



Modulbeschreibung

M.Sc. Maschinenbau PO19 Produkt Engineering

Stand: November 2022

Modul- und Veranstaltungsverzeichnis

Kursname laut Prüfungsordnung			
Additive Fertigungsverfahren 2 - Kunststoffverarbeitung			
Course title English			
Additive Manufacturing 2 – Polymer processing			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2		1	
Prüfungsleistung			

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

Description / Content English
<p>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.</p>

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

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

Additive Manufacturing 3 – Metal processing

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Additive Fertigungsverfahren finden seit den frühen 2010er Jahren zunehmend Einzug in industrielle Produktionsprozesse. Vor allem von metallverarbeitenden additiven Fertigungsverfahren verspricht man sich in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen einen technologischen Mehrwert. Die zielführende Umsetzung dieser Mehrwerte erfordert jedoch ein vertieftes Prozess- und Methodenverständnis, welches im Rahmen der Lehreinheit vermittelt werden soll. Dies umfasst eine Beschreibung der unterschiedlichen Verfahren ebenso wie die Vermittlung der verfahrensseitigen Restriktionen und die komplexe Wechselwirkung der unterschiedlichen Prozesseinflussgrößen. Eine abschließende Betrachtung der wirtschaftlichen Randbedingungen soll den Teilnehmerinnen und Teilnehmern die Grundlagen zur zielführenden Anwendung metallverarbeitender additiver Fertigungsverfahren in der industriellen Praxis vermitteln.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden kennen die Möglichkeiten und Grenzen der metallverarbeitenden additiven Fertigungsverfahren. Sie sind fähig, anhand von praxisnahen Beispielen eine Produktionslösung unter technischen und wirtschaftlichen Kriterien auszuwählen, zu beurteilen oder zu optimieren.

Description / Content English

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

[1] Gibson, I., et al.: Additive Manufacturing Technologies. Boston, MA: Springer US, 2010. 978-1-4419-1119-3.

[2] VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V.
VDI 3405 Additive Fertigungsverfahren. Grundlagen, Begriffe, Verfahrensbeschreibungen. 2014

[3] VDI VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E. V.
Handlungsfelder - Additive Fertigungsverfahren. 2016

[4] Meiners, W.
Direktes selektives Laser Sintern einkomponentiger metallischer Werkstoffe. RWTH Aachen, Dissertation, 1999.
Aachen: Shaker, 1999. Berichte aus der Lasertechnik. 3826565711

[5] Kruth, J.-P., Levy, G., Klocke, F., and Childs, T.H.C.
Consolidation phenomena in laser and powder-bed based layered manufacturing [online]. CIRP Annals -
Manufacturing Technology. 2007, 56 (2), 730-759. Available from: 10.1016/j.cirp.2007.10.004.

[6] Li Yang, Keng Hsu, Brian Baughman, Donald Godfrey, Francisco Medina, Mamballykalathil Menon, Soeren
Wiener
Additive Manufacturing of Metals: The Technology, Materials, Design and Production Springer International
Publishing AG 2017, ISBN: 978-3-319-55128-9

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

Applied Computational Fluid Dynamics

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

Prüfungsleistung

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

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In der Vorlesung wird die Anwendung moderner Software für numerische Strömungsmechanik im Entwurfs- und Optimierungsprozess bei der Entwicklung neuer Produkte sowie zur Lösung von Problemen bei bestehenden Produkten in verschiedenen Industriezweigen vermittelt. Die Verknüpfung mit der theoretischen und experimentellen Strömungsmechanik steht dabei im Vordergrund.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden werden befähigt, verschiedene Strömungsarten durch Einsatz moderner Software zu simulieren, Simulationsergebnisse zu beurteilen und sie zur Lösung von praxisrelevanten Problemen anzuwenden. Ferner werden sie lernen, wie man Kenntnisse aus der theoretischen Strömungsmechanik zur Vorbereitung von Simulationen einsetzt und wie man die Fehler aus verschiedenen Quellen in einer Simulation abschätzt.

Description / Content English

In these lectures the use of modern software for computational fluid dynamics in the design and optimization process for new products as well as for solving problems with existing products in different engineering branches is described. The emphasis is on the link to the theoretical and experimental fluid dynamics.

Learning objectives / skills English

The students will be able to simulate different flow types using modern CFD-software, to evaluate simulation results and to apply them for solving of practical engineering problems. In addition, they will learn how to use knowledge from theoretical fluid dynamics to set up numerical simulations and how to estimate errors from various sources in flow simulations.

Literatur

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

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

Facilities Planning and Systems Engineering

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Themenschwerpunkte der Veranstaltung sind:

Grundlagen der Anlagenplanung / Einführung in die Systemtechnik / Anwendung der Systemtechnik bei der Anlagenplanung / Planung, Realisierung und Nutzung von Anlagen / Zielplanung, Zielsysteme / Systemgestaltung / Komplexe innovative Systeme / Systemtechnische Methodenbank (SMB) / Fallstudien

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden erhalten interdisziplinäre Fähigkeiten und Kenntnisse. Sie sind in der Lage, Systemtechnik als interdisziplinären Prozess zu verstehen, sie bei der Anlagenplanung anzuwenden, die fachlichen Grundlagen und Konzept zu verstehen und bei der Entwicklung komplexer Systeme zu nutzen, Methoden und Techniken auszuwählen und anzuwenden, in Teamarbeit eine wissenschaftliche Dokumentation zu erstellen und die Ergebnisse zu präsentieren und kritisch zu diskutieren.

Description / Content English

Main topics of the lecture are:

Principles of Facilities Planning / Introduction to Systems Engineering / Systems Engineering Application in Facilities Planning / Target Planning, Target Systems/ Systems Design / Complex Innovative Systems / Methods of Systems Engineering / Case Studies

Learning objectives / skills English

The students will gain interdisciplinary knowledge and skills. They are able to understand systems engineering as an interdisciplinary process and the application in facilities planning, to understand the fundamental principles and concepts of the subject and their application to the development of complex systems, to select and apply methods and techniques, to work in teams to prepare a scientific documentation, to give a successful presentation and discuss the solutions.

Literatur

Bachthaler, M.: Entwicklung und Anwendung der Systemtechnik bei komplexen innovativen Vorhaben sowie bei Mensch-Maschine-Systemen, Fortschritt- Berichte VDI, Reihe 16, Nr. 114, VDI-Verlag, Düsseldorf 2000

Blanchard, Benjamin S.; Fabrycky, Wolter J.: Systems Engineering and Analysis, 3. Edition, Prentice Hall, New Jersey 1998

Eversheim, W.; Schuh, G. (Hrsg.): Produktion und Management „Betriebshütte“, 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 1999

Patzak, G.: Systemtechnik - Planung komplexer innovativer Systeme, Grundlagen, Methoden, Techniken, Springer-Verlag, Berlin 1982

Sage, Andrew P.; Armstrong, James E.: Introduction to Systems Engineering, John Wiley & Sons, 2000

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Anwendungsprogrammierung im CAx-Umfeld****Course title English**

Application Programming with CAx-Systems

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Für einen optimalen Einsatz von IT-Systemen in der Produktentwicklung sind oftmals Anpassungen an den Standardsystemen erforderlich, damit diese die Unternehmensprozesse bestmöglich unterstützen. In der Veranstaltung werden die Möglichkeiten zur Anpassung von CAx-Systemen durch Programmierung vertieft vorgestellt. Einführend werden die informationstechnischen Grundlagen sowie der Aufbau von Programmierschnittstellen (API) vorgestellt. Für ausgewählte Problemstellungen werden jeweils geeignete Lösungskonzepte diskutiert. Am Beispiel des CAD-Systems SolidWorks werden folgende Inhalte behandelt:

Informationstechnische Grundlagen
 Grundlagen der Objektorientierten Softwareentwicklung
 Makroprogrammierung (VBA)
 Einführung in Visual Basic / Visual C/C++
 Integrierte Anwendungserweiterungen (AddIns)

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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.

Description / Content English

To achieve the most efficient use of IT-Systems within the Product Development it is often necessary to implement customization of standard systems to enable a seamless integration of the IT-Systems in the business processes. The main topic of the lecture is the customization of CAx-Systems with various techniques of programming. The introduction covers fundamentals of IT together with the architecture of Application Programming Interfaces (API). Based on typical scenarios the various solutions are discussed and evaluated. Using the example of the CAD/CAE-System SolidWorks the following contents are covered:

Fundamentals of IT in Product Development
 Fundamentals of Object Oriented Software Development
 Script Programming (VBA)
 Introduction to Visual Basic / Visual C/C++
 Integrated Application Extensions (AddIns)

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.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Arbeitswissenschaft			
Course title English			
Ergonomics			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	1
Prüfungsleistung			
Klausur			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
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.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
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.

Description / Content English
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.
Learning objectives / skills English
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
Schlick, C.; Bruder, R.; Luczak, H.: Arbeitswissenschaft, Springer Vieweg, 2018. Jung, H.: Personalwirtschaft, De Gruyter Oldenbourg, 2017

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

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

Description / Content English
<p>The course contains following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Introduction to the anatomy and functionality of the musculoskeletal system, b) Tribology of joints and endoprotheses, c) Possibilities and procedures for modelling and description of biomechanical processes in a multi-body simulation environment, d) Methods for the measuring of movement and motion analysis, e) Determination and interpretation of muscle activities with the Elektromyography (EMG), f) Application of simulation capabilities with the Finite Element Method (FEM) and the Finite Volume Method (FVM). <p>The lectures are given by the lecturer from the Faculty of Engineering as well as the Faculty of Medicine.</p>
Learning objectives / skills English
<p>In the course basic knowledge and relationships from the functional anatomy, especially from the cardiac and orthopaedic point of view are conveyed. The students are able to work independently on biomechanical problems applying modern procedures.</p>

Literatur

Kummer: Biomechanik, Deutscher ärzte-Verlag

Kapanji: Funktionelle Anatomie der Gelenke, Thieme

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

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

Fung Yuan-Cheng: Biodynamics. Circulation, Springer

Waite: Biofluid Mechanics in Cardiovascular Systems, Mcgraw-Hill

Kursname laut Prüfungsordnung**Dampfturbinen****Course title English**

Steam Turbines

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Im ersten Teil der Vorlesung wird den Studierenden der Einsatz der Systemkomponente Dampfturbine in Energiewandlungssystemen vorgestellt. Hierzu zählen die Umwandlung von Sonnenlicht in Strom mittels Concentrated Solar Power, Nutzung von Abwärme mittels des Organic Rankine Cycles, Einsatz von Radialexpandern in Brennstoffzellensystemen sowie Energiespeicherung mittels Carnot-Batterie. Weiterhin werden die verschiedenen Prozessführungen (Kondensations-, Gegendruck-, Entnahmeprozess, Sattedampfprozess, überkritischer Prozess) erläutert.

Die Bewertung der Dampfturbine und des Gesamtprozesses über verschiedene Wirkungsgrade und exergetische Betrachtungsweisen ist ebenso Bestandteil wie mögliche Prozessverbesserungen (Einfluss von Frischdampf Temperatur und -druck, regenerativer Speisewasservorwärmung, Zwischenüberhitzung).

Anschließend wird der Einsatz des Dampfkraftprozesses als Bottoming-Prozess erläutert. Die Betrachtung des Gesamtsystems führt schließlich zur Definition von Anforderungen an die Gestaltung der Dampfturbine.

Stufenkenngrößen, Gleichdruck-, überdruckstufen, Geschwindigkeitsstufung, Curtisrad, Niederdruckstufen, Nassdampfprobleme, axiale und radiale Bauart werden erläutert. Die eindimensionale Auslegung von Dampfturbinenstufen sowie Kenngrößen am Schaufelgitter ist ebenso Bestandteil wie die räumliche Strömung.

Hierzu werden die Lösungsansätze für das Grundgleichungssystem eingeführt und Profil-, Rand- und Spaltverluste sowie Sekundärströmungen besprochen. Danach werden verschiedene konstruktive Gesichtspunkte eingeführt (Trommelbauart, Kammerbauart, Axialschub und Schubausgleich, Turbinenläufer, Laufschaufeln, Schaufelbefestigung, Leitvorrichtungen, Zwischenböden, Leitschaufelträger, Turbinengehäuse, Wellenabdichtungen, Gehäuse- und Läuferdehnung). Die Vorlesung schließt mit der Regelung und dem Betriebsverhalten von Dampfturbinen.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden lernen die Dampfkraftprozesse im Detail kennen. Sie verstehen die Energiewandlungsprozesse und können sie entsprechend ihrer Effektivität beurteilen. Sie können die Strömungsprozesse in Dampfturbinen nachvollziehen und sind in Detailprobleme der Maschinen eingeführt. Sie sind in der Lage, Maschinenkonstruktionen zu entwerfen und das Betriebsverhalten von Maschinen zu beurteilen.

Description / Content English

In the first part of the lecture, students are introduced to the application of steam turbines in energy conversion systems. This includes the conversion of sunlight into electricity through Concentrated Solar Power, utilization of waste heat with the Organic Rankine Cycle, use of radial expanders in fuel cell systems and energy storage by means of Carnot batteries. Furthermore, different system designs (condensation, back-pressure, extraction, saturated steam, supercritical) are explained.

The evaluation of the steam turbine and the overall process via different efficiency definitions and exergetic analysis is also a part of the lecture, as are possible process improvements (live steam temperature and pressure, regenerative feedwater preheating, intermediate superheating). Subsequently, the use of the Rankine cycle as a bottoming process is explained. The consideration of the overall system finally leads to the definition

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

see weblink below.

Kursname laut Prüfungsordnung**Design-to-Cost und Qualitätsmanagement****Course title English**

Design-to-Cost and Quality Management

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Eine entscheidende Voraussetzung für den Erfolg der Automobilindustrie sind effiziente und leistungsfähige Prozesse sowohl in der Entwicklung als auch in Produktion und Qualitätsmanagement.

Diese Veranstaltung beleuchtet ganzheitlich den Prozess von Entwicklung über Produktion bis hin zum Qualitätsmanagement im Automobilbau. Dabei wird im ersten Teil detailliert auf Entwurf und Konstruktion unter besonderer Berücksichtigung von Kostengesichtspunkten sowie Kundenbedürfnissen eingegangen. Dabei wird neben der Vorstellung aktueller Werkzeuge und Methoden besonders die Umsetzung in der industriellen Praxis fokussiert. Bei dem Thema Produktion liegt der Schwerpunkt auf den Elementen und Methoden des Lean Manufacturing. Im zweiten Teil folgt die Betrachtung des Aspektes Qualitätsmanagement, wobei insbesondere das Total Quality Management, statistische Versuchsplanung und modellbasierte Qualitätsregelung detaillierter dargestellt werden.

Die Zusammenfassung der Aspekte Kosten und Qualität spiegelt die industrielle Realität wider, die eine Trennung dieser Aspekte bereits heute nicht mehr gestattet.

1. Design to Cost und Lean Management (Schramm)

Dieser Teil besteht aus einem theoretischen Vorlesungsteil in dem die Grundzüge des Design-to-Cost und des Lean Management vorgestellt werden. Hinzu kommen Übungen, in denen das Gelernte vertieft wird. Der zweite Vorlesungsteil umfasst eine Anwendung der theoretischen Inhalte von Teil 1 an einem realen Beispiel aus der Fahrzeugtechnik. Dieser Teil wird von einem Praktiker aus einem Unternehmen des Fahrzeugbaus gehalten.

2. Methoden und Anwendungen des Qualitätsmanagement (Wortberg)

- Werkzeuge des Qualitätsmanagements: QFD, FMEA, DOE, Prüfplanung etc.,
- Zertifizierungen und Audits
- Prozeßmanagement und Qualitätsregelung

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Der Schwerpunkt liegt auf den Themen kostengerechtes Design, Qualitätssicherung sowie eine Einführung in die Methoden und Begriffe des Lean Manufacturing. Die Studierenden verstehen die besonderen und neuen Anforderungen an Produkte in der Automobilindustrie.

Im Rahmen der Übungen bearbeiten die Studierenden unter Anleitung Fragestellungen aus der Praxis. Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, neben der Funktion der Systeme und Komponenten auch die anderen zunehmenden wichtigen Randbedingungen, wie Qualität und Kosten zu verstehen und einschlägige Methoden selbstständig weiter entwickeln und anwenden zu können.

Description / Content English

A crucial requirement for success in the automotive industry are efficient and powerful processes in development as well as in production and quality management.

This lecture examines the holistic process from development through production to quality management in automotive manufacturing. Therefore, design with particular regard to costs and customer needs is discussed in the first part in detail. Thereby not only the introduction of actual tools and methods but also the

implementation in industrial practice is focused in particular. When considering the issue of production the main focus lies on the elements and methods of lean manufacturing.

The second part then deals with the aspects of quality management particularly with regard to Total Quality Management, statistic experiment design and model based quality scheme.

The interaction of the cost and quality aspects reflects the industrial reality and already makes a separation of these aspects not possible.

1.Design to Cost and Lean Manufacturing (Schramm)

This part contains a theoretical lecture part introducing the fundamentals of Design to Cost and Lean Manufacturing. In addition, exercises are provided to deepen the content learned. The second lecture part includes an application of the theoretical content of the first part to a real example from vehicle technology. This lecture part will be given by a practitioner of an automotive company.

2. Methods and Application of Quality Management (Wortberg)

- Tools of quality management: QFD, FMEA, DoE, test planning
- Certifications and audits
- Process management and quality control

Learning objectives / skills English

The focus of this lecture lies in the cost-effective design, quality assurance as well as the introduction of the methods and definitions of Lean Manufacturing. The Students will understand the significant and new requirements for products in the automotive industry.

In the exercises the students will work on problems related to the industry.

The students should be enabled to understand not only the functional aspect of systems and components but also the increasingly important boundary conditions such as quality and cost and independently implement and develop relevant methods.

Literatur

Eigene Manuskripte, Online-Foliensätze, Quellenangaben in den Folien der entsprechenden Themen

Kursname laut Prüfungsordnung**Diagnosis and prognosis****Course title English**

Diagnosis and prognosis

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

- Methoden der Schadendiagnose I – Signalbasiert Methoden der Schadendiagnose II – Modellbasiert
- Methoden der Schadendiagnose III – Datenbasiert
- Vorhersage von Lebensdauer und Restlebensdauer
- Anwendungen
- Zur Veranschaulichung der Lehrinhalte werden Praktika und Übungen durchgeführt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Studierende erlernen die Grundprinzipien und Methoden der signal-, modell-, und datenbasierten Fehlererkennung und Schadendiagnose ebenso wie Prognosemethoden der Lebensdauer- bzw. Restlebensdauerbestimmung kennen und anzuwenden.

Description / Content English

- Methods of damage diagnosis I - Signal-based
- Methods of damage diagnosis II - Model Based
- Methods of damage diagnosis III - Data-based
- Prediction of lifetime and residual life
- Applications
- To illustrate the course content, exercises and practical exercises are carried out.

Learning objectives / skills English

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.

Literatur

- Gertler, J.J.: Fault detection and diagnosis in engineering systems. New York, Dekker, 1998
- Isermann, R.: (Hrsg.): Überwachung und Fehlerdiagnose. Moderne Methoden und ihre Anwendung bei technischen Systemen. VDI Verlag, Düsseldorf, 1994
- Klein, U.: Schwingungsdiagnostische Beurteilung von Maschinen und Anlagen. 2., überarbeitete Auflage. Düsseldorf, Stahleisen, 2000
- Lunze, J.: Automatisierungstechnik, Oldenbourg, 2003

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Die Methode der finiten Elemente 1****Course title English**

Finite Element Method 1

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Die Methode der finiten Elemente 2****Course title English**

Finite Element Method 2

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Als Fortführung der Übungen zur Methode der finiten Elemente werden nichtlineare und dynamische Probleme der Festigkeitslehre mit dem FE-Programmsystem ANSYS behandelt. Schwerpunkte sind große Deformationen, nichtlineares Materialverhalten, Dynamik und Kontaktprobleme. An ausgewählten Beispielen werden Lastschrittsteuerung sowie Lösungsoptionen vorgestellt, Hinweise zum Post-Processing gegeben und Ergebnisse diskutiert.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Lehrveranstaltung stellt das Verständnis für die grundlegenden mathematischen Methoden zur Behandlung von nichtlinearen und dynamischen Problemen her. Die Studierenden sind in der Lage, die geeignete Finite Elemente Formulierung vorzunehmen, um eine Fragestellung aus nichtlinearer und dynamischer Festigkeitslehre selbstständig zu definieren und zu lösen.

Description / Content English

In continuation to the exercise classes of the finite element method non-linear and dynamical problems concerning mechanics of materials are considered and solved using the FE software ANSYS. Special emphasis is given to large deformations, non-linear material behaviour, dynamics, and contact problems. The proper selection of load steps, specific options of the solution process and advanced features of the post-processor are explained using selected examples.

Learning objectives / skills English

The course provides an understanding of the basic mathematical methods for the treatment of non-linear and dynamical problems. The participants are able to independently apply an appropriate finite element formulation to define and solve questions from non-linear and dynamics mechanics of materials.

Literatur

Klein: FEM

Zienkiewicz: Methode der finiten Elemente. Hanser Verlag

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

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

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Energie- und Ressourceneffizienz in der Produktion****Course title English**

Energy- and Ressource Efficiency in Production

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

Prüfungsleistung

Präsentation der Teamarbeit und Klausur oder Mündliche Prüfung

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Energieeffizienz von Maschinen und Anlagen nimmt bei den aktuell kontinuierlich steigenden Energiekosten einen immer größer werdenden Stellenwert in der Industrie ein. Politische Forderungen verlangen nach einer deutlichen Senkung des CO₂-Ausstosses sowie nach einer erheblichen Steigerung der Energieeffizienz in der Produktion. Skalare Zielsetzungen sind auf politischer Ebene bereits für die Jahre 2020 sowie 2050 definiert. Immer mehr Produktionsbetriebe beschäftigen speziell ausgebildetes Personal als Effizienzmanager oder –beauftragte, welche im Unternehmen die Effizienz der Prozesse analysieren und effizienzsteigernde Maßnahmen und Konzepte umsetzen sollen.

Vorlesung:

Im Rahmen der Vorlesung werden folgende Themenbereiche behandelt:

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 & 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

Praktika/übungen:

In den Praktika werden ausgewählte Themen aus der Vorlesung anhand von Praktikumsversuchen und Fallanalysen vertieft. Im technischen Labor des Lehrstuhls für Konstruktion und Kunststoffmaschinen können beispielhaft an Kunststoff-Produktionsanlagen Energiemessungen durchgeführt und ausgewertet werden. Die Erarbeitung von Inhalten sowie deren Präsentation gehört zum übungsumfang.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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 is getting more and more important, especially taking into account the increasing energy prices. Political demands require decreasing CO₂ emissions as well as significantly increases of energy efficiency in industrial production processes. Scalar target values are already defined for the year 2020 and 2050. Nowadays more and more production sites give attention and recruit staff for positions like energy manager or energy coordinator. Task of such employees is to identify and to realize efficiency increases in production sites.

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:

Within the seminar selected topics from the lecture will be chosen to deepen the understanding. It is possible to measure real processes in the laboratory of the institute of product engineering, chair for engineering design and plastics machinery. Further it is part of the seminar to prepare a topic for visual 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

Kursname laut Prüfungsordnung**Experimentelle Methoden in der Maschinen- und Prozessdiagnose****Course title English**

Experimental Methods in Machine and Process Diagnostics

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

Prüfungsleistung

In Gruppenarbeit ist ein Protokoll der durchgeführten Versuche zu erstellen und eine Klausur von 60 Minuten zu absolvieren.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Lehrveranstaltung vermittelt den messtechnisch interessierten Studenten Einblicke in die Planung, Durchführung und die Auswertung ausgewählter Messverfahren. Hierzu gehören die Schwingungsmesstechnik und deren Anwendung in der Maschinendiagnose und 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.

Im Rahmen des Praktikums werden folgende Themenschwerpunkte behandelt:

- Applikation von Dehnmessstreifen (DMS) zur Spannungsanalyse an ausgesuchten Objekten
- Kalibrierung und Durchführung von Versuchen an den applizierten Objekten
- Vergleich von berechneten und gemessenen Daten
- Realisierung einer Telemetriemessung auf der Basis einer DMS Torsionsmessstelle
- Experimentelle Modalanalyse an einem ausgewählten Bauteil
- Betriebsschwingungsanalyse an einem ausgewählten Bauteil
- Anwendung der Verfahren der Maschinendiagnose an einem Wälzlagerprüfstand

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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.

Description / Content English

This lecture imparts the organization, realization and analysis of selected measuring methods. These include vibration measurements and their application in machine diagnostic and 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.

Keil, Stefan. (2017). Dehnungsmessstreifen (2. Auflage). Wiesbaden, Deutschland: Springer Vieweg.

Rohrbach, Christof. (1989). Handbuch für experimentelle Spannungsanalyse. Düsseldorf, Deutschland: VDI-Verlag GmbH

Micro-Measurements: Tech Note TN-515 DMS-Rosetten Auswahl, Anwendung und Datenauswertung, https://www.me-systeme.de/produkte/dehnungsmessstreifen/tech-notes/N-515-Rosetten_de.pdf.

Micro-Measurements. (2010). Tech Note TN-512-1 Die Messung ebener Schubzustände mit DMS. <https://www.micro-measurements.com>.

Telemetrie

Schnorrenberg, Werner. Telemetrie – Messtechnik Theorie und Praxis. www.telemetry-world.com.

Strukturanalyse

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

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

Zaveri, K. Phil, M. (1984). Modal Analysis of Large Structures. 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.

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Diese Vorlesung beschäftigt sich mit den Grundlagen der Fertigungstechnik. Nach einer Einführung in die Thematik, bei der die grundlegenden Begriffe erörtert werden, erfolgt eine Einteilung der Fertigungsverfahren nach DIN 8580 mit den Schwerpunkten:

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

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Nach dem Besuch der Vorlesung Fertigungstechnik sind die Studierenden in der Lage, die Vielzahl der unterschiedlichen Fertigungsverfahren zu bewerten und hinsichtlich ihrer Eignung und ihres Einsatzes auszuwählen.

Description / Content English

This lecture deals with the basics of manufacturing technology. After an introduction to the topic, providing the basic terms and definitions, manufacturing methods are classified due to DIN 8580 with special focus on the following key categories:

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

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

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

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

Description / Content English
<p>The students become familiar with the following contexts (even if they are repeated and deepened in different following lectures):</p> <p>Legal relationships and standards across different industrial sectors starting with Machinery Directive 2006/42/EG and the Product Safety Act.</p> <p>Associated Terms and Methods: Terms (error, failure, malfunction), Systematic and Random Errors, Risk Assessment, Error Models, Failure Rates, Common-Mode Error, Requirements for Error Detection and Diagnostic Methods, Description of Requirements SIL, ASIL, PFD, PFH or POD, DR, FAR in the context of diagnostic methods Methods for failure and risk minimization as well as securing functionality</p> <p>Functional safety according to IEC 61508, EN 62061, and EN ISO 13849</p> <p>Development and verification methodology for the automation context according to IEC 61508</p>
Learning objectives / skills English
<p>In the context of technical systems, students learn the necessity to use terms, standards systems and methods to analyze and describe hazards, risk, reliability, and safety. The students learn to define appropriate requirements, methods for analysis and description, e.g. to use procedures for verification management and to show connections to product development and risk management.</p>

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

Literatur

- Norm IEC 61508
- Bertsche, B. et al.: Zuverlässigkeit mechatronischer Systeme, Springer 2009
- Verma, A.K. et al.: Reliability and Safety Engineering, Springer, 2009
- Halang, W.A. (Hrsg): Funktionale Sicherheit, Springer, 2013
- Nanda, M. et al. (Eds.): Formal Methods for Safety and Security - Case Studies for Aerospace Applications, Springer, 2018
- Braband, J.: Funktionale Sicherheit. In: Fendrich, L.; Fengler, W. (Hrsg.) Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Springer, 2019
- Gilbert, G. et al. (Eds): Safety Cultures, Safety Models - Taking Stock and Moving Forward, Springer, 2019
- Keller, H.B. et al. (Eds.): Technical Safety – An Attribute of Quality - An Interdisciplinary Approach and Guideline, Springer, 2018

Kursname laut Prüfungsordnung**Grundlagen und Anwendung von Strömungssimulationen in der Kunststoffverarbeitung****Course title English**

Fundamentals and Applications of Computational Fluid Dynamics in Polymer Processing

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die 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.

In der Vorlesung werden die folgenden Grundlagen behandelt:

- Numerische Modellierung
- Die Finite-Volumen-Methode
- Rechenetze
- Diskretisierung
- Lösungsverfahren

Die Übung bzw. die Hausarbeit befassen sich mit den Themen:

- CAD-Modellierung von Werkzeugen
- Vernetzung mit Ansys Meshing
- Durchführen von Simulationen mit Ansys Fluent
- Auswertung mit Ansys CFD-Post
- CFD-gestützte Geometrie-Optimierung

Das Lehrangebot wird ergänzt durch umfangreiches Material für das Selbststudium, das über die moodle-Plattform bereitgestellt wird (weitergehende Literatur, Kurzanleitungen, Videos). Die Ermittlung von Materialparametern für die Simulation wird in Form eines Praktikums vermittelt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studenten 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 Studenten 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 optimise 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 are able to 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, 2018

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

Advanced Materials - Tribology

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

Prüfungsleistung

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

Es sind keine Quellen oder Lernunterlagen in der Klausur gestattet.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

Die Vorlesung ist unterteilt in folgende Kapitel:

Einführung und Geschichte der Tribologie

Reibung

Tribosysteme - Rauheit - tribologische Kontakte

Wahre Kontaktfläche

Kontakttemperaturen und Schmierung

Verschleiß und Verschleißmechanismen

Gleitverschleiß

Fretting und Fretting Fatigue

Kavitation / Erosion / Tribokorrosion

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

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

The lecture is structured into the following chapters:

Introduction and History of Tribology

Friction

Tribosystems - Roughness - Tribological Contacts

Real Contact Area

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

Lecture & exercise slides can be found in Moodle.

Special resources and additional reading is also provided in Moodle.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Informationssysteme der Logistik****Course title English**

Information Systems of Logistics

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Im Rahmen der Vorlesung werden operative und planerische Informationssysteme aus der Logistik vorgestellt. Ein Themenkreis behandelt Manufacturing Execution Systems (MES) aus wissenschaftlicher und anwendungsbezogener Sicht. Ein zweiter Themenkreis betrifft das Advanced Planning and Scheduling (APS) auf einer taktischen Ebene. In einem dritten Themenkreis wird die Digitale Fabrik mit ihren Schnittstellen und Modulen präsentiert.

Inhaltsverzeichnis:

- Überblick
- Einsatz von Informationssystemen in der Logistik
- Aspekte der Softwareentwicklung
- Manufacturing Execution Systems (MES)
- Aufgabenstellungen und Algorithmen in der Disposition
- Leitstände in der Produktion
- Staplerleitsysteme und Hoflogistik
- Lagerverwaltungssysteme (WMS)
- Verschnittoptimierung
- ARIMA-Modelle und Box-Jenkins-Methode
- Einführung in die Digitale Fabrik
- Anwendungsbeispiele aus der Digitalen Fabrik
- Informationssysteme im Supply Chain Management (SCM)
- Informationssysteme für das Customer Relationship Management (CRM)
- Aufbau von Enterprise-Resource-Planning Systemen (ERP)
- Standardsoftware in der Logistik
- Datenqualität und Softwarewartung
- Künstliche Intelligenz in der Logistik
- Blockchain
- Informationssysteme für das Customer Relationship Management (CRM)
- Aufbau von Enterprise Resource Planning Systemen (ERP)
- Standardsoftware in der Logistik
- Datenqualität und Softwarewartung

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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.

Description / Content English

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

Table of contents:

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

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

Information Technologies for Knowledge Based Engineering

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung sollen aus der Industrie stammende, aktuelle Problemstellungen aus dem Bereich des Datenmanagements von Produktentstehungsprozessen (PLM, MBSE, etc) bearbeitet werden. Hierzu arbeiten die Studierenden eigenständig in Projektteams (ca. 4 Gruppen a 4-5 Personen) an einem gemeinsamen Ziel, welches zu Beginn der Veranstaltung mit dem Unternehmen formuliert und innerhalb des Semesters realisiert werden soll. Neben den im Rahmen des Studiums angeeigneten Kompetenzen, lernen die Studierenden praktikable Methoden des Projektmanagements und der Problemlösung.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sollen lernen, ihre erlangten Fähigkeiten aus dem Studium auf ein reales Problem anwenden zu können. Sie erkennen, dass die Probleme im Unternehmen meist nicht rein technischer Natur sind, sondern häufig mit großen organisatorischen Schwierigkeiten verbunden sind. Im Rahmen der Projektarbeit lernen die Studierenden, wie die Arbeit in Projektteams funktioniert, wie Projektmanagement gelebt wird, wie regelmäßige Reportings vor dem Management zu halten sind und wie eine komplexe Problemstellung in einem definierten Zeitraum unter begrenzter zeitlicher Kapazität zu lösen ist. Die Studierenden erhalten somit einen umfassenden Einblick in die Tätigkeiten, die sie in naher Zukunft nach Abschluss ihres Studiums im Unternehmen erwarten wird.

Description / Content English

Within the scope of this course, current problems arising from the field of data management of product development processes (PLM, MBSE, etc.) have to be solved. For this purpose, the students work in project teams (about 4 groups of 4 to 5 persons) on a common goal, which should be formulated with the company at the beginning of the course and realized within the semester. In addition to the skills acquired during their studies, the students become acquainted with practicable methods of project management and problem solving.

Learning objectives / skills English

The students should learn to apply their acquired skills to solve a real problem. They realize that to solve the problems in industrial environment it is not sufficient to care purely on technical aspects, but are often associated with great organizational difficulties. As part of the project work, students learn how working in project teams works, how project management is lived, how to keep regular reporting in front of management and how to solve a complex problem in a defined time frame with limited time capacity. The students get a comprehensive insight into the activities that they will expect in the near future in the company after completing their studies.

Literatur

Vorlesungsfolien (pdf-Dateien)

Kursname laut Prüfungsordnung			
Instrumentelle Bewegungsanalyse			
Course title English			
Instrumental Motion Analysis			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
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 Mathematik im Vordergrund.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
In der Lehrveranstaltung werden grundlegende Kenntnisse und Zusammenhänge aus der instrumentellen Bewegungsanalyse aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht vermittelt. Die Studierenden werden durch die Veranstaltung in die Lage versetzt selbstständig menschliche Körpermodelle zu erstellen, biomechanische Messungen durchzuführen, Rohdaten zu prozessieren, Messdaten mit ingenieurwissenschaftlichen und mathematischen Methoden auszuwerten sowie Modelle und Ergebnisse zu validieren.

Description / Content English
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 mathematics.
Learning objectives / skills English
In this course basic knowledge of instrumental motion analysis from an engineer's point of view is given. The students will learn how to create models of human bodies, perform biomechanical measurements and process the data, and to analyze the measurements by means of engineering and mathematical methods as well to validate the models and the results.

Literatur
<ul style="list-style-type: none"> - 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

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

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

Description / Content English
In logistical distribution networks, transports are often carried out intermodally. This lecture deals with the design of logistical distribution networks and the optimization of transport chains. In particular, various operations research procedures for solving transportation problems, routing problems using dynamic optimization and genetic algorithms as well as solving route scheduling problems are presented. In addition, the lecture considers the multi-stage decision planning under uncertainty and application scenarios such as the transport optimization of a container network.
Learning objectives / skills English
The students are able to explain aspects of designing intermodal distribution networks. They are familiar with solution methods for various logistical optimization problems and they can assess their applicability and interpret the results.

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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Internationales Wirtschaftsrecht			
Course title English			
International Business Law			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS/SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
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.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Grundlagenvermittlung, die die Studierenden in die Lage versetzt, wirtschaftsrechtliche Sachverhalte richtig zu erfassen und einzuordnen, sowie angemessen darauf zu reagieren.

Description / Content English
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.
Learning objectives / skills English
Understanding the basic principles of international business law - developing the ability to judge, and react to, legal issues in the field of international business.

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Konstruieren mit Kunststoffen****Course title English**

Designing with Plastics

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Kunststofftechnologie Vorlesung:

- 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

Kunststofftechnologie übung:

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Der Einsatz von Kunststoffen im täglichen Gebrauch oder auch als funktionales technisches Bauteil hängt sehr stark von der werkstoffgerechten und verarbeitungsgerechten Konstruktion ab. So erlernen die Studierenden in der Veranstaltung Kunststofftechnologie die schlechteren mechanischen Eigenschaften von Kunststoffen gegenüber anderen Werkstoffen (Metallen) durch intelligente Konstruktionen zu kompensieren. Sie sind nach dem Besuch der Veranstaltung z. B. in der Lage das Motto „Viel hilft viel!“ in Bezug auf die Anwendung von Kunststoffen begründet zu widerlegen und an Stelle dessen sinnvolle Lösungsmöglichkeiten für die oben genannten Anforderungen zu entwerfen.

Description / Content English

Plastics Technology Lecture:

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

Plastics Technology exercise:

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

Learning objectives / skills English

The use of plastics in everyday use or as a functional technical component depends very strongly on the material and processing specific construction. The students learn to compensate the poorer mechanical properties of plastics compared to other materials (metals) by an intelligent design. At the end of the course the students are able to refute the overall device "A lot helps a lot!" with regard to the use of plastic materials by developing reasonable solutions to plastic specific questions.

Literatur

Hopmann, Michaeli, Einführung in die Kunststoffverarbeitung, 2010, ISBN: 3-446-42488-1

Ehrenstein, Mit Kunststoffen konstruieren, 2015, ISBN: 3-446-41322-7

Erhard, Konstruieren mit Kunststoffen, 2008, ISBN: 3-446-41646-3

Osswald, Polymer Processing Fundamentals, 1998, ISBN: 3-446-19571-8

Kursname laut Prüfungsordnung**Kreiselpumpen****Course title English**

Centrifugal Pumps

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

see weblink below.

--

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

Plastics Machinery and Processing: Extrusion Technology

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Vorlesung vermittelt den an der Kunststofftechnik interessierten Studenten sowohl die zum Verständnis der Prozesse grundlegenden Kenntnisse in der Verfahrenstechnik als auch ein breitgefächertes Basiswissen zur Konstruktion und Dimensionierung solcher Anlagen. Die Vorlesung Kunststoffmaschinen I setzt hierbei den Schwerpunkt im Bereich der sogenannten Extrusion, der kontinuierlichen Herstellung von Halbzeugen wie Rohre, Folien, Platten und Profile.

Vorlesung:

Im Rahmen der Vorlesung werden folgende Themenschwerpunkte behandelt:

- Einschnckenextruder (Aufbau, Verfahrenstechnik, Auslegung);
- Doppelschnckenextruder;
- einfache Extrusionswerkzeuge;
- Kalibrierung, Abzug und Konfektionierung von kontinuierlich hergestellten Halbzeugen;
- Profilwerkzeuge;
- Rohrextrusion;
- Blasfolienextrusion (Anlagenaufbau, Kühlung, Wendelverteilerwerkzeuge, Abzug);
- Flachfolienextrusion (Anlagenaufbau, Breitschlitzwerkzeuge);
- Extrusionblasformen (Anlagenaufbau, Verfahrenstechnik, Schließenheit);
- Streckblasformen;
- Spritz-Blasformen

übung:

In den übungen werden ausgewählte Vorlesungskapitel vertieft und anhand von Rechenbeispielen erweitert. Zu folgenden Themen finden übungen statt:

- Rheologische und thermodynamische Eigenschaften von Kunststoffschmelzen;
- Strömungen in Extrusionswerkzeugen;
- High-Speed-Extrusion und alternative Plastifiziersysteme;
- Schlauchfolienextrusion.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden verfügen sowohl über die zum Verständnis der Prozesse grundlegenden Kenntnisse in der Verfahrenstechnik als auch über ein vertieftes Wissen über Konstruktion und Dimensionierung kunststoffverarbeitender Maschinen, Werkzeuge und Anlagen. Die Veranstaltung mit dem Schwerpunkt „Extrusionsverfahren und -anlagen“ vermittelt ein breites, physikalisch fundiertes Wissen über den technologisch anspruchsvollen und zugleich wirtschaftlichen Einsatz der Extrusionstechnik für die kontinuierliche Herstellung von Halbzeugen wie Rohren, Folien, Platten und Profile. Die Studierenden beherrschen die Modellbildung und Simulation der z.T. gekoppelten Strömungs- und Wärmeaustauschprozesse in Extrusionsanlagen. Sie haben die Wechselwirkungen zwischen Rohstoffeigenschaften, den in den Anlagenabschnitten ablaufenden Verarbeitungsprozessen und den Produkteigenschaften insbesondere an den

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

Description / Content English

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

Lecture:

Main points of the lecture are:

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

Exercise:

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

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

Learning objectives / skills English

The students get the basic skills to understand processes in the process engineering as well as a deepened knowledge in construction and dimensioning of plastics processing machines, tools and plants. The course, which has its focus on „extrusion processes and extrusion plants“ conveys a wide, physical based knowledge about the technologic ambitiously and economic application of the extrusion technique for a continuous manufacture of semi-finished products like pipes, films, plates or profiles. The students command modelling and simulation of partly connected streaming processes and heat exchange processes in extrusion machines. They got to know the interaction between resource characteristics, manufacturing processes which expire in the different parts of plants and product characteristics especially on examples like „plasticising processes and cooling procedures“ and alternative systems like „film extrusion“ and „blow moulding“.

Literatur

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

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

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

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

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

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

Plastics Machinery and Processing: Injection Molding Technology

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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

Im Rahmen der Vorlesung werden folgende Themen behandelt:

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

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

Spritzgießen I - Prozesseinstellungen;

Spritzgießen II - Energieeffizienz;

Spritzgießen III - hochgefüllte Thermoplaste;

Spritzgießen IV - Zweikomponenten-Spritzgießen;

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden verfügen sowohl über die zum Verständnis der Prozesse grundlegenden Kenntnisse in der Verfahrenstechnik, als auch über ein vertieftes Wissen über Konstruktion und Dimensionierung kunststoffverarbeitender Maschinen, Werkzeuge und Anlagen. Die Veranstaltung mit dem Schwerpunkt „Spritzgießverfahren, -maschinen und -werkzeuge“ vermittelt ein breites, physikalisch fundiertes Wissen über den technologisch anspruchsvollen und zugleich wirtschaftlichen Einsatz der Spritzgießtechnik für die Bauteilherstellung unter besonderer Berücksichtigung innovativer Verfahrensvarianten bzw. Sonderverfahren. Die Studierenden beherrschen die Modellbildung und Simulation der z.T. gekoppelten Strömungs- und Wärmeaustauschprozesse in Spritzgießwerkzeugen. Sie haben die Wechselwirkungen zwischen Rohstoffeigenschaften, den in den Anlagenabschnitten ablaufenden Verarbeitungsprozessen und den Produkteigenschaften insbesondere an Beispielen zur „Prozess- und Produktqualitätsbeeinflussung“ kennen gelernt. Ferner kennen sie und alternative Antriebssysteme (hydraulisch/elektromechanisch) einschl. der Sensorik.

Description / Content English

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

During the lecture the following themes will be discussed:

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

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

Injection molding I - process configuration;

Injection molding II - energy efficiency;

Injection molding III - highly filled thermoplastics;

Injection molding IV - two-component injection molding;

Learning objectives / skills English

The students get the basic skills to understand processes in the process engineering as well as a deepened knowledge in construction and dimensioning of plastics processing machines, tools and plants. The course, which has its focus on „injection moulding processes, machines and tools“ conveys a wide, physical based knowledge about the technologic ambitiously and economic application of the injection moulding technique for component manufacturing in consideration of innovative variants of processing as the case maybe special processes. The students command modelling and simulation of partly connected streaming processes and heat exchange processes in injection moulding tools. They got to know the interaction between resource characteristics, manufacturing processes which expire in the different parts of plants and product characteristics especially on examples like „process and product influence“. Further they know alternative systems of drive (hydraulic/electro mechanic) including sensor systems.

Literatur

Johannaber, Kunststoff-Maschinenführer 4. Auflage, Hanser (2003), ISBN: 3-446-22042-9

Johannaber, Injection Molding Machines, A User's Guide, Hanser (2007), ISBN: 1-569-90418-9

Johannaber, Michaeli, Handbuch Spritzgießen, Hanser (2004), ISBN: 3-446-22966-3

Stitz, Keller, Spritzgießtechnik, Verarbeitung - Maschine - Peripherie, Hanser (2004), ISBN: 3-446-22921-3

Jaroschek, Spritzgießen für Praktiker, Hanser (2013), ISBN: 3-446-43360-0

Steinko, Optimierung von Spritzgießprozessen, Hanser (2007), ISBN-10: 3-446-40977-7

Menges, Michaeli, Mohren, Spritzgießwerkzeuge, Auslegung, Bau, Anwendung, Hanser (2007), ISBN-10: 3-446-40601-8

Gastrow, Injection Molds. 130 Proven Designs, Hanser (2006), ISBN-10: 3-446-40592-5

Osswald, Turng, Gramann, Injection Molding Handbook, Hanser (2007), ISBN-10: 3-446-40781-2

Greener, Wimberger-Friedl, Precision Injection Molding, Process, Materials and Applications, Hanser (2006), ISBN-10: 3-446-21670-7

Shoemaker, Moldflow Design Guide, A Resource for Plastics Engineers, Hanser (2006), ISBN-10: 3-446-40640-9

Osswald, Polymer Processing Fundamentals, Hanser (1998), ISBN: 1-569-90262-3

Kursname laut Prüfungsordnung**Machine Learning 1 – Theory and applications to classification, clustering, and regression****Course title English**

Machine Learning 1 – Theory and applications to classification, clustering, and regression

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1			3

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Studierenden werden mit den nachfolgenden Zusammenhängen vertraut gemacht (auch wenn sie in nachfolgenden unterschiedlichen Einzelveranstaltungen wiederholt und vertieft werden):

Grundlegende Einordnung Künstliche Intelligenz – Maschinelles Lernen – Lernen – Intelligenz

Einteilung der Methoden und Zusammenhänge

Nutzung am Beispiel FD/FDI

Mathematische Strukturen und Modelle

Probleme der Anpassung durch zu wenige/zu viele Details

Relation, Attribute, Trees, Tabellen

Nicht/lineare Beschreibung durch Gleichungen: Regression

Nutzung von Kernels

Instanzenbasierte Abbildung

Multivariable Statistik: Kernels, Dichte, Distanzen

Datentransformation: u.a. Warping

Adaption von Abbildung: überwachtes und nicht überwachtes Lernen

Lossfunktionen, Overfitting, Underfitting, Crossvalidation, Bootstrapping

Ergebnisvergleich: ROC, PR, ACC, DR, RC, ...

Methoden: SVM, RF, DT, NN, k-means

Entscheidungsfusion

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden erlernen im Kontext ingenieurwissenschaftlicher Nutzung die grundlegenden Begriffe (ML, AI, Lernen) und zu nutzen. Methodenunabhängig lernen die Studierenden die Grundidee der Modellierung datenbasierter Ansätze durch geeignete mathematische und algorithmische Strukturen kennen. Sie erkennen, dass die Adaption von Strukturen und Gleichungen an Daten die Abbildung von inhärenten Zusammenhängen erlaubt und lernen die Möglichkeiten kennen sich grundsätzlich beliebige eigene Modellstrukturen zu generieren und diese anzupassen. Die hierzu notwendigen Grundkonzepte werden vermittelt. Konkrete und übliche Methoden werden weitergehend erkannt und die Nutzung wird gelernt. Neben den grundsätzlichen theoretischen Zusammenhängen lernen die Studierenden mittels der Nutzung von einschlägigen Programmsystemen (hier: Matlab/Simulink) die schnelle Nutzung von Tools für unterschiedliche Anwendung kennen. Die Studierenden sind im Anschluss an diesen Kurs in der Lage eigenständig Aufgabenstellungen mit Hilfe üblicher Programmsysteme (hier: Matlab/Simulink) selbstständig umzusetzen und zu erweitern.

Description / Content English

Students will become familiar with the following contexts (even if they are repeated and deepened in subsequent different individual courses):

Basics: Artificial Intelligence - Machine Learning - Learning – Intelligence Classification of methods and contexts
 Motivation: Application for FD/FDI tasks Mathematical structures and models Problems of adaptation by too few/too many details Relation, attributes, trees, tables Non/linear description by equations: Regression Use of kernels Instance-based mapping Multivariable statistics: kernels, density, distances Data transformation: e.g. warping Adaptation of mapping: supervised and unsupervised learning Loss functions, overfitting, underfitting, crossvalidation, bootstrapping Comparison of results: ROC, PR, ACC, DR, RC, ... Methods: SVM, RF, DT, NN, k-means Decision fusion

Learning objectives / skills English

In the context of engineering use, students learn the basic concepts (ML, AI, learning) and how to use them. Independently of methods, students learn the basic ideas of modeling data-based approaches using appropriate mathematical and algorithmic structures. They recognize that the adaptation of structures and equations using data allows the mapping of inherent relationships and learn about the possibilities to basically generate their own model structures and to adapt them. The basic concepts necessary for this are taught. Concrete and common methods are further recognized and the use is learned. In addition to the basic theoretical contexts, the students learn how to quickly use tools for different applications by using relevant program systems (here: Matlab/Simulink). After this course, the students are able to independently implement and extend tasks using common program systems (here: Matlab/Simulink).

Literatur

Witten, I. H.; Eibe, F.; Hall, M.A.: Data mining - practical machine learning tools and techniques. 3 rd ed., Elsevier 2011
 Hastie, T.; Tibshirani, R.; Friedman, J.: Data Mining, Inference, and Prediction - The Elements of Statistical Learning, Second Edition, Springer, 2009
 James, G.; Witten, D.; Hastie, J.; Tibshirani, R.: An Introduction to Statistical Learning with Applications in R, Springer, 2013
 Chao, W.L.: Machine Learning Tutorial, DISP Lab, Graduate Institute of Communication Engineering, National Taiwan University, Taiwan, 2011
 Carrazza, S.: Lectures on Machine Learning, European Organization for Nuclear Research (CERN), TAE2018, 2018
 Mohri, M.: Introduction to Machine Learning, Lecture material, Courant Institute, New York State University and Google Research, 2011.
 Zisserman, A.: Machine Learning. Lecture material, Oxford University, UK, 2015.

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

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

Description / Content English
<p>The master-thesis is an examination paper, in which the student should show that he can solve a problem self-contained under guidance by using scientific methods, within 6 months at the end of his studies.</p> <p>This thesis is supervised and conducted like a project in practice considering methods of project management. Documentation and presentation (colloquium, German or English) should show that the student is able to illustrate relations and results in a coherent and precise way.</p>
Learning objectives / skills English
<p>The master-thesis represents an examination. Besides the professional engrossing by using an example the acquisition of soft skills are also gained:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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

Kursname laut Prüfungsordnung**Methoden der Systemtechnik****Course title English**

Systems Engineering Methods

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Themenschwerpunkte der Veranstaltung sind:

Entwicklung und Anwendung der Systemtechnik / Planung komplexer innovativer Systeme / Systemtechnischer Ansatz bei der Anlagenplanung / Systemtechnische Planungsmethodik / Planungs- und Problemlösungstechniken / Systemtechnische Methodenbank (SMB) / Bewertung und Auswahl von Systemen und Projekten / Spezielle Problemstellungen der Anlagenplanung / Fallstudien

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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.

Description / Content English

Main topics of the lecture are:

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

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

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.: System Engineering Management, 3rd Edition, John Wiley & Sons, 2003

Blanchard, Benjamin S.: Logistics Engineering and Management, 6. Edition, Prentice Hall International, New Jersey 2004

Ehrlenspiel, Klaus : Integrierte Produktentwicklung .- 2., überarb. Aufl. . - München [u.a.] : Hanser , 2003

Eversheim, W.; Schuh, G. (Hrsg.): Produktion und Management „Betriebshütte“, 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 1999

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

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

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

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

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Modellierung von Logistiksystemen****Course title English**

Modeling of Logistics Systems

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Vorlesung enthält eine Einführung in die ereignisdiskrete Simulation zur Abbildung diskreter stochastischer Prozesse. Es werden grundlegende Kapitel der Stochastik behandelt sowie die Vorgehensweise bei der Modellierung und Analyse logistischer Systeme anhand von Projekten aus der industriellen Praxis. Des Weiteren wird in die Optimierung in Verbindung mit der Simulationstechnik eingeführt. Die Teilnehmer werden zunächst mit kleineren Modellen konfrontiert und später an die Lösung komplexerer Aufgabenstellungen herangeführt.

Inhalte im Einzelnen:

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Teilnehmer haben die ereignisdiskrete Simulationstechnik im Unterschied zur kontinuierlichen Simulation kennen gelernt und sind in der Lage für konkrete Aufgabenstellungen die jeweils günstigste Technik zu nutzen. Sie verstehen die Grundprinzipien der jeweiligen Technik und beherrschen eine konkrete Software. Sie sind in der Lage Modelle mittlerer Größe und moderater Komplexität zu erstellen. Die Studenten erwerben die Fähigkeit verschiedene Softwarefunktionen zu nutzen um das Verhalten der Modelle zu analysieren und die Ergebnisse zu erklären. Die Teilnehmer können die Güte von Simulationsstudien beurteilen und Kriterien zur Validierung der Modelle anwenden.

Description / Content English

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

The lesson has the following content:

- Basic terms and definitions

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Modern Methods for the Control Robotic Manipulators****Course title English**

Modern Methods for the Control Robotic Manipulators

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Vorlesung vermittelt die grundlegenden Konzepte der nichtlinearen modellbasierten Regelung von Roboter manipulatoren. Folgende Themen werden behandelt:

- Roboterdynamik, angepasste Formulierung für die modellbasierte Regelung
- Konzepte der Stabilität von dynamischen Systemen
- das Konzept der Passivität eines Regelsystems
- moderne passivitätsbasierte Steuermethoden
- Die Methode der Feedback-Linearisierung
- Anwendung für Regelung von seriellen und parallelen Manipulatoren

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind vertraut mit den Grundlagen der modernen modellbasierten Regelungskonzepten für gesteuerte mechanische Systeme und in der Lage, diese auf Roboter manipulatoren anzuwenden.

Description / Content English

The lecture delivers the basic concepts of non-linear model-based control of robotic manipulators. It covers the following topics:

- robot dynamics, formulation tailored for model-based control
- stability concepts of dynamical systems
- the concept of passivity of a control system
- advanced passivity-based control methods,
- the method of feedback linearization
- application to serial and parallel manipulators

Learning objectives / skills English

Students are familiar with model-based control concepts for actuated mechanical systems and are able to apply them to robotic manipulators.

Literatur

H. Asada, J.J.E. Slotine: Robot Analysis and Control, Wiley, 1986

R. Ortega, A. Loria, P. J. Nicklasson, H. Sira-Ramirez: Passivity-based Control of Euler-Lagrange-Systems, Mechanical, Electrical and Electromechanical Applications, Springer, 1998

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Multibody Dynamics****Course title English**

Multibody Dynamics

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

Prüfungsleistung

Die Prüfung gliedert sich in zwei Teile: einen theoretischen Teil, in dem die Studierenden Lösungen für vorgegebene Aufgaben schriftlich erarbeiten (2/3 Gewichtung in der Endnote), und einen praktischen Teil, in dem die Studierenden ein einfaches Beispiel in ADAMS programmieren und auswerten (1/3 Gewichtung in der Endnote). Beide Teile müssen mit mindestens 40% der teilentsprechenden Punkten bestanden werden, um die Prüfung zu bestehen.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Der Kurs ist in fünf Abschnitte untergliedert, welche sich auf das Verständnis der Grundlagen der Mehrkörperdynamik konzentrieren:

- 1) Die Abstraktion von mechanischen Bauteilen / Subsystemen als kinetostatische Übertragung von Bewegung und Kräften
- 2) Die Idee, Mehrkörper-Dynamikgleichungen nur unter Verwendung von Kinematiken zu generieren („kinematische Differentiale“)
- 3) Die Idee der Generierung von Mehrkörper-Dynamikgleichungen unter Verwendung der Bewegungs- und Kraftübertragung
- 4) Konzepte und Methoden zur Lösung von Bewegungsgleichungen mit kinematischen Schleifen
- 5) Eine Einführung in den methodischen Ansatz von ADAMS

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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.

Description / Content English

The course is organized in five parts, each part focusing in the understanding of one principal idea in complex multibody dynamics:

- 1) The abstraction of a mechanical part/subsystem/system as a kinetostatic transmission of motion and forces
- 2) The idea of generating multibody dynamics equations using only kinematics ("kinematical differentials")
- 3) The idea of generating multibody dynamics equations using solely motion and force transmission
- 4) The concepts and methods to solve kinematical-loop constraint equations
- 5) Quick tour through the methodological approach of ADAMS

Learning objectives / skills English

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

Literatur

Nikraves

Computer-aided analysis of mechanical systems

Prentice Hall

Haug

Computer-Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems

Allyn and Bacon

Kursname laut Prüfungsordnung			
Numerics and Flow Simulation			
Course title English			
Numerics and Flow Simulation			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

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

Description / Content English
<p>The lecture teaches detailed understanding of numerical methods for simulation of fluid flows (CFD, computational fluid dynamics). Main topics are split in two parts:</p> <p>Part 1: mathematical basics of numerics for transport- and conservation-equations</p>

- 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

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

Computational Fluid Dynamics for Incompressible Flows 2

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Objektorientierte Methoden der Modellbildung und Simulation****Course title English**

Object-oriented Modelling and Simulation Methods

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Unter Verwendung des Ansatzes der objektorientierten Modellbildung ist es möglich, Modelle komplexer Systeme mit verhältnismäßig wenig Aufwand zu erstellen und zu simulieren. Durch die daraus resultierende Kostenersparnis wird dieser Ansatz im industriellen Umfeld immer populärer. Darüber hinaus sind die erstellten Modelle in der Regel sehr effizient, was den Einsatz bei virtuellen Inbetriebnahmen sowie in Simulatoren erlaubt. In dieser Vorlesung werden die Paradigmen der objekt-orientierten Modellbildung ebenso erklärt, wie notwendige Algorithmen zum Vereinfachen und Simulieren der entsprechenden Modelle.

Inhalte im Einzelnen:

- Begriffsbildung
- Grundlagen der Objekt-orientierte Modellierung - Symbolische Algorithmen für Generierung effizienter mathematischer Modellen
- Numerische Methoden für die Simulation von mathematischen Modellen

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden haben die Paradigmen der objekt-orientierten Modellbildung verstanden. Sie sind in der Lage die Folgen der Modellstruktur für die Gleichungsverarbeitung abzusehen und können somit unter Verwendung einer objekt-orientierten Modellierungssprache effiziente Modelle komplexer mechatronischer Systeme erstellen.

Die Übungen zu der Vorlesung werden als Rechnerübungen durchgeführt.

Dabei lernen die Studierenden Modelica-basierte Simulationstools (Dymola, OpenModelica) für die Modellbildung und Simulation komplexer Systeme zu verwenden.

Description / Content English

Object-oriented modeling allows for the generation of models of mechatronic systems in a relatively short period of time. Thus, object-oriented modeling became very popular in industry in the recent years. Furthermore, the emerging models are usually very efficient and can hence be used for virtual commissioning and simulators. This lecture is dedicated to the paradigms of object-oriented modeling as well as to required symbolic and numeric algorithms.

The contents are in particular:

- Definitions
- Basics of object-oriented modeling
- Numeric algorithms for the simulation of mathematical models

Learning objectives / skills English

The participants have understood the paradigms of object-oriented modeling. They have been put in the position to foresee the consequences of the model structure inside the symbolic and numeric algorithms. Furthermore, they are able to generate efficient models of complex mechatronic systems using an object-oriented modeling language.

The exercises will be a computer-based. The participants will learn how to work with modern Modelica-based simulation-tools (Dymola, OpenModelica).

Literatur

Kursname laut Prüfungsordnung**Plastomechanik und Umformverfahren****Course title English**

Theory of Plasticity and Forming Mechanism

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden können Umformverfahren und ihre zugehörigen Berechnungsmethoden sowohl der elementaren als auch der höheren Plastomechanik einschätzen und anwenden.

Description / Content English

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.

Learning objectives / skills English

The students are able to use basic slab methods for calculation of forming processes as well as methods of higher plasticity.

Literatur

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Practical Optimization for Mechanical Engineers****Course title English**

Practical Optimization for Mechanical Engineers

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

Prüfungsleistung

Die Prüfung besteht aus zwei Teilen: Ein theoretischer Teil, bei dem einige Optimierungsprobleme schriftlich gelöst werden sollen (2/3 der Gesamtnote), und ein praktischer Teil, bei dem ein Optimierungsproblem am Computer mit Matlab gelöst werden soll (1/3 der Gesamtnote). Um die Prüfung zu bestehen, müssen beide Teile mit mindestens 40% der Teilpunkte bestanden werden.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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.

- 1) Lineare Optimierungsprobleme: Simplex-Verfahren
- 2) Nichtlineare Optimierungsprobleme: Gradientenverfahren, Newton-Verfahren
- 3) Nichtlineare Optimierungsprobleme mit Nebenbedingungen: Penalty-Verfahren, Lagrange-Verfahren, SQP-Verfahren
- 4) Einführung in die Variationsrechnung
- 5) Einführung in die Optimalsteuerung

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Diese Lehrveranstaltung widmet sich den Grundalgorithmen zur Lösung von linearen und nichtlinearen Optimierungsproblemen mit Nebenbedingungen, einschließlich der direkten Diskretisierung von Optimalsteuerungsproblemen. Der Schwerpunkt wird auf den geschulten Einsatz von den modernsten Algorithmen der Optimization-Toolbox von Matlab gelegt.

Die Studierenden werden in die Lage versetzt, praktische Optimierungsprobleme mit Softwarepaketen wie Matlab effizient anzugehen.

Description / Content English

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 problem: Basic descent methods, Newton methods
- 3) Constrained nonlinear problems: Penalty and barrier methods, Lagrange methods, Sequential quadratic programming methods
- 4) Introduction to calculus of variations
- 5) Introduction to optimal control

Learning objectives / skills English

This course focuses on the basic methods for solving linear and nonlinear constrained optimization problems, including the direct discretization of optimal control problems, making special emphasis in the educated use of the state-of-the-art routines offered by Matlab's optimization toolbox.
The goal of the course is to train the students on how to solve practical optimization problems efficiently using tools like Matlab.

Literatur

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

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

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

Literatur
Vorlesungsskript (online) Ergänzende Literatur: Literaturangaben sind dem Online-Foliensatz zu entnehmen

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Vorlesung Production Management umfasst sowohl das strategische als auch das operative Production Management. Produzierende Unternehmen können als System betrachtet werden, welche aus den Produktionsfaktoren Mensch, Material und Maschine bestehen. Es werden Kenntnisse über einzelne Prozessschritte, die Erstellung von Arbeitsplänen, Implementierung von PPS Systemen, Lagerhaltung sowie andere wichtige Einflussgrößen vermittelt. Production Management ist Bestandteil eines Wertschöpfungsprozesses.</p> <p>Neben der Vorlesung werden Übungen angeboten.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Den Studierenden werden die Grundzüge des strategischen wie des operativen Produktionsmanagements vermittelt. Sie sind danach in der Lage, die Prozessabläufe in Produktionsbetrieben unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu überblicken und zu bewerten.</p>

Description / Content English
<p>Production Management (PM) comprises the strategic as well as the operative PM. Production enterprises can be regarded as systems consisting of the production factors (man, machine, material). The lectures contain all process steps from the choice of the product program, create of work plans /process management and the implementation of Production Planning and Control (PPC) with their strategies. Knowledge over material flow management / store management and other variables of influence are indispensable requirements in PM. Students learn how the PM is involved in the value added chain.</p>
Learning objectives / skills English
<p>The students will get to know the basics of strategic and operational production management. They are able to comprehend processes in production enterprises and are able to analyse production processes both from a technical and economic point of view.</p>

Literatur
<ul style="list-style-type: none"> - 106 Hans-Jürgen Warnecke: Der Produktionsbetrieb 1 : Organisation, Produkt, Planung, 2. Auflage, Springer Verlag 1995, ISBN 3-540-58392-0 - 107 Hans-Jürgen Warnecke: Der Produktionsbetrieb 2 : Produktion, Produktsicherung, 3. Auflage, Springer Verlag 1995, ISBN 3-540-58397-13. - 108 Hans-Peter Wiendahl: Betriebsorganisation für Ingenieure, 4. Auflage, Carl Hanser Verlag 1997, ISBN 3-446-18776-24. - 109 Marc A. Vonderembse/Gregory P. White: Operations Management (Concepts, Methods, Strategies), West Publishing Company NY

Kursname laut Prüfungsordnung**Prozesssimulation in der Metallurgie und Umformtechnik****Course title English**

Process Simulation in Metallurgy and Metal Forming

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

Prüfungsleistung

Projektarbeit in Gruppen (bis zu 4 StudentInnen)

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Erstellung simulationsgerechter Prozess-Modelle, numerische Methoden zur Lösung von gewöhnlichen und partiellen DGL, Simulation metallurgischer Prozesse und Prozesse der Umformtechnik an ausgewählten Beispielen.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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.

Description / Content English

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.

Learning objectives / skills English

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.

Literatur

Skript zur Veranstaltung

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

Computer Aided Engineering (CAE)

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

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

Recycling of Oxidic and Metallic Materials

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Mit Kriterien wie Rohstoffeffizienz und Energieproduktivität werden die Rahmenbedingungen für die technologische Entwicklung der Zukunft definiert. Die Veränderungen im Bereich der Verfügbarkeit sich nicht regenerierender Rohstoffe für die Produktion von Metallen wird unter Ressourcen und Kostengesichtspunkten dargestellt. Auf der Basis dieser Entwicklungen werden Abfallstoffe (Filterstäube, Schlämme usw.) in ihrer Zusammensetzung und ihrem mengenmäßigen Aufkommen diskutiert. Verfahren zur Extrahierung von Wertstoffen (z.B. Zink, Nickel usw.) aus diesen Konzentraten werden beschrieben. Dabei wird auf die metallurgischen Besonderheiten eingegangen, die in vielen Fällen die Entwicklungen komplexer Verfahrenstechniken bei hohen Temperaturen notwendig machen.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage zu beurteilen, welche Probleme beim Recycling von oxidischen (z.B. Filterstäube) im Vergleich zu metallischen (z.B. Schrott) Reststoffen existieren und welche Arten von Anlagen notwendig sind, um einen Recyclingprozess ökonomisch und ökologisch sinnvoll gestalten zu können.

Description / Content English

Raw material and energy productivity are important items for future developments. The changes in non-sustainable raw material markets for the production of metals are discussed under technical and economic aspects. The composition and the produced tonnages of typical waste materials from the iron and steel industry and the processes to extract valuable raw materials from waste materials are described. The lecture focuses on the metallurgical problems of the mainly high temperature processes.

Learning objectives / skills English

The students are able to understand and to evaluate the problems that do exist, if waste oxides in comparison to metallic waste materials are recycled. The students are qualified to describe the different requests that must be fulfilled, if recycling processes should run successful under economic and ecological conditions.

Literatur

Förstner, U.: Umweltschutztechnik, Springer 1995

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

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

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

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

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In der Vorlesung Schweißtechnik wird ein Überblick über die wesentlichsten Verfahren im Bereich Schweißen, Schneiden und thermische Beschichtungsverfahren gegeben. So werden grundlegende Hinweise zu den Verfahrensprinzipien, Anwendungsgebieten und Vor- und Nachteile dargestellt. Die Ausführungen werden mittels moderner Medien, z.B. Videos, Power-Point-Präsentationen etc. ergänzt.

Des Weiteren wird ein 1-tägiges Praktikum in der SLV Duisburg angeboten, in dem die Studierenden die Schweißverfahren praktisch erleben und auch selbst schweißen können.

Angeboten werden neben den klassischen Schutzgasverfahren (MIG/MAG/WIG) das LASERSchweißen, Plasma-Schweißen und besondere Widerstands-Schweißverfahren. Die bestandene schriftliche Prüfung ermöglicht die Zulassung zum Teil 1 der EWE-Prüfung (SFI).

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

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

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

SFI-Aktuell 2003, SLV Duisburg

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

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

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

Description / Content English
The development of success potentials in logistics is the subject of the lecture strategical logistics planning. Topics as supply chain management and controlling, such as the SCOR model, risk management in supply chains and the trends of green logistics and sustainability in logistics are considered. Location planning models and strategies for designing logistics networks are also part of the lecture.
Learning objectives / skills English
The students know the tools of strategic logistics planning, they are familiar with the designs of supply chains and the risk factors for logistics systems. They can also use location planning models and know concepts related to green logistics and sustainability.

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

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Vorlesung beleuchtet die komplette Wertschöpfungskette innerhalb eines Unternehmens. Neben der Konstruktion und der Produktionsplanung und Steuerung (PPS) beschäftigen sich Ingenieure heute zunehmend mit Inhalten der Materialwirtschaft, des Qualitätsmanagements, des Services und des betrieblichen Rechnungswesens. Im Rahmen der Veranstaltung werden daher alle beteiligten Organisationseinheiten, vom Einkauf bis zum Vertrieb betrachtet.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Den Studierenden werden die wichtigsten Prozesse entlang der Wertschöpfungskette vermittelt. Sie erhalten damit Verständnis für eine ganzheitliche und prozessorientierte Ausrichtung technischer Gestaltungsmethoden.

Description / Content English
The lecture focuses on the whole value adding chain of an enterprise. Starting with purchasing and finishing by sales and distribution, Engineers have to deal with topics of material management, quality management, services, communication and of course constructions and Production Planning and Control (PPC), which will be considered in this course.
Learning objectives / skills English
The students get used to all processes of the value adding chain and get knowledge of a holistic and process oriented expertise of technical design.

Literatur
Vorlesungsskript (online) Ergänzende Literatur: Literaturangaben sind dem Online-Foliensatz zu entnehmen

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

Failure Analysis

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

Prüfungsleistung

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Vorlesung befasst sich mit den modernen Strategien zur Schadensanalytik. Dabei werden zunächst die Schädigungsmechanismen von mechanisch, chemisch und thermisch bedingten Schäden vorgestellt und deren direkte Zuordnung anhand von Schädigungserscheinungsformen erläutert. Die Vorgehensweise stützt sich dabei auf übliche optische, physikalische und chemische Analysemethoden, sowie analytische Berechnungen. Nach Bestimmung der Schadensmechanismen und der Schadensfolge werden mögliche Wege zur Schadensabhilfe (Sofortmaßnahmen) und grundsätzlichen Vermeidung (Gegenmaßnahmen) vor dem Hintergrund realer Schäden aufgezeigt.

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

Broichhausen, Josef:

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

DU: 33WFB1760, E: 41WBF83

Lange, Günter [Hrsg.]:

Systematische Beurteilung technischer Schadensfälle.

DU: 43ZHE1904, E: 41ZLP1230

Grosch, Johann: [Serie]

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

E: 41ZLI1374

Kaesche, Helmut:

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

DU: D33ZMU1213, E: 31ZMP1006(2)

Kunze, Egon [Hrsg.]

Korrosion und Korrosionsschutz

DU: D33ZMP1226, E E40ZMP1266

VDI-Richtlinie 3822:

Schadensanalyse, Teil 1- Teil 5

Digitale Bibliothek über VDI-Richtlinien

Kursname laut Prüfungsordnung**Testing of Metallic Materials****Course title English**

Testing of Metallic Materials

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

Prüfungsleistung

Schriftliche Kofferklausur

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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.

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:

- Zugversuch
- Stauchversuch
- Biegeversuch
- Torsionsversuch
- Flachzugversuch und Prüfung von Blechwerkstoffen

Außerdem werden in der Vorlesung die mechanischen Eigenschaften von gekerbten Bauteilen behandelt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden wissen, das geeignete Testverfahren zur Ermittlung eines Werkstoffkennwerts auszuwählen, bzw. die Ergebnisse der verschiedenen Prüfverfahren hinsichtlich ihrer Aussagekraft zu beurteilen.

Die Studierenden kennen die Grenzen der Anwendbarkeit der verschiedenen Prüfverfahren für verschiedene Werkstoffe und können die Fehlermöglichkeiten richtig einschätzen.

Description / Content English

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Turboverdichter****Course title English**

Turbo Compressors

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

see weblink below.

--

Kursname laut Prüfungsordnung**Virtuelle Produktdarstellung****Course title English**

Virtual Product Representation

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Aufbauend auf grundlegenden Methoden der Produktentwicklung (Einsatz von CAD- und PDM-Systemen) werden Konzepte zur Integration von virtuellen Produktmodellen in angrenzenden Bereichen vorgestellt. Dazu werden zunächst aus informationstechnischer Sicht aktuelle Technologien wie „Cloud Computing“ oder „Mobile Devices“ vorgestellt und im Kontext der Produktentwicklung diskutiert. Neben der Integration dieser Systeme bilden Methoden zur Produktvisualisierung und Erzeugung von Animationen für die Bereiche Vertriebsunterstützung, Technische Dokumentation und technischer Service den Schwerpunkt der Veranstaltung. In den Übungen werden die Inhalte mit Hilfe der jeweiligen IT-Systeme vertieft.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden kennen die Struktur und Funktionsweise moderner CAD- und PDM-Systeme und die Verfahren zur Visualisierung von Produktmodellen in verschiedenen Formaten. Sie kennen die charakteristischen Eigenschaften bereichsübergreifender webbasierter Anwendungen und sind in der Lage, für konkrete Anforderungen Lösungskonzepte zu entwickeln.

Description / Content English

Based on the basic methods of product development (CAD and PDM systems) concepts for the integration of virtual product models in related areas are presented. Therefore the latest technologies like „Cloud Computing“ or „Mobile Devices“ are introduced with respect to the context of Product Development. Beside of the integration of these systems, another focus is laid on methods of product visualization and animation in the fields of customer relationship management, technical documentation and technical service. In the exercises the content will be worked on by using the particular IT systems.

Learning objectives / skills English

The students are familiar with the principles and functionality of the latest CAD- and PDM- systems and they know methods to visualize product models. They know characteristics of trans-sectoral web based applications and the concepts of integration into a virtual product model. They are able to define solutions for specific requirements.

Literatur

Vorlesungsskript (online)

Ergänzende Literatur:

Literaturangaben sind dem Online-Foliensatz zu entnehmen.

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung sollen aus der Industrie stammende, aktuelle Problemstellungen aus dem Bereich der digitalen Transformation von Produktentstehungsprozessen (CAD, CAM, PLM, Simulation) bearbeitet werden. Hierzu arbeiten die Studierenden eigenständig in Projektteams (ca. 4 Gruppen a 4-5 Personen) an einem gemeinsamen Ziel, welches zu Beginn der Veranstaltung mit dem Unternehmen formuliert und innerhalb des Semesters realisiert werden soll. Neben den im Rahmen des Studiums angeeigneten Kompetenzen, lernen die Studierenden praktikable Methoden des Projektmanagements und der Problemlösung.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sollen lernen, ihre erlangten Fähigkeiten aus dem Studium auf ein reales Problem anwenden zu können. Sie erkennen, dass die Probleme im Unternehmen meist nicht rein technischer Natur sind, sondern häufig mit großen organisatorischen Schwierigkeiten verbunden sind. Im Rahmen der Projektarbeit lernen die Studierenden, wie die Arbeit in Projektteams funktioniert, wie Projektmanagement gelebt wird, wie regelmäßige Reportings vor dem Management zu halten sind und wie eine komplexe Problemstellung in einem definierten Zeitraum unter begrenzter zeitlicher Kapazität zu lösen ist. Die Studierenden erhalten somit einen umfassenden Einblick in die Tätigkeiten, die sie in naher Zukunft nach Abschluss ihres Studiums im Unternehmen erwarten wird.

Description / Content English

Within the scope of this course, current problems arising from the field of digital transformation of product development processes (CAD, CAM, PLM, simulation) have to be solved. For this purpose, the students work in project teams (about 4 groups of 4 to 5 persons) on a common goal, which should be formulated with the company at the beginning of the course and realized within the semester. In addition to the skills acquired during their studies, the students become acquainted with practicable methods of project management and problem solving.

Learning objectives / skills English

The students should learn to apply their acquired skills to solve a real problem. They realize that to solve the problems in industrial environment it is not sufficient to care purely on technical aspects, but are often associated with great organizational difficulties. As part of the project work, students learn how working in project teams works, how project management is lived, how to keep regular reporting in front of management and how to solve a complex problem in a defined time frame with limited time capacity. The students get a comprehensive insight into the activities that they will expect in the near future in the company after completing their studies.

Literatur

Vorlesungsfolien (pdf-Dateien)

--

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

Heat and Mass Transfer

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

Prüfungsleistung

120 min schriftliche Prüfung/Klausur

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Im Rahmen dieser Vorlesung soll eine Einführung in die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der Wärme- und Stoffübertragung gegeben werden, die in sehr vielen technischen Prozessen eine große Rolle spielen. Sie erlauben uns Vorhersagen zur Geschwindigkeit der Wärme- und Stoffübertragung und geben uns somit Mittel an die Hand, technische Anlagen auszulegen, bei denen die Wärmeübertragung eine Rolle spielt. Somit werden die Inhalte dieser Vorlesung in der Energie- und Verfahrenstechnik, aber nicht nur dort, benötigt.

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Aufbauend auf den thermodynamischen Grundlagen, sollen die Studierenden die Grundkonzepte der Wärme- und Stoffübertragung verstehen und anwenden können. Die Lehre der Wärme- und Stoffübertragung beschäftigt sich mit der Geschwindigkeit, mit der sich thermodynamische Gleichgewichte einstellen. Zunächst werden für jede Art der Wärme- und Stoffübertragung die physikalischen Grundlagen und Gleichungen besprochen, anhand exakter Lösungen oder empirischer Korrelationen, sollen die Studierenden die Lösung typischer (einfacher) Problemstellungen aus der Technik kennen lernen und in den Übungen selbstständig anwenden. Hierbei soll auch mathematische Software zur Lösung der partiellen Differentialgleichungen der Wärmeübertragung eingesetzt werden. Ziel ist es, dass die Studierenden für eine gegebene Problemstellung aus der Wärme- und Stoffübertragung, das Problem bezüglich der wichtigsten Prozesse klassifizieren und daraufhin die entsprechenden Gleichungen formulieren können. Die Studierenden sollen in der Lage sein, mögliche Vereinfachungen der Gleichungen (1D, stationär,...) zu erkennen und damit einfache Lösungswege zu finden. Die Analogie zwischen Wärmeleitwiderstand und elektrischen Widerständen soll verstanden worden sein ebenso wie das Konzept des Wärmedurchgangs. Für konvektive Wärmeübertragung soll der Studierende die analytischen Lösungen für einfache Problemstellungen verstehen und die Konzepte der Ähnlichkeitstheorie anwenden können, um damit Auslegungsrechnungen durchführen zu können. Die Analogie zwischen Problem der Wärme- und der Stoffübertragung sollen verstanden werden, ebenso wie die Grenzen. Der Studierende soll die Vor- und Nachteile verschiedener Wärmeübertrager kennen lernen, um eine rationelle Auswahl treffen zu können. Die Grundlagen der Wärmestrahlung und deren Anwendung auf einfache Problemstellungen sollen beherrscht werden.

Description / Content English

The fundamentals of heat and mass transfer will be taught. Both being important in many technical processes within energy conversion and chemical engineering.

1. Introduction/Concepts
2. Conduction (stationary / instationary)
3. Diffusion
4. Convection (boundary layers, similarity, forced/free conv., flow around bodies, flow in channels)
5. Convection with phase change: boiling, condensation
6. Heat exchangers
- (7. Radiation)

Learning objectives / skills English

The students will be able to decide, which mechanisms of heat and mass transfer will be important for a given situation. The students will be able to formulate the governing equations and decide if simplifications regarding dimensionality are possible and reasonable. Simple heat transfer problems can be solved using either similarity correlations, analytical solutions or numerical solutions. The analogy between heat and mass transfer will be thoroughly understood and heat exchangers calculations can be performed using the NTU method.

Literatur

Polifke, Kopitz, Wärmeübertragung, Pearson Studium, München 2005

Frank P. Incropera, David P. DeWitt, Fundamentals of heat and mass transfer / . - 5th ed . - New York ; Chichester : Wiley , 2002

Baehr, Hans Dieter ; Karl Stephan: Wärme- und Stoffübertragung- 3. Aufl. . - Berlin [u.a.] : Springer , 1998

Kursname laut Prüfungsordnung**Wärmebehandlung metallischer Werkstoffe****Course title English**

Heat Treatment of Metallic Materials

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

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Gebrauchseigenschaften metallischer Werkstoffe werden im Rahmen des Fertigungsprozesses in sehr vielen Fällen durch eine gezielte Wärmebehandlung eingestellt. Inhalt der Vorlesung „Wärmebehandlung metallischer Werkstoffe“ sind die metallkundlichen Grundlagen der Wärmebehandlung und die dazu technologisch eingesetzten Verfahren sowie die apparative Durchführung von Wärmebehandlungsprozessen in der industriellen Fertigung. Neben den volumenorientierten Wärmebehandlungsverfahren für Härtung, Ausscheidung und Anlassen werden die thermisch-thermochemischen Verfahren zur Oberflächenhärtung bzw. Oberflächenbehandlung behandelt. Einen wichtigen Teil im Rahmen der Vorlesungsreihe bilden die modernen Wärmebehandlungsverfahren für Band- und Blechwerkstoffe im Bereich der modernen hochfesten schweißbaren Stahlwerkstoffe für den Automobilbau mit den kontinuierlichen Behandlungsverfahren, die heute Stand der Technik für die Herstellung von Karosseriewerkstoffen sind. Neben den technologischen Verfahrensprinzipien spielen die Methoden und Verfahren zur Vorausbestimmung der mechanischen Eigenschaften nach der Wärmebehandlung eine wichtige Rolle im Rahmen der Veranstaltung. Die in den Vorlesungen vermittelten theoretischen Grundlagen zur Wärmebehandlung metallischer Werkstoffe werden in exemplarischen Laborversuchen vertieft.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Der Studierende kennt die Wärmebehandlungsverfahren metallischer Werkstoffe und ihre werkstoffbezogene Anwendung. Er weiß, wie ein Werkstück aus gegebenem Werkstoff auf die bestimmte Temperatur-Zeit-Folgen reagiert, in welchen Grenzen die bewirkten Eigenschaftsänderungen streuen, welche Fehler auftreten können und wie wärmebehandelte Teile zweckentsprechend zu prüfen sind. Die Studierenden können die Wärmebehandlungsverfahren gezielt auswählen.

Description / Content English

The characteristic properties of metallic materials are in many cases as part of the production process set by a controlled heat treatment. The lectures of „Heat Treatment of Metallic Materials“ are the metallurgical fundamentals of heat treatment and the technological processes as well as the instrumental execution of heat treatment processes within the industrial production.

Beside the volume-oriented heat treatment process for hardening, precipitation and tempering the thermo and thermo-chemical heat treatment procedures are needed for surface hardening and/or surface treatment.

An important part of the lectures forms the modern heat treatments for strip and plate materials for car building with continuous processing lines which are today state-of-the-art technology for car body manufacture.

Beside the technological principles the student is able to inspect the microstructure of heat-treated materials and to decide whether or not the results are in line with the given requirements. The theoretical bases of the heat treatment of metallic materials, obtained in the lecture, are deepened in exemplary lab tests.

Learning objectives / skills English

The student knows the heat treatment procedures of metallic materials. The student knows how a certain sequence of temperature and time influences the properties, their testing, and their scatter. He also knows the possible uncertainties and failures. The students can select the suitable heat treatment, the application and further developments of heat treatments.

Literatur

Lidtke D. (Hrsg.): Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffe Kontakt & Studium, Band 349 Expert-Verlag, 2017, ISBN: 978-3-8169-3401-1

Lidtke, D.: Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen: Nitrieren und Nitrocarburieren. 3., völlig neu bearbeitete Auflage Kontakt & Studium, Expert-Verlag, Renningen, 2006

Werkstofftechnologie. Wärmebehandlungstechnik. DIN -Taschenbuch 218. Beuth Verlag, 2014, ISBN: 9783410246930

Dowling, E.N.: Mechanical Behavior of Materials, Auflage: 4, Prentice Hall, 2012, 978-0131395060,

De Cooman, B.C., Speer, J.G., Pyshmintsev, I.Yu., Yoshinaga, N.: Material Design - The Key to Modern Steel Products

Grips media GmbH, 2007

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

Materials for high temperatures and lightweight design

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

Prüfungsleistung

50% schriftliche Prüfung: Fragen zur schriftlichen Beantwortung.

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

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

Ashby; Materials Selection in Mechanical Design, Butterworth