionsgleichgewichte</li> <li>– Von den Konzepten zu den Anwendungen</li> <li>– Der Bezug zur Elektrochemie (Elektrolyse, Brennstoffzellen &amp; Korrosion)</li> <li>• Chemische Exergie</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden kennen die Konzepte und Gleichgewichtsbedingungen der Mischphasenthermodynamik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Konzepte zur Vorhersage von Phasengleichgewichten mit zumindest zwei Komponenten anwenden</li> <li>• Die Studierenden können chemische Gleichgewichte auch für reale heterogene Gemische berechnen</li> </ul>   |

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

### Introduction

- Typical Problem Statements
- Thermal Equations of State for Real Fluids
- Review of Fundamentals
- The Laws of Thermodynamics & Equilibrium Conditions
- Free Enthalpy, Chemical Potential & Thermal Relationships
- Behavior of Real Fluids, Phase Equilibria of Pure Substances
- Mixtures/Solutions
- From Ideal to Real Mixtures
- Reaction Equilibria
- From Concepts to Applications
- Connection to Electrochemistry (Electrolysis, Fuel Cells & Corrosion)
- Chemical Exergy

### Learning objectives / skills English

The students are familiar with the concepts and equilibrium conditions of mixed-phase thermodynamics. • They can apply the concepts for predicting phase equilibria with at least two components. • They can also calculate chemical equilibria for real heterogeneous mixtures.

### Literatur

Themis Matsoukas, Fundamentals of Chemical Engineering Thermodynamics. Pearson, 2012. [ISBN 9780132693158]  
J. Richard Elliott, Carl T. Lira, Introductory Chemical Engineering Thermodynamics. Pearson, 2012. [ISBN 9780132788489]

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>                       |                  |                              |                    |
| Thermodynamik und Kinetik metallurgischer Reaktionen        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                                 |                  |                              |                    |
| Thermodynamics and Kinetics of Metallurgical Reactions      |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>                        |                  |                              |                    |
| <b>Thermodynamik und Kinetik metallurgischer Reaktionen</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                                 |                  |                              |                    |
| Thermodynamics and Kinetics of Metallurgical Reactions      |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>  |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Deike, Rüdiger  |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>   | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>  | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                                      |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                     |                  |                              |                    |
| Klausur   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>                  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Im Rahmen der Einführung in die Mischphasenthermodynamik werden partielle und integrale Größen von Mischungen im Detail am Beispiel der Tangentenmethode vorgestellt. Mit der Gleichung von Gibbs-Duhem wird beschrieben, wie sich die partiellen Größen in einer Mischung ändern. Enthalpieänderungen in Mischphasen werden am Beispiel des Legierens von Stahlschmelzen erläutert. Des Weiteren wird die Bedeutung und Berechnung von Aktivitäten in Mischphasensystemen behandelt. Systemänderungen werden unter variierenden Randbedingungen berechnet, die sich typischerweise unter betrieblichen Bedingungen ergeben. Die elementaren Transportvorgänge in heterogenen Phasen und an Phasengrenzflächen, die insbesondere bei der Phasenneubildung (z.B. dendritische Erstarrung) eine Rolle spielen, werden ausführlich vorgestellt. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden sind auf der Basis theoretischer Grundlagen fähig zu analysieren, wie sich mit veränderten Mischungen, wie sie z.B. durch das Legieren von Stahlschmelzen entstehen, Enthalpieänderungen einstellen. Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage zu berechnen, ob Reaktionen zwischen metallischen Schmelzen, Schlacken, Festkörpern (z.B. Koks) sowie unterschiedlich zusammengesetzten Gasen bei hohen Temperaturen ablaufen, nach welchen Reaktionsgesetzen die Umsetzungen erfolgen und wie Reaktionsabläufe auf der Basis dieser Kenntnisse optimiert werden können.  |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The behaviour of solutions is discussed on the basis of partial and integral variables, introduced by the tangent method. With the Gibbs-Duhem equation the changes of partial variables in an mixture are described. Enthalpy changes as the result of alloying steels are calculated. The thermodynamic activities of components in solutions are introduced and calculated. In this lecture chemical equilibria are analysed and process variations are calculated under typical varying conditions, which are known from real processes. The fundamentals of transport processes in heterogeneous phases and at phase boundaries are presented in detail. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |

On the basis of theoretical fundamentals the students are able to analyse and to calculate the enthalpy changes when the composition of a mixture is changed, for example when liquid steel is alloyed. The students are able to analyse and to calculate if metallurgical reactions between melts, slags, solid particles and different composed gases take place or not. The students are qualified to examine and calculate equilibria under different pressure and temperature conditions. Rates and velocities of reactions, together with the corresponding laws which control the reactions, can be identified and analysed by the students. With this knowledge the students are able to optimize metallurgical processes.

### Literatur

Gaskell: Introduction to metallurgical thermodynamics, McGraw-Hill, 1981  
Lupis, C.H.P.: Chemical Thermodynamics of Materials, PTR Prentice-Hall Inc., 1983  
Bird, Stewart, Lightfoot : Transport Phenomena, J.Wiley, 1960  
Upadhyaya, G.S.; Dube, R.K.: Problems in Metallurgical Thermodynamics and Kinetics, Pergamon Press, Oxford New York,  
Oeters, F.: Metallurgie der Eisen und Stahlerzeugung, Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf 1989

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>        |                  |                              |                    |
| Thermo-electric Materials and Systems        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                  |                  |                              |                    |
| Thermo-electric Materials and Systems        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>         |                  |                              |                    |
| <b>Thermo-electric Materials and Systems</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                  |                  |                              |                    |
| Thermo-electric Materials and Systems        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                         |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| de Boor, Johannes                            |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                          | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                         | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                       |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                      |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                            |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>         |                  |                              |                    |



Inhalt der Vorlesung sind thermoelektrische Materialien und Systeme; diese können für die Gewinnung von Strom aus Wärme oder Temperaturregulierung verwendet werden. Ausgehend von den grundlegenden thermoelektrischen Effekten und thermodynamischen Zusammenhängen werden verschiedene Aspekte thermoelektrischer Forschung vorgestellt und in Zusammenhang gebracht. Diese umfassen u.a.:

Typische thermoelektrische Materialien und ihre Herstellung

Fertigung von thermoelektrischen Generatoren und Kühlern

Kontaktentwicklung für thermoelektrische Bauteile

Synthese-Mikrostruktur-Funktionseigenschaften Zusammenhänge

Beschreibung und Modellierung thermoelektrischer Bauteile in verschiedenen Komplexitäten: Einfluss von

Kontaktwiderständen, Effekte der Temperaturabhängigkeit von Materialeigenschaften

Messtechnik für thermoelektrische Materialien und Bauteile

Auslegung thermoelektrischer Bauteile für verschiedene Anwendungsgebiete (Raumsonden, Automotive, Gesundheitswesen)

Die Vorlesung ist ausgesprochen interdisziplinär und beinhaltet Aspekte der Halbleiterphysik, der Festkörperelektronik, der Thermodynamik, aber auch der Fertigungstechnik und Materialwissenschaft und Messtechnik.

Die grundlegenden Vorlesungsinhalte werden durch Anwendungsbeispiele ergänzt, in denen auch Systemaspekte thematisiert werden.

Eine Teilnahme an der Ringvorlesung Thermoelektrik ist vorteilhaft.

Ziel der Übung „Advanced modelling of thermoelectric transport“ ist die praktische Modellierung von thermoelektrischen Materialien und Bauteilen mit Hilfe von MATLAB. Auf Materialebene soll der elektrische Transport in thermoelektrischen Materialien im Rahmen eines Zweibandmodells mit Hilfe der Boltzmann-Transport Theorie beschrieben werden sowie die Extraktion von Materialparametern anhand experimenteller Daten automatisiert durchgeführt werden. In einem weiteren Schritt werden die Effekte von Nano/Mikrostruktur auf elektrischem und thermischem Transport simuliert. Auf Bauteilebene soll das Verhalten von thermoelektrischen Generatoren und thermoelektrischen Kühlern unter einsatznahen Randbedingungen in verschiedenen Komplexitätsgraden simuliert werden.

In dem Seminar sollen aktuelle Forschungsarbeiten zu verschiedenen Aspekten der Thermoelektrik von den StudentInnen analysiert und kritisch hinterfragt werden. Neben der Vertiefung und der Anwendung des Wissens dient das Seminar also auch der kritischen Beschäftigung mit wissenschaftlicher Literatur und dem Üben von Vorträgen.

### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die StudentInnen sind in der Lage:

- Die Vor- und Nachteile von thermoelektrischen Kühlern und Generatoren in verschiedenen Anwendungen zu erläutern
- Die wesentlichen Komponenten thermoelektrischer Bauteile zu benennen sowie deren Funktion zu erläutern
- Elektrische und Wärmeströme in thermoelektrischen Bauteilen in Abhängigkeit von elektrischen und thermischen Randbedingungen zu berechnen und den Einfluss von Kontaktwiderständen zu analysieren
- Wesentliche Material- und Bauteilgrößen zu benennen sowie deren Verknüpfung zu begründen
- Den Wirkungsgrad/die Kühlleistung im Constant-Property-Model zu berechnen und zu optimieren
- Vorzüge und Grenzen von Charakterisierungsmethoden für thermoelektrische Materialien und Bauteile zu erklären
- Wesentliche Unterschiede zwischen dem thermischen und elektrischen Transport in bulk und nanostrukturierten Materialien zu begründen
- Die Abhängigkeit der thermoelektrischen Transportgrößen von der Ladungsträgerkonzentration im Einband- und Zweibandmodell zu erklären

### Description / Content English

The lecture deals with thermoelectric materials and systems which can be employed to convert heat directly into electrical energy or to control temperature very precisely. Starting from the basic thermoelectric effects and thermodynamic relations different aspects of the field are introduced and set into relation with each other. These include e.g.:

- Synthesis of state-of-the-art thermoelectric materials
- Fabrication of thermoelectric generators and coolers
- Contact development for thermoelectric devices
- Synthesis-microstructure-property relationships
- Modelling of thermoelectric devices with different complexities: influence of contact resistances and the temperature dependence of material quantities
- Measurement technique for thermoelectric materials and devices
- Design of thermoelectric devices for different applications ranging from space probes over automotive to healthcare)

The lecture is clearly interdisciplinary and includes aspects of solid state physics, semiconductor physics, thermodynamics but also manufacturing technology and measurement technique.

The aim of the training session „Advanced modelling of thermoelectric transport“ is modelling of thermoelectric materials and devices using MATLAB. The electrical and thermal transport in thermoelectric materials shall be modelled using a single and two band models based on the Boltzmann transport formalism. Complementary basic material parameters shall be extracted by an automated analysis from experimental data. Furthermore, the effect of the microstructure of materials shall be included in the modelling. Modelling of the material properties serves as input for device modelling, where efficiencies/cooling power will be calculated for application-like boundary conditions. The influence of electrical and thermal contact resistances shall be modelled and analyzed in different complexities.

Aim of the seminar is the analysis and discussion of relevant scientific publications. Besides application of knowledge from the lecture this seminar establishes a base for working with scientific literature.

### Learning objectives / skills English

The students are able to:

- To explain pros and cons of thermoelectric generators and coolers in different applications
- Name the relevant components in thermoelectric devices as well as explain their function
- Calculate electrical current and heat flow in dependence of electrical and thermal boundary conditions and to analyze the influence of contact resistances
- Name material and device properties and derive their interrelation
- Calculate conversion efficiency and cooling power within the constant property model
- Explain application and limitations of thermoelectric characterization techniques
- Explicate differences in transport between bulk and nanostructured materials
- Explain the dependence of the thermoelectric transport quantities on the carrier concentration in a single or two band model

### Literatur

Thermoelectrics Handbook: Macro to Nano von D M Rowe (Herausgeber); Taylor & Francis Inc. (2006)  
Modules, Systems, and Applications in Thermoelectrics, Edited By David Michael Rowe ); Taylor & Francis Inc. (2012)

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Topics in Industrial Organization          |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Topics in Industrial Organization          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Topics in Industrial Organization          |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Topics in Industrial Organization          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Kovac, Eugen                               |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

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

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Fundamentals             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Objects of Interest</li> <li>- Basic Market Forms</li> </ul> </li> <li>2. Game Theory             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Static Games</li> <li>- Dynamic Games</li> <li>- Applications</li> </ul> </li> <li>3. Oligopoly Theory             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Static Models with Homogeneous Goods</li> <li>- Product Differentiation</li> </ul> </li> <li>4. Advanced Topics: Collusion</li> </ul> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |

Upon completion of this lecture students are able to:  
analyze oligopolistic competition in markets based on game theoretic concepts,  
- distinguish between different forms of competition,  
- comprehend advanced concepts and models of industrial organization,  
- apply their newly acquired knowledge to real-world applications.

### Literatur

1. Belleflamme, P. and Peitz, M. (2015). Industrial Organization: Markets and Strategies. 2. Auflage, Cambridge University Press.
2. Bester, H. (2017). Theorie der Industrieökonomik. 7. Auflage, Berlin: Springer.
3. Motta, M. (2007). Competition Policy: Theory and Practice. 8. Auflage, Cambridge University Press.
4. Gibbons, R. (1992). Game Theory for Applied Economists. Princeton University Press.
5. Binmore, K. (1992). Fun and Games. Lexington, D.C. Heath.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Topics in International Economics          |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Topics in International Economics          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Topics in International Economics          |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Topics in International Economics          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Wrona, Jens                                |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

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

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| <p>1. Open Economy Macroeconomics:<br/>                 The first part of the course explores the theoretical frameworks and empirical evidence related to macroeconomic interactions between countries. The course covers topics such as exchange rate determination, balance of payments, international financial markets, monetary and fiscal policies in open economies, and the global economic environment.</p> <p>2. International Trade:<br/>                 The second part of the explores theoretical frameworks and empirical evidence related to theory of comparative advantage. The course covers topics such as gains from trade quantification and the distributional effects of trade liberalization.</p> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| <p>Upon completion of this lecture students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand the fundamental concepts and models necessary to analyze an open economy setting,</li> <li>- analyze the effects of different forms of globalization,</li> <li>- evaluate the effectiveness of different macroeconomic policies in an open economy context,</li> <li>- apply their newly acquired knowledge to current global economic issues.</li> </ul>   |

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

Krugman, P. R., Obstfeld, M., & Melitz M. J. (2021). „International Economics: Theory and Policy.“ Pearson.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Topics in Labor Economics                  |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Topics in Labor Economics                  |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Topics in Labor Economics                  |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Topics in Labor Economics                  |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Paul, Marie Elina                          |                  |                              | MSM                |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| This course in labor economics delves into the theoretical and empirical analysis of labor markets. It examines the behavior of workers and employers, the determination of wages and employment, and the efficiency of labor markets under perfect competition and in the presence of labor market distortions related to the presence of market power, information asymmetries as well as search and matching frictions. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Upon completion of this lecture students are able to:<br>- understand theoretical models of the labor market,<br>- analyze empirical research on labor market issues,<br>- evaluate the impact of labor market policies,<br>- apply their newly acquired knowledge to current labor market challenges.   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>        |
|   |
| <b>Learning objectives / skills English</b> |
|   |

|   |
|---|
| <b>Literatur</b>  |
| Cahuc, P., Carcillo, S., & Zylberberg, A. (2014). „Labor Economics.“ MIT Press. |

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Tribologie                                 |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Tribology                                  |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Tribologie                                 |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Tribology                                  |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Hanke, Stefanie                            |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Die Vorlesung gibt eine Einführung in verschiedene Aspekte der Tribologie, mit einem Schwerpunkt auf technischen Systemen und praktischen Anwendungen. Neben theoretischen Grundlagen werden Praxisbeispiele aus dem Maschinenbau und verwandter Bereiche gegeben, z.B. typische Schadensfälle. In den Übungen werden Berechnungen u.a. von Kontaktflächen und -temperaturen durchgeführt. Die Vorlesung umfasst folgende Themen: Einführung und Grundlagen der Tribologie, Reibungsmechanismen, verschiedene Definitionen und Auswirkungen der Oberflächenrauheit, tribologische Kontaktflächen und deren Interaktionen, Kontakttemperaturen und Schmierung, Verschleiß und Verschleißmechanismen, Erosion durch harte Partikel oder Kavitation. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Vorlesung befähigt Studierende, tribologische Fragestellungen und Probleme im ingenieurmäßigen Umfeld zu erkennen. Sie sind in der Lage tribologische Schädigungsmechanismen zu erkennen, deren Ursachen zu verstehen, sowie geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um sie zu mildern oder zu vermeiden.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| The lecture provides an introduction to various aspects of tribology, with a focus on technical systems and practical applications. In addition to theoretical principles, practical examples from mechanical engineering and related fields are given, e.g. typical cases of damage. Calculations, a.o. of contact surfaces and temperatures are carried out in the exercises. The lecture covers the following topics: Introduction and fundamentals of tribology, friction mechanisms, various definitions and effects of surface roughness, tribological contact surfaces and their interactions, contact temperatures and lubrication, wear and wear mechanisms, erosion by hard particles or cavitation. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| The lecture enables students to recognize tribological issues and problems in an engineering environment. They are able to recognize tribological damage mechanisms, understand their causes and take appropriate measures to mitigate or avoid them.  |



**Literatur**

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Turbulent Flows                            |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Turbulent Flows                            |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Turbulent Flows</b>                     |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Turbulent Flows                            |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Kempf, Andreas Markus                      |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

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

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

This lecture provides an introduction into modeling of viscous, turbulent flows. Laminar and turbulent motion are the two types of fluid transport. While the laminar flow is easily described by the basic conservation laws and constitutive equations, turbulent flow in nearly every technically relevant application is of stochastic nature and requires further modeling and investigation. In this lecture, turbulent flows are analysed in order to derive the main concepts of turbulence modeling and simulation. The main topics are:

1. Formation of turbulence
2. Stochastic description of turbulence
3. Structure of a turbulent flow
4. Simulation of turbulent flows – LES and DNS
5. Reynolds averaged Navier-Stokes (RANS) equations
6. Closure models for RANS equations
7. Compressible turbulent flows

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

Students which attended the lecture:

1. Are capable to recognize the different flow types and are able to find sources of turbulence in internal and external flows
2. Understand the mathematical models of turbulence and can classify them according to the technical problem/application
3. Are aware of the strength and weaknesses of particular turbulence models and their implementation in a CFD software

### **Literatur**

Recommended reading: Stephen B. Pope, Turbulent Flows, Cambridge University Press

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Übertragungssysteme                        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Transmission systems                       |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Übertragungssysteme Praktikum</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Transmission Systems Lab                   |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Czylwik, Andreas                           |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 3  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  | 2                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Modul-Klausur                              |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Einzelne Teile eines Übertragungssystems werden messtechnisch analysiert. Den Schwerpunkt bilden digitale Übertragungssysteme. Begriffe wie das signalangepasste Filter, das Augendiagramm sowie digitale Modulation das werden mit praktischen Schaltungen veranschaulicht. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Absolventen haben praktische Erfahrungen mit analogen und digitalen Übertragungssystemen gewonnen. Sie verstehen den Zusammenhang zwischen den mathematischen Grundlagen und der praktischen schaltungstechnischen Realisierung.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| Individual parts of a transmission system are analyzed using measurement technology. The focus is on digital transmission systems. Concepts such as the signal-matched filter, the eye diagram and digital modulation are illustrated with practical circuits. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |
| Graduates have gained practical experience with analog and digital transmission systems. They understand the connection between the mathematical principles and the practical circuit realization.   |

|   |
|---|
| <b>Literatur</b>                                      |
| Versuchsbeschreibungen werden zur Verfügung gestellt. |

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Übertragungstechnik                        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Transmission Technology                    |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Übertragungstechnik                        |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Transmission Technology                    |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Czylwik, Andreas                           |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| Die Lehrveranstaltung führt in analoge und digitale Übertragungsverfahren ein. Die besprochenen Übertragungsverfahren werden mit Hilfe statistischer Methoden analysiert. Im Bereich analoger Übertragungsverfahren werden Amplituden- und Winkelmodulation, äquivalente Basisbandsysteme, Bandpassrauschen sowie Preemphasis-/Deemphasisfilter behandelt. Schwerpunkt der Vorlesung sind digitale Übertragungsverfahren wie Pulsamplitudenmodulation, Quadraturamplitudenmodulation (QAM), digitale Phasenmodulation (PSK und CPM), Mehrträgerübertragung (OFDM). Dabei wird insbesondere auch auf die besondere Problematik von Kanälen mit Intersymbolinterferenz eingegangen. Es werden jeweils auch optimale und suboptimale Empfangsverfahren besprochen. Diese Themen werden mittels Übungsaufgaben vertieft. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| Die Studierenden haben ein solides Grundlagenwissen im Bereich analoger und digitaler Übertragungsverfahren. Sie sind in der Lage, die verschiedenen Verfahren einzuordnen sowie neue Verfahren zu analysieren und zu entwickeln.  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| The lecture „Transmission technology“ initiates the students in the digital and analog transmission processes. The discussed transmission processes will be analyzed with the help of statistic methods. In the domain of analog transmission processes, amplitude- and angle modulation, equivalent baseband systems, band-pass noise as well as preemphasis- and Deemphasis filters will be handled. The focal points of the lecture are the digital transmission processes such as pulse-amplitude modulation (PAM), quadrature amplitude modulation (QAM), orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM). It will be particularly emphasized on the special problem of channels with intersymbol interference. Optimal and suboptimal receiving methods will be discussed as well. The content of the lecture will be deepened in exercises. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |

The students have a solid basic understanding in the domain of digital and analog transmission processes. They are able to classify various processes, to analyze them and to develop new ones.

### Literatur

S. Haykin: Communication systems, John Wiley, 3. Aufl. 1994;  
J. G. Proakis: Digital communications, McGraw-Hill, 2. Aufl. 1989;  
S. Benedetto, E. Biglieri, and V. Castellani: Digital transmission theory, Prentice-Hall, 1987

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Umweltmesstechnik                          |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Environmental Measurement Technology       |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Umweltmesstechnik                          |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Environmental Measurement Technology       |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Asbach, Christof; Bathen, Dieter           |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Mündliche Prüfung                          |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Die Vorlesung definiert zunächst das System Umwelt, die Auswirkungen anthropologischer Aktivitäten und die Notwendigkeit der Überwachung der Umweltmedien bezogen auf Material- und Energieeinträge. Es werden die verschiedenen Messtechniken zur Überwachung der Qualität der drei Umweltkompartimente Luft, Wasser und Boden behandelt, wobei der Schwerpunkt auf der Luftqualitätsüberwachung liegt. Die Vorlesung richtet sich an angehende Ingenieur:innen mit dem Ziel, die Prinzipien der Messtechniken und die Anwendung der Techniken durch praktische Beispiele zu vermitteln. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden kennen die Definitionen für die Umweltkompartimente Boden, Wasser und Luft sowie die entsprechenden Richtlinien zur Überwachung von deren Qualität. Weiterhin haben die Studierenden einen Überblick über die wesentliche Messtechnik zur Überwachung der Qualität von Boden, Wasser und Luft, z.B. von Abgasen aus Industrie und Verkehr und kennen Anwendungsbeispiele. Sie sind in der Lage, für entsprechende Aufgabenstellungen die nötige Messtechnik auszuwählen.   |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| Initially, the system „environment“ will be defined, as well as the influence of anthropogenic activities and the necessity for control of the environmental media concerning material and energy input. Several measurement technologies for surveillance of the quality of the three environmental compartments air, water and soil will be introduced, with a main focus on air quality control. The aim of the lecture is to familiarize engineering students with the various environmental measurements techniques and their practical applications. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |

The students know the definitions of the environmental compartments soil, water and air as well as the corresponding guidelines for controlling their quality. The students furthermore have an overview of the key measurement technologies for controlling the quality of soil, water and air, e.g. as emissions from industry and traffic. They know several examples for the practical application of the measurement technology and are capable of choosing the right technology for a given problem.

### Literatur

- Ulrich Förstner, Umweltschutztechnik. Springer Verlag, 7. Auflage (2008)
- William C. Hinds, Aerosol Technology. Wiley, 2nd edition (1999)
- P. Kulkarni, P.A. Baron, K. Willeke, Aerosol Measurement: Principles, Techniques, and Applications. Wiley, 3rd edition (2011)



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

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Diese Vorlesung legt den Schwerpunkt auf die Bewertung und Messung nachhaltiger Entwicklung von der Makro- bis zur Mikroebene. Verschiedene normative Perspektiven werden herangezogen, um Lieferketten zu analysieren. Zu diesen Perspektiven zählen umweltorientierte Bewertungen, normative und geschlossene Lieferketten, Kreislaufwirtschaften, der globale Rahmen für nachhaltige Entwicklung, die Lebensqualitätsperspektive sowie übergreifende Sichtweisen. In der Vorlesung werden u.a. die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschichte der nachhaltigen Entwicklung und Indikatoren, Klimawandel</li> <li>- Alternative Ökonomie, Messung des gesellschaftlichen Fortschritts, BIP-Kritik, Wachstumsdebatte, Steady State Economies, Wohlstand ohne Wachstum</li> <li>- Unternehmen und nachhaltige Gesellschaften: Corporate Citizenship &amp; Corporate Social Responsibility (von der Makro- bis zur Mikroebene)</li> <li>- Nachhaltiges Management der Lieferkette</li> <li>- Kreislaufwirtschaft und geschlossene Lieferketten</li> <li>- Einführung und Vergleich verschiedener Arten von Nachhaltigkeitsbewertungen: Praktische Werkzeuge und Methoden zur Entwicklung von Konzepten für nachhaltige Lieferketten auf der Grundlage von Best-Practice-Beispielen: z. B. Szenario zur Strategieentwicklung, Design Thinking-Techniken, Geschäftsmodell Canvas.</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Nach erfolgreichem Abschluss der Vorlesung sollten Studierende in der Lage sein: die grundlegenden Konzepte und Theorien der Umweltökonomie zu verstehen und anzuwenden; Verschiedene umweltpolitische Instrumente kritisch zu bewerten und deren Vor- und Nachteile zu diskutieren; Globale Umweltprobleme zu analysieren und die Bedeutung internationaler Kooperationen zu erkennen; Nachhaltigkeitskonzepte in der Ressourcennutzung zu verstehen und zu bewerten.</p>   |

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

This lecture focuses on the assessment and measurement of sustainable development from the macro to the micro level. Various normative perspectives are used to analyze supply chains. These perspectives include environmental assessments, normative and closed-loop supply chains, circular economies, the global framework for sustainable development, the quality of life perspective and cross-cutting perspectives.

The following topics will be covered in the lecture:

- History of sustainable development and indicators, climate change
- Alternative economics, measurement of social progress, GDP critique, growth debate, steady state economies, prosperity without growth
- Companies and sustainable societies: corporate citizenship & corporate social responsibility (from the macro to the micro level)
- Sustainable management of the supply chain
- Circular economy and closed-loop supply chains
- Introduction and comparison of different types of sustainability assessments: Practical tools and methods to develop concepts for sustainable supply chains based on best practice examples: e.g. strategy development scenario, design thinking techniques, business model canvas.

### Learning objectives / skills English

After successfully completing the course, students should be able to: understand and apply the basic concepts and theories of environmental economics; critically evaluate various environmental policy instruments and discuss their advantages and disadvantages; analyze global environmental problems and recognize the importance of international cooperation; understand and evaluate sustainability concepts in resource use.

### Literatur

Alfred Endres and Dirk Rübberke (2022). Umweltökonomie. Stuttgart, Germany: Kohlhammer Verlag.

Holzbaur U. (2020). Nachhaltige Entwicklung. Springer Wiesbaden.

Wenke, M.; Gogoll, F. (2024). Unternehmensethik, Nachhaltigkeit und Corporate Social Responsibility: Instrumente zur systematischen Einführung eines Verantwortungsmanagements in Unternehmen. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.

Michael von Hauff (2023). Grundwissen Circular Economy: Vom internationalen Nachhaltigkeitskonzept zur politischen Umsetzung. UVK Verlag.

Ringel M. (2021). Umweltökonomie. Studienwissen kompakt 2363-9539; 1st ed. Wiesbaden: Springer.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Virtuelle Produktdarstellung               |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Virtual Product Representation             |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Virtuelle Produktdarstellung</b>        |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Virtual Product Representation             |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| Lobeck, Frank                              |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                | 1                            |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| 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. |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| 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.  |

|  |
|--|
| <b>Description / Content English</b>   |
| Based on the basic methods of product development (CAD and PDM systems) concepts for the integration of virtual product models in related areas are presented. Therefor the latest technologies like „Cloud Computing“ or „Mobile Devices“ are introduced with respect to the context of Product Development. Beside of the integration of these systems, another focus is laid on methods of product visualization and animation in the fields of customer relationship management, technical documentation and technical service. In the exercises the content will be worked on by using the particular IT systems. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>  |

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.

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>             |                  |                              |                    |
| Virtuelle Produktoptimierung                      |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                       |                  |                              |                    |
| Virtual Product Optimization                      |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>              |                  |                              |                    |
| <b>Virtuelle Produktoptimierung</b>               |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                       |                  |                              |                    |
| Virtual Product Optimization                      |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                              |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Nagarajah, Arun                                   |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                               | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                              | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|   |                  |                              | 4                  |
| <b>Studienleistung</b>                            |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                           |                  |                              |                    |
| Präsentation der Teamarbeit und Mündliche Prüfung |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>        |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| 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.  |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| 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. |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| 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. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |

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)

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Vision-based Control                       |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Vision-based Control                       |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Vision-based Control</b>                |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Vision-based Control                       |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Röttgermann, Sebastian; Söffker, Dirk      |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
|  |                  |                              | 3                  |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Hausarbeit, Präsentation                   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Dieses Seminar bietet eine fundierte Einführung in die Grundlagen der digitalen Bildverarbeitung und Machine Vision mit besonderem Fokus auf deren Anwendung in der Robotik. Ziel ist es, Studierende mit den theoretischen Konzepten und praktischen Methoden der bildbasierten Robotersteuerung und -regelung vertraut zu machen.</p> <p>Im Vorlesungsteil des Seminars werden grundlegende Kenntnisse zu Robotikplattformen – von Industrierobotern bis hin zu autonomen Systemen – aufgegriffen und vertieft. Dies schafft die notwendige Basis für die Auseinandersetzung mit fortgeschrittenen Steuerungs- und Regelungsverfahren, insbesondere dem Image-Based und Position-Based Visual Servoing. Ergänzend werden weitere Algorithmen zur visuellen Regelung vorgestellt und analysiert.</p> <p>Im interaktiven Seminarteil erarbeiten Studierende in Zweiergruppen spezifische Fragestellungen aus dem Themenfeld anhand aktueller wissenschaftlicher Literatur. Die Ergebnisse werden in Fachvorträgen präsentiert und in anschließenden Diskussionsrunden kritisch reflektiert. Durch diesen praxisnahen Ansatz werden sowohl die fachlichen als auch die methodischen Kompetenzen im Bereich der bildgestützten Robotik vertieft.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Studierende lernen und sind in der Lage mit folgenden Sachverhalten umzugehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fähigkeit zur Anwendung digitalen Bildverarbeitung sowie Machine Vision Algorithmen</li> <li>- Verständnis zur Modellierung von Robotern und Roboterplattformen (Manipulatoren, UAV, UGV) mittels Anwendung kinematischer Grundlagen</li> <li>- Verständnis von Image-Based und Position-Based Visual Servoing Methoden und deren Anwendung</li> <li>- Kompetenz zum Design eines Vision-based Controllers</li> <li>- Diskussion und Vorstellung von themenbezogener Literatur</li> <li>- Präsentation von Rechercheergebnisse vor einem Publikum</li> </ul>   |

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

This seminar provides a comprehensive introduction to the fundamentals of digital image processing and machine vision, with a particular focus on their application in robotics. The aim is to equip students with both theoretical concepts and practical methods for vision-based robot control and regulation.

The lecture component of the seminar revisits and deepens fundamental knowledge of robotic platforms, ranging from industrial robots to autonomous systems. This foundation enables students to explore advanced control and regulation techniques, particularly Image-Based and Position-Based Visual Servoing. Additionally, further algorithms for visual control are introduced and analyzed.

In the interactive seminar component, students work in pairs to investigate specific research questions within the field based on current scientific literature. Their findings are presented in expert talks and critically discussed in subsequent discussion sessions. Through this practice-oriented approach, students enhance both their technical expertise and methodological skills in vision-based robotics.

### Learning objectives / skills English

Students learn and are able to handle the following aspects:

- Ability to apply digital image processing and machine vision algorithms
- Understanding of the modeling of robots and robot platforms (manipulators, UAVs, UGVs) using kinematic fundamentals
- Understanding of image-based and position-based visual servoing methods and their applications
- Competence in designing a vision-based controller
- Discussion and presentation of topic-related literature
- Presentation of research results to an audience

### Literatur

Corke, P. I. (1996). Visual Control of Robots: high-performance visual servoing. Taunton, UK: Research Studies Press.

Corke, P. I. (2017). Robotics, vision and control: fundamental algorithms in MATLAB® second, completely revised (Vol. 118). Springer.

Chaumette, F., & Hutchinson, S. (2006). Visual servo control. I. Basic approaches. IEEE Robotics & Automation Magazine, 13(4), 82-90.

Weitere nach aktuellem Bedarf.



|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Wärme- und Stoffübertragung                |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Heat and Mass Transfer                     |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Wärme- und Stoffübertragung</b>         |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Heat and Mass Transfer                     |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Atakan, Burak                              |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Im Rahmen dieser Vorlesung soll eine Einführung in die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der Wärme- und Stoffübertragung gegeben werden, die in sehr vielen technischen Prozessen eine große Rolle spielen. Sie erlauben uns Vorhersagen zur Geschwindigkeit der Wärme- und Stoffübertragung und geben uns somit Mittel an die Hand, technische Anlagen auszulegen, bei denen die Wärmeübertragung eine Rolle spielt. Somit werden die Inhalte dieser Vorlesung in der Energie- und Verfahrenstechnik, aber nicht nur dort, benötigt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung/ Konzepte</li> <li>- Wärmeleitung (stationär, instationär)</li> <li>- Konvektion (Grenzschichten, erzwungene/ freie Konvektion, überströmte Körper, durchströmte Körper)</li> <li>- Wärmeübertragung mit Phasenübergang (Sieden, Kondensieren)</li> <li>- Wärmeübertrager (Typen, Methoden der Auslegung)</li> <li>(- Wärmestrahlung )</li> <li>- Diffusion und Stoffübertragung</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |

Aufbauend auf den thermodynamischen Grundlagen, sollen die Studierenden die Grundkonzepte der Wärme- und Stoffübertragung verstehen und anwenden können. Die Lehre der Wärme- und Stoffübertragung beschäftigt sich mit der Geschwindigkeit, mit der sich thermodynamische Gleichgewichte einstellen. Zunächst werden für jede Art der Wärme- und Stoffübertragung die physikalischen Grundlagen und Gleichungen besprochen, anhand exakter Lösungen oder empirischer Korrelationen, sollen die Studierenden die Lösung typischer (einfacher) Problemstellungen aus der Technik kennen lernen und in den Übungen selbstständig anwenden. Hierbei soll auch mathematische Software zur Lösung der partiellen Differentialgleichungen der Wärmeübertragung eingesetzt werden. Ziel ist es, dass die Studierenden für eine gegebene Problemstellung aus der Wärme- und Stoffübertragung, das Problem bezüglich der wichtigsten Prozesse klassifizieren und daraufhin die entsprechenden Gleichungen formulieren können. Die Studierenden sollen in der Lage sein, mögliche Vereinfachungen der Gleichungen (1D, stationär,...) zu erkennen und damit einfache Lösungswege zu finden. Die Analogie zwischen Wärmeleitwiderstand und elektrischen Widerständen soll verstanden worden sein ebenso wie das Konzept des Wärmedurchgangs. Für konvektive Wärmeübertragung soll der Studierende die analytische Lösungen für einfache Problemstellungen verstehen und die Konzepte der Ähnlichkeitstheorie anwenden können, um damit Auslegungsrechnungen durchführen zu können. Die Analogie zwischen Problem der Wärme- und der Stoffübertragung sollen verstanden werden, ebenso wie die Grenzen. Der Studierende soll die Vor- und Nachteile verschiedener Wärmeüberträger kennen lernen, um eine rationelle Auswahl treffen zu können. Die Grundlagen der Wärmestrahlung und deren Anwendung auf einfache Problemstellungen sollen beherrscht werden.

### Description / Content English

The fundamentals of heat and mass transfer will be taught. Both being important in many technical processes within energy conversion and chemical engineering.

1. Introduction/Concepts
2. Conduction (stationary / instationary)
3. Diffusion
4. Convection (boundary layers, similarity, forced/free conv., flow around bodies, flow in channels)
5. Convection with phase change: boiling, condensation
6. Heat exchangers
- (7. Radiation)

### Learning objectives / skills English

The students will be able to decide, which mechanisms of heat and mass transfer will be important for a given situation. The students will be able to formulate the governing equations and decide if simplifications regarding dimensionality are possible and reasonable. Simple heat transfer problems can be solved using either similarity correlations, analytical solutions or numerical solutions. The analogy between heat and mass transfer will be thoroughly understood and heat exchangers calculations can be performed using the NTU method.

### Literatur

Polifke, Kopitz, Wärmeübertragung. Pearson Studium, München 2005

Frank P. Incropera, David P. DeWitt, Fundamentals of heat and mass transfer. 5th ed. New York; Chichester: Wiley 2002

Baehr, Hans Dieter; Karl Stephan, Wärme- und Stoffübertragung. 3. Aufl. Berlin [u.a.] : Springer 1998

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Waste Water Treatment                      |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Waste Water Treatment                      |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Waste Water Treatment                      |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Waste Water Treatment                      |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Panglisch, Stefan                          |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>       |                  |                              |                    |

I. Einführung in die Terminologie und die Geschichte der Abwassertechnik.

Ziele: Vermittlung von Grundkenntnissen zur Terminologie und historischen Entwicklung der Abwassertechnik, Sensibilisierung für zukünftige Herausforderungen.

Inhalte: Historischer Rückblick und Motivation zur Abwassertechnik, zukünftige Herausforderungen in der Abwassertechnik.

II. Grundlagen der städtischen Entwässerung.

Ziele: Verstehen der Prinzipien und Methoden der städtischen Entwässerung.

Inhalte: Konzepte und Strategien der städtischen Entwässerung.

III. Zusammensetzung und Menge von Abwasser.

Ziele: Kenntnisse über die Charakteristika und Standards von Abwasser erlangen.

Inhalte: Analysemethoden von Abwasser, typische Konzentrationen, Abwasserstandards und -vorgaben.

IV. Grundlegende mechanische Behandlungsverfahren.

Ziele: Fähigkeiten zur Anwendung und Dimensionierung mechanischer Abwasserbehandlungstechniken entwickeln.

Inhalte: Siebverfahren, verschiedene Formen der Sedimentation und Flotation, Dimensionierung von Sieben, Sandfang und Vorklärbecken.

V. Grundlegende biologische und chemische Behandlungsverfahren.

Ziele: Verstehen und Anwenden biologischer und chemischer Verfahren zur Abwasserbehandlung.

Inhalte: Grundlagen des Belebtschlammverfahrens, biologische N- und P-Elimination, chemische Fällung, Grundlagen der Belüftung, Abwasserkalkulation, Massenbilanzen in der Abwasserbehandlung, Dimensionierung biologischer Abwasserbehandlungsanlagen (nach DWA-A131), Membranbioreaktoren (MBRs), Abwasserqualitätsstandards in Deutschland.

VI. Schlammbehandlung; Verfahren und Ziele der Schlammbehandlung.

Ziele: Erkennen der Bedeutung und Anwendung verschiedener Schlammbehandlungsstrategien.

Inhalte: Zielsetzungen der Schlammbehandlung, Eindickung, Stabilisierung (aerob und anaerob), Entwässerung und Konditionierung, thermisches Trocknen und Verbrennung, P-Rückgewinnung, Grundlagen der Faulbehältergestaltung, Behandlung von Schlammwasser.

VII. Motivation und Verfahren der erweiterten Abwasserbehandlung.

Ziele: Verstehen der Notwendigkeit und Methoden der erweiterten Abwasserbehandlung.

Inhalte: Gründe für eine erweiterte Abwasserbehandlung, gängige Methoden: Aktivkohle, Ozon und Membrantechnologie.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden erhalten eine fundierte Einführung in die Terminologie und Geschichte der Abwassertechnik, wodurch sie nicht nur die historische Entwicklung, sondern auch die aktuellen und zukünftigen Herausforderungen dieses Fachbereichs verstehen. Durch das Studium der städtischen Entwässerung erwerben sie Kenntnisse über die Prinzipien und Methoden, die dahinter stehen. Des Weiteren werden sie mit den Charakteristika und Standards von Abwasser vertraut gemacht, wobei sie die Analysemethoden, typischen Konzentrationen und geltenden Vorgaben kennenlernen. Die Studierenden entwickeln Fähigkeiten in der Anwendung und Dimensionierung von mechanischen Abwasserbehandlungstechniken und vertiefen ihr Wissen über grundlegende biologische und chemische Behandlungsverfahren. Hierzu gehören das Belebtschlammverfahren, die biologische N- und P-Elimination und chemische Fällungsprozesse. Darüber hinaus lernen sie die Bedeutung der Schlammbehandlung kennen und wie verschiedene Schlammbehandlungsstrategien angewendet werden, einschließlich der verschiedenen Techniken wie Eindickung, Stabilisierung, Entwässerung und P-Rückgewinnung. Schließlich werden sie mit der Motivation und den Methoden der erweiterten Abwasserbehandlung vertraut gemacht, wobei sie die Rolle von Aktivkohle, Ozon und Membrantechnologie in diesem Prozess verstehen.

**Description / Content English**

I. Introduction to the terminology and history of wastewater engineering.

Objectives: To provide basic knowledge of the terminology and historical development of wastewater technology, to raise awareness of future challenges.

Contents: Historical review and motivation for wastewater technology, future challenges in wastewater technology.

II. basics of urban drainage.

Objectives: To understand the principles and methods of urban drainage.

Contents: Concepts and strategies of urban drainage.

III. composition and quantity of wastewater.

Objectives: To gain knowledge of the characteristics and standards of wastewater.

Contents: Methods of analysis of wastewater, typical concentrations, wastewater standards and specifications.

IV. Basic mechanical treatment processes.

Objectives: To develop skills in the application and sizing of mechanical wastewater treatment techniques.

Contents: Screening processes, different forms of sedimentation and flotation, sizing of screens, grit chambers and primary sedimentation tanks.

V. Basic biological and chemical treatment processes.

Objectives: Understanding and applying biological and chemical processes for wastewater treatment.

Contents: Basics of the activated sludge process, biological N and P elimination, chemical precipitation, basics of aeration, wastewater calculation, mass balances in wastewater treatment, dimensioning of biological wastewater treatment plants (according to DWA-A131), membrane bioreactors (MBRs), wastewater quality standards in Germany.

VI. sludge treatment; methods and objectives of sludge treatment.

Objectives: To recognise the importance and application of different sludge treatment strategies.

Contents: Objectives of sludge treatment, thickening, stabilisation (aerobic and anaerobic), dewatering and conditioning, thermal drying and incineration, P-recovery, principles of digester design, treatment of sludge water.

VII. motivation and processes of advanced wastewater treatment.

Objectives: To understand the need and methods of advanced wastewater treatment.

Contents: Reasons for advanced wastewater treatment, common methods: Activated carbon, ozone and membrane technology.

### Learning objectives / skills English

Students gain a sound introduction to the terminology and history of wastewater engineering, enabling them to understand not only the historical development but also the current and future challenges of this field. Through the study of urban drainage, they will gain knowledge of the principles and methods behind it. Furthermore, they become familiar with the characteristics and standards of wastewater, learning about analytical methods, typical concentrations and applicable specifications. Students develop skills in the application and dimensioning of mechanical wastewater treatment techniques and deepen their knowledge of basic biological and chemical treatment processes. This includes the activated sludge process, biological N and P elimination and chemical precipitation processes. They will also learn about the importance of sludge treatment and how different sludge treatment strategies are applied, including the different techniques such as thickening, stabilisation, dewatering and P recovery. Finally, they are introduced to the motivation and methods of advanced wastewater treatment, understanding the role of activated carbon, ozone and membrane technology in this process.

### Literatur

Kunz, Peter; Behandlung von Abwasser; 4. überarbeitete Auflage – Würzburg: Vogel, ISBN 3-8023-1562-6, 1995  
Water Treatment Handbook, Volume 1 and 2; Degrémont, 7th English Edition, ISBN 978-2-7430-0970-0, 978-1-84585-005-0, 2007  
Sperling, M.; Biological Wastewater Treatment Series: Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal, Volume 1; IWA Publishing London, New York, ISBN 1 84339 161 9, 2007  
Sperling, M.; Biological Wastewater Treatment Series: Basic Principles of Waste Water Treatment, Volume 2; IWA Publishing London, New York, ISBN 1 84339 162 7, 2007  
Vesilind, P. A.; Rooke, R. L.; Wastewater Treatment Plant Design; Water Environment Federation 2003, IWA Publishing London, New York; ISBN 10 1-84339-024-8, ISBN 13 978-1-84339-024-4, Reprinted 2009

|   |                  |                              |                    |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| Water - Natural Science Fundamentals        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                 |                  |                              |                    |
| Water - Natural Science Fundamentals        |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>        |                  |                              |                    |
| <b>Water - Natural Science Fundamentals</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                 |                  |                              |                    |
| Water - Natural Science Fundamentals        |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                        |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Panglisch, Stefan                           |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                         | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5   | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                        | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2   | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                      |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung              |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>  |                  |                              |                    |
|   |                  |                              |                    |
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>        |                  |                              |                    |

Wasser, das oft als universelles Lösungsmittel bezeichnet wird, spielt bei zahlreichen chemischen Reaktionen und Prozessen eine zentrale Rolle. Das Modul bietet Studierenden einen tiefen Einblick in das Verständnis der einzigartigen chemischen Eigenschaften von Wasser und seiner Bedeutung in verschiedenen Reaktionen sowie ein tiefes Verständnis der wissenschaftlichen Prinzipien, die Wasser und seine Interaktionen mit anderen Chemikalien und Substanzen steuern. Es legt den Grundstein für weiterführende Studien und Anwendungen in den Wasserwissenschaften

#### 1. Einleitung

Ziele: Den Studierenden einen Überblick über das Themengebiet bieten und die Bedeutung des Wassers aus naturwissenschaftlicher Sicht hervorheben.

Inhalte: Präsentation des Moduls, Betonung der Relevanz von Wasser in naturwissenschaftlichen Abläufen, kurze Vorschau auf die Modulinhalte.

#### 2. Chemische Grundlagen

Ziele: Grundlegendes Verständnis chemischer Konzepte und Begriffe. Einblick in den molekularen Aufbau von Wasser.

Inhalte: Grundbegriffe der Chemie (Elemente, Moleküle, Ionen, etc.), Einführung in die Bindungstypen.

#### 3. Wasser - ein besonderes Molekül

Ziele: Erklärung der chemischen Eigenschaften von Wasser und deren Einzigartigkeit.

Inhalte: Struktur des Wassermoleküls, Polarität, Wasserstoffbrückenbindungen, thermodynamische und kinetische Eigenschaften von Wasser.

#### 4. Wasser als Lösungsmittel

Ziele: Verdeutlichung der herausragenden Rolle von Wasser als Lösungsmittel.

Inhalte: Interaktionen von Wasser mit Ionen und Molekülen, Hydratation, Eigenschaften wässriger Lösungen.

#### 5. Reaktionen von Säuren und Basen

Ziele: Verständnis für die Theorie und Praxis von Säuren und Basen in wässrigen Lösungen.

Inhalte: Theorien von Säuren und Basen, Messung und Berechnung des pH-Werts, Pufferlösungen.

#### 6. Löslichkeit und Löslichkeitsprodukt

Ziele: Einblick in die Grundsätze der Löslichkeit und das Konzept des Löslichkeitsprodukts.

Inhalte: Faktoren, die die Löslichkeit beeinflussen, Sättigungslösungen, das Löslichkeitsprodukt und dessen Bedeutung.

#### 7. Redox-Reaktionen

Ziele: Verständnis der Grundlagen und Anwendungen von Redoxreaktionen in wässrigen Lösungen.

Inhalte: Grundlegende Konzepte von Oxidation und Reduktion, galvanische Zellen, Elektrochemie.

#### 8. Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht

Ziele: Erkennen der chemischen Interaktionen zwischen Kalk und Kohlensäure und deren Relevanz für Wasserchemie und -aufbereitung.

Inhalte: Gleichgewichtsreaktionen von Kalk und Kohlensäure, Ausfällung von Calciumcarbonat, Anwendungen in der Wasseraufbereitung.

### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Durch das Modul „Water - Natural Science Fundamentals“ erwerben Studierende umfassende Kenntnisse über die chemischen Eigenschaften und die zentrale Rolle von Wasser in diversen Reaktionen. Die Teilnehmer entwickeln:

- Ein bewusstes Verständnis für die Bedeutung des Wassers aus naturwissenschaftlicher Perspektive.
- Grundlagenkenntnisse in Chemie, einschließlich molekularer Strukturen und Bindungstypen.
- Ein tiefes Verständnis für die Einzigartigkeit des Wassermoleküls, insbesondere seine Polarität und Wasserstoffbrückenbindungen.
- Fachwissen über Wasser als Lösungsmittel und seine Interaktionen mit Ionen und Molekülen.
- Kompetenzen in der Theorie und Praxis von Säure-Base-Reaktionen und der Messung des pH-Werts.
- Fachkenntnisse über Löslichkeitsprinzipien und das Konzept des Löslichkeitsprodukts.
- Expertise in Redoxreaktionen, Oxidation und Reduktion in wässrigen Lösungen.
- Ein fundiertes Verständnis des Gleichgewichts zwischen Kalk und Kohlensäure und dessen Anwendungen in der Wasseraufbereitung.

Durch diese Kenntnisse und Fähigkeiten wird den Studierenden eine solide Grundlage für weiterführende Studien in den Wasserwissenschaften geboten.

### Description / Content English

Often referred to as a universal solvent, water plays a central role in numerous chemical reactions and processes. The module provides students with a deep insight into understanding the unique chemical properties of water and its importance in various reactions, as well as an in-depth understanding of the scientific principles that govern water and its interactions with other chemicals and substances. It lays the foundation for further studies and applications in water science.

#### 1. Introduction

Objectives: To provide students with an overview of the subject area and to highlight the importance of water from a natural science perspective.

Contents: Presentation of the module, emphasis on the relevance of water in scientific processes, short preview of the module contents.

#### 2. Chemical basics

Objectives: Basic understanding of chemical concepts and terms. Insight into the molecular structure of water.

Contents: Basic concepts of chemistry (elements, molecules, ions, etc.), Introduction to types of bonds.

#### 3. Water - a special molecule

Objectives: Explanation of the chemical properties of water and its uniqueness.

Contents: Structure of water molecule, polarity, hydrogen bonding, thermodynamic and kinetic properties of water.

#### 4. Water as a solvent

Objectives: To illustrate the prominent role of water as a solvent.

Contents: Interactions of water with ions and molecules, hydration, properties of aqueous solutions.

#### 5. Reactions of acids and bases

Objectives: Understanding of the theory and practice of acids and bases in aqueous solutions.

Contents: Theories of acids and bases, measurement and calculation of pH, buffer solutions.

#### 6. Solubility and solubility product

Objectives: Insight into the principles of solubility and the concept of solubility product.

Contents: Factors affecting solubility, saturation solutions, solubility product and its importance.

#### 7. Redox reactions

Objectives: To understand the principles and applications of redox reactions in aqueous solutions.

Contents: Basic concepts of oxidation and reduction, galvanic cells, electrochemistry.

#### 8. Lime-carbonic acid equilibrium.

Objectives: To recognise the chemical interactions between lime and carbonic acid and their relevance to water chemistry and treatment.

Contents: Equilibrium reactions of lime and carbonic acid, precipitation of calcium carbonate, applications in water treatment.

### Learning objectives / skills English

With the module „Water - Natural Science Fundamentals“ students acquire comprehensive knowledge about the chemical properties and the central role of water in various reactions. Participants develop:

- A conscious understanding of the importance of water from a natural science perspective.
- A basic knowledge of chemistry, including molecular structures and types of bonding.
- A deep understanding of the uniqueness of the water molecule, especially its polarity and hydrogen bonding.
- Expertise in water as a solvent and its interactions with ions and molecules.
- Expertise in the theory and practice of acid-base reactions and the measurement of pH.
- Expertise in solubility principles and the concept of solubility product.
- Expertise in redox reactions, oxidation, and reduction in aqueous solutions.
- A sound understanding of the equilibrium between lime and carbonic acid and its applications in water treatment.

This knowledge and skills will provide students with a solid foundation for further studies in water sciences.

### Literatur

Eckard Worch; Hydrochemistry: Basic Concepts and Exercises, De Gruyter; 2nd, Revised and Extended Edition (30. Januar 2023); ISBN-10: 3110758768, ISBN-13: 978-3110758764

Werner Stumm, James J. Morgan; Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters; 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



|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Water Treatment 1                          |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Water Treatment 1                          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Water Treatment 1</b>                   |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Water Treatment 1                          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Panglisch, Stefan                          |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>       |                  |                              |                    |

Das Fach „Water Treatment 1“, beschreibt konventionelle Technologien zur Trinkwasseraufbereitung. Der Kurs gibt den Studierenden eine solide Grundlage zur Erkennung von Prozesseinheiten, zur Beschreibung ihrer Funktion und zur Durchführung von grundlegenden Berechnungen für den vorläufigen Entwurf einer Trinkwasseraufbereitungsanlage. Mit diesem Modul erwerben die Studierenden ein umfassendes Wissen über die Grundlagen und Techniken der konventionellen Trinkwasseraufbereitung. Das übergeordnete Ziel ist es, die Studierenden in die Lage zu versetzen, die verschiedenen Aspekte der Wasseraufbereitung zu verstehen und effektiv in der Praxis anzuwenden.

**1. Wasserinhaltsstoffe**

Ziele: Grundlegendes Verständnis der verschiedenen in Wasser vorhandenen Bestandteile und ihrer Bedeutung für die Wasseraufbereitung.

Inhalte: Charakterisierung der physikalischen, chemischen und biologischen Bestandteile von Wasser; Bedeutung dieser Bestandteile im Hinblick auf Wasseraufbereitungsverfahren.

**2. Wasser in urbanen Systemen**

Ziele: Verständnis der spezifischen Herausforderungen und Problematiken von Wasser in städtischen Umgebungen.

Inhalte: Einfluss von städtischen Aktivitäten auf die Wasserqualität; typische Verunreinigungen in städtischen Wassersystemen und ihre Quellen.

**3. Aufbereitung von Trinkwasser**

Ziele: Kenntnisse über gängige Verfahren und Techniken zur Trinkwasseraufbereitung.

Inhalte: Verschiedene Stufen der Trinkwasseraufbereitung; Methoden zur Behandlung und Verbesserung der Wasserqualität; Technologien und ihre Anwendungsbereiche.

**4. Sedimentation**

Ziele: Verständnis für die Grundlagen und Mechanismen der Sedimentation in der Wasseraufbereitung.

Inhalte: Prinzipien der Sedimentation; Einfluss von Partikelgröße und -dichte; Techniken zur Optimierung des Sedimentationsprozesses.

**5. Tiefenfiltration**

Ziele: Kenntnisse über die Funktionsweise und Anwendung der Tiefenfiltration in der Wasseraufbereitung.

Inhalte: Grundlagen der Tiefenfiltration; Auswahl von Filtermaterialien; Vorteile und Herausforderungen.

**6. Adsorption**

Ziele: Erwerben von Fachkenntnissen über den Adsorptionsprozess und dessen Rolle in der Wasseraufbereitung.

Inhalte: Theorie und Mechanismen der Adsorption; Auswahl und Einsatz von Adsorptionsmitteln; Effizienz und Grenzen des Adsorptionsverfahrens.

**7. Koagulation and Flockung**

Ziele: Verstehen der Prinzipien und Techniken von Koagulation und Flockung als essenzielle Prozesse in der Wasseraufbereitung.

Inhalte: Chemische und physikalische Grundlagen der Koagulation und Flockung; Einsatz von Koagulations- und Flockungsmitteln; Optimierung von Prozessparametern.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Im Modul „Water Treatment 1“, das konventionelle Technologien zur Trinkwasseraufbereitung behandelt, erwerben die Studierenden eine tiefgreifende Kenntnis der verschiedenen Bestandteile von Wasser und deren Auswirkungen auf urbane Systeme. Sie entwickeln ein solides Verständnis für gängige Verfahren und Techniken der Trinkwasseraufbereitung, insbesondere in den Bereichen Sedimentation, Tiefenfiltration, Adsorption sowie Koagulation und Flockung. Dieses Wissen befähigt sie, Prozesseinheiten in der Wasseraufbereitung zu identifizieren, ihre spezifischen Funktionen zu beschreiben und grundlegende Entwurfsempfehlungen für Trinkwasseraufbereitungsanlagen zu formulieren. Die erworbenen Kompetenzen legen den Grundstein für das Verständnis komplexer Aufbereitungssysteme und ermöglichen den Studierenden, fundierte Entscheidungen über die Auswahl und Anwendung geeigneter Technologien in der Praxis zu treffen.

**Description / Content English**

The subject „Water Treatment 1“, describes conventional technologies for drinking water treatment. The course gives students a solid basis for recognising process units, describing their function and performing basic calculations for the preliminary design of a drinking water treatment plant. With this module, students acquire a comprehensive knowledge of the fundamentals and techniques of conventional drinking water treatment. The overall aim is to enable students to understand and effectively apply the various aspects of water treatment in practice.

1. Water compounds

Objectives: Basic understanding of the various constituents present in water and their importance in water treatment.

Contents: Characterisation of the physical, chemical and biological constituents of water; importance of these constituents with respect to water treatment processes.

2. Water in urban systems

Objectives: To understand the specific challenges and issues of water in urban environments.

Contents: Influence of urban activities on water quality; typical contaminants in urban water systems and their sources.

3. Drinking water treatment

Objectives: Knowledge of common drinking water treatment processes and techniques.

Contents: Different stages of drinking water treatment; methods of treating and improving water quality; technologies and their applications.

4. Sedimentation

Objectives: Understanding of the principles and mechanisms of sedimentation in water treatment.

Contents: Principles of sedimentation; influence of particle size and density; techniques to optimise the sedimentation process.

5. Deep bed filtration

Objectives: Knowledge of the functioning and application of deep bed filtration in water treatment.

Contents: Basics of deep bed filtration; selection of filter materials; advantages and challenges.

6. Adsorption

Objectives: Acquire technical knowledge of the adsorption process and its role in water treatment.

Contents: Theory and mechanisms of adsorption; selection and use of adsorbents; efficiency and limitations of the adsorption process.

7. Coagulation and flocculation

Objectives: To understand the principles and techniques of coagulation and flocculation as essential processes in water treatment.

Contents: Chemical and physical principles of coagulation and flocculation; use of coagulation and flocculation agents; optimisation of process parameters.

### Learning objectives / skills English

In the module „Water Treatment 1“, which covers conventional technologies for drinking water treatment, students acquire an in-depth knowledge of the different components of water and their impact on urban systems. They develop a solid understanding of common drinking water treatment processes and techniques, particularly in the areas of sedimentation, depth filtration, adsorption, and coagulation and flocculation. This knowledge enables them to identify process units in water treatment, describe their specific functions and formulate basic design recommendations for drinking water treatment plants. The acquired competences lay the foundation for understanding complex treatment systems and enable students to make informed decisions about the selection and application of suitable technologies in practice.

### Literatur

Sontheimer et. al., Activated Carbon for Water Treatment; DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte Institut der Universität Karlsruhe (TH) 1988

Tien, C., Granular Filtration of Aerosols and Hydrosols, Butterworth Publishers; ISBN 0-409-90043-5 1989

Grombach, P.; Haberer, K.; Merkl, G.; Trüeb, E. U.; Handbuch der Wasserversorgungstechnik; Oldenbourg Verlag München Wien, ISBN 3-486-26142-8-379, 1993

Filters and Filtration Handbook, 3rd Edition Elsevier Science Publishers LTD; ISBN 1-85617-078-0, 1996

Lehr- und Handbuch der Wasserversorgung Bd. 6: Wasseraufbereitung – Grundlagen und Verfahren; DVGW Deutsche vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V.; Oldenbourg Industrieverlag München Wien, ISBN 3-486-26365-X, 2004

Water Treatment Handbook, Volume 1 and 2; Degrémont, 7th English Edition, ISBN 978-2-7430-0970-0, 978-1-84585-005-0, 2007

Grohmann, A. N.; Jekel, M.; Grohmann, A.; Szewick, R.; Szewyk, U.; Wasser: Chemie, Mikrobiologie und nachhaltige Nutzung; Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin / New York, ISBN 978-3-11-021308-9, 2011

Worch, E.; Adsorption Technology in Water Treatment: Fundamentals, Processes, and Modeling; Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin / New York, ISBN 978-3-11-174740-8, 2012

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Water Treatment 2                          |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Water Treatment 2                          |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Water Treatment 2</b>                   |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Water Treatment 2                          |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Panglisch, Stefan                          |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | SoSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 2                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>       |                  |                              |                    |

Das Fach „Water Treatment 2“, ist eine Ergänzung zum Fach „Water Treatment 1“ und beschreibt weitergehende Technologien zur Trinkwasser- und Schlammaufbereitung. Ebenso wie „Water Treatment 1“ gibt der Kurs den Studierenden eine solide Grundlage zur Erkennung von Prozesseinheiten, zur Beschreibung ihrer Funktion und zur Durchführung von grundlegenden Berechnungen für den vorläufigen Entwurf einer Trinkwasseraufbereitungsanlage. Das übergeordnete Ziel ist es, die Studierenden in die Lage zu versetzen, die verschiedenen Aspekte der Wasseraufbereitung zu verstehen und effektiv in der Praxis anzuwenden.

#### 1. Oxidation

Ziele: Verstehen der Rolle der Oxidation in der Trinkwasseraufbereitung, Erkennen ihrer Auswirkungen auf die Wasserqualität und Fähigkeit zur Implementierung in den Aufbereitungsprozess.

Inhalte: Grundlagen der Oxidation, verschiedene Oxidationsmittel, Anwendungsbereiche, Vorteile und Limitationen, Auswirkungen auf Wasserinhaltsstoffe.

#### 2. Desinfektion

Ziele: Kenntnisse über die Methoden und Bedeutung der Desinfektion zur Sicherstellung der Wasserqualität.

Inhalte: Desinfektionsmethoden, Mechanismen und Effizienz, Auswahl von Desinfektionsmitteln, Dosierung und Auswirkungen auf Mikroorganismen.

#### 3. Gasaustausch

Ziele: Verständnis der Bedeutung des Gaswechsels in der Wasseraufbereitung und seiner Rolle bei der Qualitätskontrolle.

Inhalte: Mechanismen des Gaswechsels, Anwendungen in der Wasseraufbereitung, Steuerung von Gasgehalten im Wasser.

#### 4. Ionenaustausch

Ziele: Kenntnisse über den Ionenaustauschprozess und seine Anwendung zur Verbesserung der Wasserqualität.

Inhalte: Grundlagen des Ionenaustauschs, Ionenaustauscharze und ihre Anwendungen, Regenerationsprozesse, Auswirkungen auf Wasserinhaltsstoffe.

#### 5. Schlammbehandlung

Ziele: Fachkenntnisse über die Behandlung und Entsorgung von Schlamm aus der Wasseraufbereitung.

Inhalte: Entstehung und Zusammensetzung von Schlamm, Behandlungsprozesse, Entsorgungsmethoden, Umweltauswirkungen und -normen.

#### 6. Wasseranalytik

Ziele: Fähigkeit zur Durchführung und Interpretation von Wasseranalysen zur Beurteilung der Wasserqualität.

Inhalte: Methoden der Wasseranalyse, Parameter und ihre Bedeutung, Interpretation von Analyseergebnissen, Qualitätssicherung.

### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Das Modul „Water Treatment II“ vertieft das Verständnis der Studierenden für konventionelle Technologien in der Trinkwasseraufbereitung. Nach erfolgreichem Abschluss des Kurses besitzen die Teilnehmer eine fundierte Kenntnis über die Rolle der Oxidation in der Wasseraufbereitung, insbesondere in Bezug auf ihre Auswirkungen auf die Wasserqualität. Sie werden mit den verschiedenen Desinfektionsmethoden vertraut gemacht und verstehen die zentrale Bedeutung der Desinfektion zur Gewährleistung der Trinkwasserqualität. Zudem erwerben sie ein tiefes Verständnis für die Mechanismen und Anwendungen des Gasaustauschs in der Wasseraufbereitung und können diesen effektiv zur Qualitätskontrolle einsetzen.

Die Studierenden entwickeln auch Fachkenntnisse im Bereich der Schlammbehandlung, wobei sie die verschiedenen Verfahren zur Behandlung und Entsorgung von Schlamm in der Wasseraufbereitung kennen und verstehen lernen. Durch das Erlernen von Methoden der Wasseranalyse sind sie in der Lage, die Qualität des Wassers effektiv zu bewerten und Analyseergebnisse korrekt zu interpretieren. Ein weiterer wichtiger Aspekt des Kurses ist der Ionenaustausch, wodurch die Studierenden ein fundiertes Verständnis für den Prozess und seine Auswirkungen auf die Wasserinhaltsstoffe erlangen. Insgesamt versetzt dieser Kurs die Studierenden in die Lage, Prozesseinheiten in der Wasseraufbereitung zu erkennen, ihre spezifischen Funktionen zu beschreiben und grundlegende Entwürfe für Trinkwasseraufbereitungsanlagen zu erstellen.

### Description / Content English

The subject „Water Treatment 2“, is a supplement to the subject „Water Treatment 1“ and describes more advanced technologies for drinking water and sludge treatment. Like „Water Treatment 1“, the course gives students a solid foundation in recognising process units, describing their function and performing basic calculations for the preliminary design of a drinking water treatment plant. The overall objective is to enable students to understand and effectively apply the various aspects of water treatment in practice.

1. Oxidation

Objectives: To understand the role of oxidation in drinking water treatment, recognise its impact on water quality and be able to implement it in the treatment process.

Contents: Basics of oxidation, different oxidants, areas of application, advantages and limitations, effects on water constituents.

2. Disinfection

Objectives: Knowledge of the methods and importance of disinfection to ensure water quality.

Contents: Disinfection methods, mechanisms and efficiency, selection of disinfectants, dosage and effects on microorganisms.

3. Gas exchange

Objectives: Understanding the importance of gas exchange in water treatment and its role in quality control.

Contents: Mechanisms of gas exchange, applications in water treatment, control of gas contents in water.

4. Ion exchange

Objectives: Knowledge of the ion exchange process and its application to improve water quality.

Contents: Basics of ion exchange, ion exchange resins and their applications, regeneration processes, effects on water constituents.

5. Sludge treatment

Objectives: Expertise in the treatment and disposal of sludge from water treatment.

Contents: Formation and composition of sludge, treatment processes, disposal methods, environmental impacts and standards.

6. Water analysis

Objectives: Ability to perform and interpret water analyses to assess water quality.

Contents: Methods of water analysis, parameters and their significance, interpretation of analysis results, quality assurance.

### Learning objectives / skills English

The module „Water Treatment II“ deepens the students' understanding of conventional technologies in drinking water treatment. Upon successful completion of the course, students will have a sound knowledge of the role of oxidation in water treatment, particularly in relation to its impact on water quality. They will become familiar with the different disinfection methods and understand the central importance of disinfection in ensuring drinking water quality. In addition, they acquire a deep understanding of the mechanisms and applications of gas exchange in water treatment and can use it effectively for quality control.

Students also develop expertise in sludge treatment, learning about and understanding the different methods of sludge treatment and disposal in water treatment. By learning water analysis methods, they are able to effectively assess the quality of water and correctly interpret analysis results. Ion exchange is another important aspect of the course, giving students a sound understanding of the process and its effects on water constituents. Overall, this course enables students to recognise process units in water treatment, describe their specific functions and create basic designs for drinking water treatment plants.

### Literatur

Grombach, P.; Haberer, K.; Merkl, G.; Trüeb, E. U.; Handbuch der Wasserversorgungstechnik; Oldenbourg Verlag München Wien, ISBN 3-486-26142-8-379, 1993

Lehr- und Handbuch der Wasserversorgung Bd. 6: Wasseraufbereitung – Grundlagen und Verfahren; DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V.; Oldenbourg Industrieverlag München Wien, ISBN 3-486-26365-X, 2004

Water Treatment Handbook, Volume 1 and 2; Degrémont, 7th English Edition, ISBN 978-2-7430-0970-0, 978-1-84585-005-0, 2007

Grohmann, A. N.; Jekel, M.; Grohmann, A.; Szewick, R.; Szewyk, U.; Wasser: Chemie, Mikrobiologie und nachhaltige Nutzung; Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin / New York, ISBN 978-3-11-021308-9, 2011

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>            |                  |                              |                    |
| Wellentheorie und Welleninduzierte Lasten        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                      |                  |                              |                    |
| Wave Theory and Wave Loads                       |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>             |                  |                              |                    |
| <b>Wellentheorie und Welleninduzierte Lasten</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                      |                  |                              |                    |
| Wave Theory and Wave Loads                       |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                             |                  |                              | <b>Lehrinheit</b>  |
| el Moctar, Bettar Ould                           |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                              | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                             | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                           |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                          |                  |                              |                    |
| Klausur oder Mündliche Prüfung                   |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>       |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| Die Vorlesung gibt eine Einführung in die nichtlineare Wellentheorie sowie die theoretische Beschreibung und die Berechnung welleninduzierter Lasten auf spezielle Offshore-Strukturen.       |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| Die Studierenden sind in der Lage, die Konzepte zur Beurteilung von Problemen im Zusammenhang mit nichtlinearen Wellen im Seegang in tiefem und flachem Wasser zu verstehen und zu erläutern. |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| The lecture gives an introduction to nonlinear wave theory, the theoretical description of seaways and the computation of wave induced loads on selected offshore structures. |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |
| The students are able to understand and explain the terminology and concepts to assess problems arising with waves in seaways and on shallow water.                           |

|  |
|--|
| <b>Literatur</b>   |
| G. F. Clauss, E. Lehmann, C. Östergaard: Meerestechnische Konstruktionen, Springer Verlag, 1988<br>J. V. Wehausen, E. V. Laitone: Surface Waves, In: S. Flügge (Hrsg.), Encyclopedia of Physics, Volume IX, Fluid Dynamics III, Springer Verlag, 1960<br>V. Bertram: Practical Ship Hydrodynamics, Butterworth-Heinemann, 2000 |

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>        |                  |                              |                    |
| Wertorientierte Unternehmenssteuerung        |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                  |                  |                              |                    |
| Value Based Management Accounting            |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>         |                  |                              |                    |
| <b>Wertorientierte Unternehmenssteuerung</b> |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                  |                  |                              |                    |
| Value Based Management Accounting            |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                         |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Wömpener, Andreas                            |                  |                              | MB                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                          | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | D                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                         | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  |                  |                              | 1                  |
| <b>Studienleistung</b>                       |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                      |                  |                              |                    |
| Klausur, Präsentation, Mitarbeit             |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>   |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|  |
|--|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>   |
| <p>Die Veranstaltung „Wertorientierte Steuerung“ fokussiert grundlegende Elemente der Finanzierung auf deren Basis der Unternehmenswert zur operativen und strategischen Steuerung herangezogen werden kann. Wertorientierte Steuerungssysteme sind auch in der Automobilindustrie von herausragender Bedeutung, da sie aufgrund ihrer klaren Zielorientierung und ihrer entscheidungsunterstützenden Funktion einen wichtigen Wettbewerbsvorteil darstellen können. In der Veranstaltung werden zunächst die Grundlagen der Unternehmensbewertung diskutiert, bevor konkrete Unternehmensbewertungsmethoden und darauf aufbauende Steuerungssysteme thematisiert werden. In Beispielen und Fallstudien werden die Inhalte vertieft.</p> <p>Im Seminarteil erarbeiten die Studierenden Themenfelder der zugehörigen Vorlesung anhand von Fallstudien. Die Fallstudien werden in Gruppen von mehreren Studierenden selbstständig bearbeitet und anschließend vor allen Teilnehmern vorgestellt.</p> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>  |
| <p>Die Studierenden haben die theoretischen Grundlagen der wertorientierten Unternehmenssteuerung sowie die wichtigsten Verfahren der Unternehmensbewertung kennen gelernt und verstanden. Sie sind in der Lage, die praktischen Anwendungsprobleme der Verfahren zu analysieren und deren Eignung für praktische Bewertungsprobleme zu beurteilen. Ebenso haben sie die wesentlichen Konzepte der wertorientierten Steuerung kennen gelernt und verstanden. Sie sind in der Lage, die Konzepte anzuwenden und ihre Anwendungsvoraussetzungen zu überprüfen. Sie kennen wertorientierte Kennzahlen, können diese gezielt einsetzen und ihre Eignung in unterschiedlichen Anwendungsgebieten beurteilen.</p>  |

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



The course „Value Based Management“ is focused on elements of enterprise valuation that can be applied in operational and strategic management. Systems of value-based management are of exceptional importance in the automotive industry as well, since they can present an important competitive advantage, due to their clear orientation on results und their supportive function in terms of decision making.

The course discusses the principal elements of corporate finance and builds on these elements to introduce specific methods of corporate valuation. The contents are deepened in examples and case studies from the automotive industry.

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

Students will get to know and understand theoretical basics of corporate finance, as well as the most important methods of corporate assessment. They are capable of analyzing the practical issues of the respective techniques, and are able to evaluate their applicability for practical challenges concerning corporate valuation. Additionally, they will become acquainted with and understand essential concepts of value-based management. They are able to apply these concepts and review the prerequisites for their implementation. Moreover, they are familiar with value-based key performance indicators and know how to assess their ability in various fields of application.

### **Literatur**

Drukarczyk, J. (2021): Unternehmensbewertung, 8. Aufl., München.

Perridon, L.; Steiner, M.; Rathgeber, A. (2022): Finanzwirtschaft der Unternehmung, 18. Aufl., München.

|  |                  |                              |                    |
|--|------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>      |                  |                              |                    |
| Wind Energy                                |                  |                              |                    |
| <b>Module title English</b>                |                  |                              |                    |
| Wind Energy                                |                  |                              |                    |
| <b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>       |                  |                              |                    |
| <b>Wind Energy</b>                         |                  |                              |                    |
| <b>Course title English</b>                |                  |                              |                    |
| Wind Energy                                |                  |                              |                    |
| <b>Verantwortung</b>                       |                  |                              | <b>Lehreinheit</b> |
| Shewarega, Fekadu; Vennegeerts, Hendrik    |                  |                              | ET                 |
| <b>Kreditpunkte</b>                        | <b>Turnus</b>    | <b>Sprache</b>               |                    |
| 5  | WiSe             | E                            |                    |
| <b>SWS Vorlesung</b>                       | <b>SWS Übung</b> | <b>SWS Praktikum/Projekt</b> | <b>SWS Seminar</b> |
| 2  | 1                |                              |                    |
| <b>Studienleistung</b>                     |                  |                              |                    |
| Hausarbeit                                 |                  |                              |                    |
| <b>Prüfungsleistung</b>                    |                  |                              |                    |
| Klausur                                    |                  |                              |                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b> |                  |                              |                    |
|  |                  |                              |                    |

|   |
|---|
| <b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>  |
| <p>Folgende Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Charakteristik der Verfügbarkeit des Winddargebots</li> <li>- Umformung von Windenergie in mechanische Energie</li> <li>- Generatoren für Windenergieanlagen und Konzepte für die Umformung in elektrische Energie (DFIG, Vollumrichter, etc.)</li> <li>- Umrichter für Windenergieanlagen, Design und Regelung</li> <li>- Netzanschlussregeln</li> <li>- Anforderungen und Konzepte für das Durchfahren von Netzfehlern</li> <li>- Offshore Windkraftwerke, Design und Netzeinbindung</li> </ul> |
| <b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>   |
| <p>Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen zur Beschreibung des Winddargebots, daraus folgende Gestaltungsmerkmale von Windenergieanlagen sowie die Funktionsweise von Windturbinen mit Schwerpunkt auf der elektrischen Ausgestaltung und der Regelung der Windenergieanlagen.</p>   |

|   |
|---|
| <b>Description / Content English</b>  |
| <p>The lecture will deal with the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Characteristics of the availability of the wind supply</li> <li>- power conversion, wind to mechanical power</li> <li>- Generators for wind turbines and concepts for converting of mechanical into electrical energy(DFIG, full rated converter type, etc.)</li> <li>- converter systems, design and control</li> <li>- Grid Codes</li> <li>- Fault Ride-Through during electrical failures in the network</li> <li>- offshore wind power plants</li> </ul> |
| <b>Learning objectives / skills English</b>   |

Students will be familiar with the basic principles for describing the wind supply, the resulting design features of wind turbines and the functioning of wind turbines with a focus on the electrical design and control of wind turbines.

## Literatur

Vorlesungsscript

D. Oeding, B.R. Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze.

Springer Vieweg, 8. Auflage 2016

Strauß, K.: Kraftwerkstechnik zur Nutzung fossiler, nuklearer und regenerativer Energiequellen. Springer-Verlag, 5. Auflage 2006

V. Crastan: Elektrische Energieversorgung 2.

Springer Verlag, 1. Auflage 2019

S. Heier: Windkraftanlagen – Systemauslegung, Netzintegration und Regelung. Springer Vieweg, 8. Auflage 2018