



FRIEDRICH-ALEXANDER  
UNIVERSITÄT  
ERLANGEN-NÜRNBERG  
TECHNISCHE FAKULTÄT

Masterstudiengang

# Medizintechnik

Modulhandbuch

SS 2016

Prüfungsordnungsversion: 2013

Teilauszug Abschnitt

Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik,  
Gerätetechnik und Prothetik

Modulhandbuch generiert aus *UnivIS*  
Stand: 29.08.2021 23:12





# Medizintechnik (Master of Science)

SS 2016; Prüfungsordnungsversion: 2013

## M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP)

Es sind Module im Umfang von 20 ECTS zu belegen.

- Produktionssystematik, 5 ECTS, Jörg Franke, SS 2016 4
- Physik der Biologischen Materie, 7.5 ECTS, Ben Fabry, SS 2016 5
- Materialmodellierung und -simulation, 5 ECTS, Julia Mergheim, SS 2016 6
- Digitale Regelung, 5 ECTS, Andreas Michalka, SS 2016 7
- Umformtechnik, 5 ECTS, Marion Merklein, SS 2016 9
- Messdatenauswertung und Messunsicherheit, 2.5 ECTS, Klaus-Dieter Sommer, SS 2016 11
- Technische Produktgestaltung, 5 ECTS, Sandro Wartzack, Benjamin Schleich, SS 2016 13
- Methode der Finiten Elemente, 5 ECTS, Kai Willner, Dozenten, SS 2016 17
- Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics, 5 ECTS, Paul Stein- 19  
mann, Jan Friederich, SS 2016
- Rechnergestützte Messtechnik, 5 ECTS, Tino Hausotte, Zhongyuan Sun, SS 2016 21
- Fertigungsmesstechnik II, 5 ECTS, N.N, SS 2016 25
- Technische Schwingungslehre, 5 ECTS, Kai Willner, Martin Jersch, SS 2016 28

## M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP)

Es sind Module im Umfang von 20 ECTS zu belegen.

- Maschinenakustik, 5 ECTS, Stefan Becker, SS 2016 31
- Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik II, 2.5 ECTS, Michael Thoms, SS 33  
2016
- Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der Medizintechnik-MT, 2.5 ECTS, Aldo R. 34  
Boccaccini, Judith Roether, SS 2016
- Werkstoffoberflächen in der Medizin/Material surfaces in medicine, 2.5 ECTS, N.N, SS 35  
2016
- Biomechanik: Mechanische Eigenschaften biologischer Materialien, 2.5 ECTS, Benoit Mer- 36  
le, Claudia Fleck, SS 2016
- Medizintechnik II, 5 ECTS, Aldo R. Boccaccini, SS 2016 38

## M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP)

Es sind Module im Umfang von 10 ECTS zu belegen.

- Sonderthemen der Umformtechnik, 2.5 ECTS, Ulf Engel, SS 2016 39
- Werkstoffe der Elektronik in der Medizin, 2.5 ECTS, Miroslaw Batentschuk, Albrecht 41  
Winnacker, SS 2016

- Integrated Production Systems (Lean Management), 5 ECTS, Jörg Franke, SS 2016 42
- Biomaterialien für Tissue Engineering-MT, 2.5 ECTS, Aldo R. Boccaccini, SS 2016 44
- Technologie der Verbundwerkstoffe, 2.5 ECTS, Dietmar Drummer, SS 2016 45
- Handhabungs- und Montagetechnik, 5 ECTS, Jörg Franke, u.a., SS 2016 47

UnivIS: 29.08.2021 23:12

3

---

Modulbezeichnung: Produktionssystematik (PS) 5 ECTS  
(Production Systematics)

Modulverantwortliche/r: Jörg Franke

Lehrende: Jörg Franke

---

Startsemester: SS 2016 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std. Eigenstudium: 90 Std. Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

- Produktionssystematik (SS 2016, Vorlesung, 2 SWS, Jörg Franke)
- Übung zu Produktionssystematik (SS 2016, Übung, 2 SWS, Assistenten)

**Inhalt:**

Ziel dieser Vorlesung Produktionssystematik ist es, dem Studenten die gesamte Bandbreite der technischen Betriebsführung von der Planung, Organisation und technischen Auftragsabwicklung bis hin zu Fragen des Management und der Personalführung, Entlohnung sowie Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung näherzubringen. Die Übung zur Vorlesung vertieft diese Themen.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach einem Besuch der Vorlesung Produktionssystematik sollen die Studenten in der Lage sein:

- Ziele, Strategien, Vision und Mission der Unternehmen beurteilen zu können;
  - sich in der Aufbau- und Ablauforganisation eines Unternehmen zurecht zu finden; • die Inhalte der wesentlichen Kernprozesse produzierender Unternehmen zu kennen;
  - die technische und administrative Auftragsabwicklung nachzuvollziehen.
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Produktionssystematik (Vorlesung mit Übung) (Prüfungsnummer: 71011)

(englische Bezeichnung: Production Systematics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Jörg Franke

UnivIS: 29.08.2021 23:12

4

Modulbezeichnung:	Physik der Biologischen Materie (ILS-P5) (Physics of Biological Matter)	7.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Ben Fabry	
Lehrende:	Ben Fabry	
Startsemester: SS 2016	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 75 Std.	Eigenstudium: 150 Std.	Sprache: Deutsch
Lehrveranstaltungen:	Biophysik/Biomechanik (SS 2016, Vorlesung mit Übung, Ben Fabry)	

**Inhalt:**

- Grundlagen der Kontinuumsmechanik
- Thermodynamik elastischer Deformationen
- Diffusionsvorgänge in biologischen Medien
- Molekulare Motoren
- Modelle der Muskelkontraktion
- Komponenten des Zellskeletts
- Rheology biologischer Materie.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- sind in der Lage, Grundlagen der Biophysik mit Schwerpunkt molekularer Fragestellungen darzustellen und zu erklären
- können bestimmte physikalische Vorgänge (Diffusion, Deformation) in biologischen Medien nachvollziehen
- können Modelle der Muskelkontraktion verstehen und anwenden
- sind fähig, das theoretische Fachwissen im Bereich der Physik biologischer Materie in den praktischen Übungen anzuwenden

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Integrated Life Sciences: Biologie, Biomathematik, Biophysik (Bachelor of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Klausur zur Vorlesung Physik der Biologischen Materie (Prüfungsnummer: 68401)

(englische Bezeichnung: Examination (Klausur) on Lecture: Physics of Biological Matter)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: SS 2016

1. Prüfer: Ben Fabry

Modulbezeichnung:	Materialmodellierung und -simulation (MatMod) (Materials Modeling and Simulation)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Julia Mergheim	

Lehrende: Julia Mergheim

---

Startsemester: SS 2016	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

---

Lehrveranstaltungen:

Materialmodellierung und -simulation (SS 2016, Vorlesung, 4 SWS, Julia Mergheim)

---

Empfohlene Voraussetzungen:

Grundkenntnisse in Kontinuumsmechanik und der Linearen Finite Elemente Methode

---

Inhalt:

- Grundlagen der Materialmodellierung
- Plastizität und Viskoplastizität
- Viskoelastizität in 1D
- zugehörige Integrationsalgorithmen
- Tensornotation, Elastizität in 3D
- Plastizität und Viskoplastizität in 3D
- Viskoelastizität in 3D
- zugehörige Integrationsalgorithmen

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- sind vertraut mit unterschiedlichem Materialverhalten
  - können unterschiedliches Materialverhalten modellieren (elastisch, plastisch,...)
  - kennen geeignete Integrationsalgorithmen
  - verstehen die numerische Umsetzung der Modelle Literatur:
    - Simo and Hughes: Computational Inelasticity. Springer-Verlag, 2000.
    - Lemaitre and Chaboche: Mechanics of Solid Materials. Cambridge University Press, 1990.
    - Haupt: Continuum Mechanics and Theory of Materials. Springer Verlag, 2000.
    - Ottosen and Ristinmaa: The Mechanics of Constitutive Modeling. Elsevier, 2005.
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Materialmodellierung und -simulation (Prüfungsnummer: 484981)

(englische Bezeichnung: Material modeling and simulation)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Julia Mergheim

---

Modulbezeichnung: Digitale Regelung (DIR)  
(Digital Control)

5 ECTS

Modulverantwortliche/r: Andreas Michalka

Lehrende: Andreas Michalka

---

Startsemester: SS 2016	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

Lehrveranstaltungen:

Digitale Regelung (SS 2016, Vorlesung, 2 SWS, Andreas Michalka)  
 Übungen zu Digitale Regelung (SS 2016, Übung, 2 SWS, Xiaoying Bai)

---

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

Regelungstechnik A (Grundlagen)  
 Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)

---

Inhalt:

Es werden Aufbau u. mathematische Beschreibung digitaler Regelkreise für LZI-Systeme sowie Verfahren zu deren Analyse und Synthese betrachtet:

- quasikontinuierliche Beschreibung und Regelung der Strecke unter Berücksichtigung der DA- bzw. AD-Umsetzer
- zeitdiskrete Beschreibung der Regelstrecke als Zustandsgleichung oder z-Übertragungsfunktion
- Analyse von Abtastsystemen, Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit
- Regelungssynthese: Steuerungsentwurf, Zustandsregelung und Beobachterentwurf, Störungen im Regelkreis, Berücksichtigung von Totzeiten, „Intersampling-Verhalten“.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- erläutern Aufbau und Bedeutung digitaler Regelkreise.
  - leiten mathematische Beschreibungen des Abtastsystems in Form von Zustandsgleichungen oder z-Übertragungsfunktionen her.
  - analysieren Abtastsysteme und konzipieren digitale Regelungssysteme auf Basis quasikontinuierlicher sowie zeitdiskreter Vorgehensweisen.
  - entwerfen Steuerungen, Regelungen und Beobachter und bewerten die erzielten Ergebnisse.
  - diskutieren abtastregelungsspezifische Effekte und bewerten Ergebnisse im Vergleich mit dem kontinuierlichen Systemverhalten.
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Digitale Regelung\_ (Prüfungsnummer: 73601)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017  
1. Prüfer: Andreas Michalka

---

Organisatorisches:

Die Vorlesungen "Regelungstechnik A" und "Regelungstechnik B" oder "Einführung in die Regelungstechnik" werden vorausgesetzt.

---

Modulbezeichnung:	Umformtechnik (UT) (Metal Forming)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Marion Merklein	
Lehrende:	Marion Merklein	

---

Startsemester: SS 2016	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

Lehrveranstaltungen:  
 Umformtechnik (SS 2016, Vorlesung, 4 SWS, Marion Merklein)

---

**Inhalt:**

In der Vorlesung Umformtechnik am Lehrstuhl für Fertigungstechnologie werden die grundlegenden Kenntnisse zu den verschiedenen Verfahren der Massiv- und Blechumformung vermittelt. Zunächst werden die Grundlagen der Werkstoffkunde, der Plastizitätstheorie und der Tribologie behandelt, die als Basis für das Verständnis der einzelnen Umformverfahren dienen. Anschließend werden die Verfahren der Massivumformung - Stauchen, Schmieden, Walzen, Durchdrücken und Durchziehen - und der Blechumformung - Tiefziehen, Streckziehen, Kragenziehen, Biegen und Schneiden - vorgestellt. Anhand von Prinzipskizzen und Musterteilen wird vor allem auf die erforderlichen Kräfte und Arbeiten, die KraftWeg-Verläufe, die Spannungsverläufe in der Umformzone, die Kenngrößen und Verfahrensgrenzen, die Werkzeug- und Werkstückwerkstoffe, die Werkzeugmaschinen und die erreichbaren Genauigkeiten eingegangen. Dabei werden neben den Standardverfahren auch Sonderverfahren und aktuelle Trends angesprochen. In der Vorlesung ist eine Übung integriert, in der das vermittelte Wissen angewendet wird.

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz Wissen*

- Die Studierenden erwerben Wissen über die Grundlagen der Umformverfahren.

*Verstehen*

- Die Studierenden können verschiedene Umformverfahren beschreiben sowie anhand verschiedener Kriterien vergleichen.

*Anwenden*

- Die Studierenden sind in der Lage, das vermittelte Wissen zur Lösung konkreter umformtechnischer Problemstellungen anzuwenden.

*Analysieren*

- Die Studierenden können geeignete Fertigungsverfahren zur umformtechnischen Herstellung von Produkten bestimmen.

**Literatur:**

- Lange, K.: Umformtechnik (Band 1-3), Berlin, Heidelberg, New York, Springer 1984
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Umformtechnik (Prüfungsnummer: 72001)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Marion Merklein

---

Organisatorisches:

Vorlesungen "Produktionstechnik I+II" und "Werkstoffkunde" bzw. entsprechende Kenntnisse

Prüfung: meist schriftlich im Herbst (Oktober) oder Frühjahr (April)

Modulbezeichnung: Messdatenauswertung und Messunsicherheit (MDA) 2.5 ECTS  
 (Measurement Data Evaluation and Measurement Uncertainty)

Modulverantwortliche/r: Klaus-Dieter Sommer

Lehrende: Klaus-Dieter Sommer

Startsemester: SS 2016 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 30 Std. Eigenstudium: 45 Std. Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Messdatenauswertung und Messunsicherheit (SS 2016, Vorlesung, 2 SWS, Klaus-Dieter Sommer)

Inhalt:

Messsysteme und Strategien zur Messdatenverarbeitung Begriffe und Definition (Wiederholung), Kennlinien und Kennlinieninterpolation (Taylor, Newton, Lagrange, Spline, Fourier), Funktionsstrukturen von Messsystemen, Modellbildung für die Auswertung von Messungen (Übersicht), Beobachtungen, Einflüsse und Parameter, Ansätze und Ziele der Auswertung von Messungen.

Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik Zufällige Ereignisse, Häufigkeit, klassischer Wahrscheinlichkeitsbegriff, axiomatischer Aufbau der Wahrscheinlichkeitsrechnung, bedingte Wahrscheinlichkeit, Bayes, diskrete und stetige Zufallsgröße, Wahrscheinlichkeitsverteilungen und deren Kennwerte, Grundgesamtheit und Stichprobe.

Statistische (Stichproben-)Analyse, Bewertung nicht-statistischer Kenntnisse (Bayes) Stichproben und deren Eigenschaften, wiederholte Beobachtungen, Maximum-Likelihood-Methode, Konfidenzschätzungen, Grenzen der Anwendbarkeit der statistischen Analyse, Übungen zur statistischen Analyse, Bayes'scher Wahrscheinlichkeitsbegriff und Ansatz zur Beschreibung und Bewertung von (unvollständigen) Kenntnissen über Größen/Variable, nichtstatistische Kenntnisse und systematische Effekte, Prinzip der maximalen Informationsentropie in der Metrologie.

Modellierung von Messungen für die Messunsicherheitsbestimmung Ansätze zur systematischen Modellbildung, ausgehend von der Ursache-Wirkungs-Fortpflanzung in Messsystemen.

Rechnergestützte Messunsicherheitsbewertung nach GUM Verfahren der Messunsicherheitsberechnung nach GUM, rechnergestützte Messunsicherheitsbestimmung, Übungsbeispiele aus den Bereichen der Messung mechanischer, dimensioneller, elektrischer und thermischer Größen, Grenzen des Verfahrens nach GUM, künftige Entwicklungen und Herausforderungen.

Korrelation und Regression Gegenseitige Abhängigkeit von Größen, statistische und logische Korrelation, Berücksichtigung der Korrelation in der Messunsicherheitsbewertung, lineare Ausgleichrechnung und assoziierte Messunsicherheiten.

Messung als Lernprozess nach Bayes, Informations-/ Datenfusion Bayes-Theorem, Messung als Lernprozess, Datenmodelle, Bayes'scher Ansatz zur Messunsicherheitsbewertung, Verteilungsfortpflanzung mittels Monte-Carlo-Techniken, Konsistenzbewertung der Ansätze, Beispiel: Ringvergleich Lernziele und Kompetenzen:

In dieser Lehrveranstaltung werden die Studierenden an die modernen, international vereinbarten, kenntnisbasierten Ansätze zur Auswertung von Messungen herangeführt. Im Ergebnis beherrschen sie die fortgeschrittenen Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung (einschließlich) Bayes-LaplaceTheorie) und Statistik. Sie können Messsysteme modellieren sowie statistische und heuristisch-logische Kenntnisse über Größen/Variable probabilistisch formulieren. Sie sind mit dem Konzept der Interpretation von Messergebnissen als Wahrscheinlichkeitsaussage und darauf fußenden Konformitätsentscheidungen vertraut. Sie können Messunsicherheiten gemäß des internationalen Dokumentes Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) bestimmen. Das schließt numerische Methoden zur Verteilungsfortpflanzung sowie die

Berücksichtigung von Korrelationen, Ausgleichsrechnungen und mehrdimensionale Ergebnisgrößen ein.

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Messdatenauswertung und Messunsicherheit (Prüfungsnummer: 30101)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Klaus-Dieter Sommer

Messdatenauswertung und Messunsicherheit (Prüfungsnummer: 883733)

(englische Bezeichnung: Measurement Data Evaluation and Measurement Uncertainty)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Klaus-Dieter Sommer

---

Organisatorisches:

Wahlfach für die Studiengänge Maschinenbau; Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik;  
Mechatronik und Wirtschaftsingenieurwesen: voraussichtlich schriftliche Prüfung zum  
Leistungsnachweis

---

Modulbezeichnung: Technische Produktgestaltung (TPG) 5 ECTS  
 (Technical Product Design)

Modulverantwortliche/r: Sandro Wartzack

Lehrende: Benjamin Schleich, Sandro Wartzack

---

Startsemester: SS 2016 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 40 Std. Eigenstudium: 110 Std. Sprache: Deutsch

---

Lehrveranstaltungen:

Technische Produktgestaltung (SS 2016, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Sandro Wartzack et al.)

---

Inhalt:

- Einführung in die Technische Produktgestaltung
- Baustrukturen technischer Produkte
- Fertigungsgerechte Werkstückgestaltung
- toleranzgerechtes Konstruieren
- kostengerechtes Konstruieren
- beanspruchungsgerechtes Konstruieren
- werkstoffgerechtes Konstruieren
- Leichtbau
- umweltgerechtes Konstruieren
- nutzerzentrierte Produktgestaltung

Lernziele und Kompetenzen:

*Fachkompetenz Wissen*

Im Rahmen von TPG werden den Studierenden Kenntnisse zur Berücksichtigung verschiedener Aspekte des Design-for-X bei der Entwicklung technischer Produkte vermittelt. Wesentlicher Lehrinhalt der Vorlesung ist zudem das Wissen über die jeweiligen Gestaltungsrichtlinien und zugehörige Methoden. Dies sind im Einzelnen:

- Wissen über Möglichkeiten zur Umsetzung des Leichtbaus und daraus abgeleitet über spezifische Gestaltungsrichtlinien, die im Rahmen des Leichtbaus zu berücksichtigen sind, hierzu: Beanspruchungsgerechtes Konstruieren (Kraftfluss, Prinzip der konstanten Gestaltfestigkeit, Kerbwirkung, Prinzip der abgestimmten Verformung, Prinzip des Kräfteausgleichs)
- Wissen über werkstoffgerechtes Konstruieren (Anforderungs- und Eigenschaftsprofil, wirtschaftliche Werkstoffauswahl, Auswirkung der Werkstoffwahl auf Fertigung, Lebensdauer und Gewicht)
- Wissen über die Auswirkungen eines Produktes (und insbesondere der vorhergehenden Konstruktion) auf Umwelt, Kosten und den Nutzer, hierzu: Umweltgerechtes Konstruieren (Recycling, Einflussmöglichkeiten in der Produktentwicklung, Strategien zur Berücksichtigung von Umweltaspekten, Life Cycle Assessment, Produktinstandsetzung, Design for Recycling)
- Wissen über kostengerechtes Konstruieren (Beeinflussung der Lebenslauf-, Herstell- und Selbstkosten in der Produktentwicklung, Auswirkungen der Stückzahl und der Fertigungsverfahren, Entwicklungsbegleitende Kalkulation)
- Wissen über nutzerzentrierte Produktentwicklung (Anthropometrie, Nutzerintegration in der Produktentwicklung, Mensch-Maschine-Schnittstellen, Beeinträchtigungen im Alter, Universal Design, Gestaltungsrichtlinien nach dem SENSI-Regelkatalog, etc.)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des „Urformens“ (Gießen, Pulvermetallurgie, Additive Fertigung)

- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des „Umformens“ (Schmieden, Walzen, Biegen, Schneiden, Tiefziehen, Stanzen, Fließpressen)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des „Trennens“ (Zerteilen, Drehen, Fräsen, Bohren, Schleifen, Erodieren)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des „Fügens“ (Schweißen, Löten, Nieten, Durchsetzfügen, Kleben, Fügen durch Urformen)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des „Beschichtens und Stoffeigenschaften ändern“ (Schmelztauchen, Lackieren, Thermisches Spritzen, Physical Vapour Deposition, Chemical Vapour Deposition, Galvanische Verfahren, Pulverbeschichten, Vergüten, Glühen)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien des montagegerechten Konstruierens bzgl. der Baustruktur technischer Produkte (Integral-, Differential und Verbundbauweise, Produktstrukturierung, Variantenmanagement, Modularisierung) und des Montageprozesses (Gestaltung der Fügebauteile und Fügestellen, Automatisches Handhaben und Speichern, Toleranzausgleich, DFMA)
- Wissen über spezifische Inhalte des toleranzgerechten Konstruierens (insbesondere Grundlage der geometrischen Tolerierung und die Vorgehensweise zur Vergabe von Toleranzen)

### *Verstehen*

Die Lehrveranstaltung „Technische Produktgestaltung“ fördert das grundlegende Verständnis der Studierenden über die vielfältigen technischen und nicht-technischen Einflussfaktoren und deren Abhängigkeiten bei der Gestaltung technischer Produkte ausgehend von der Produktstruktur bis zur konstruktiven Bauteilgestaltung. Hierbei steht besonders das Verständnis der folgenden Inhalte im Fokus:

- Verständnis über die Spezifikation von Toleranzen, Passungen und Oberflächen in Technischen Zeichnungen unter Berücksichtigung deren Auswirkungen auf Fertigung, Montage und den Betrieb des Produktes, hierzu: Verständnis der Vorgehensweise zur Toleranzspezifikation sowie erforderlicher Grundlagen zur Tolerierung von Bauteilen (Allgemeintoleranzen, wirkliche und abgeleitete Geometrielemente, Hüllbedingung, Unabhängigkeitsprinzip, Inklusion verschiedener Toleranzarten, Bezugssysteme und Ausrichtungskonzepte, statistische Toleranzanalyse, etc.)
- Verständnis über Fertigung und Montage sowie über die Bedeutung des Design-for-X und insbesondere des fertigungsgerechten Konstruierens im Produktentwicklungsprozess
- Verständnis über die Berücksichtigung nicht-technischer Faktoren, wie beispielsweise Umwelt, Kosten- und Nutzeraspekten, und deren Wechselwirkungen bei der Gestaltung technischer Produkte.

### *Anwenden*

Die Studierenden werden im Rahmen von Übungsaufgaben befähigt, Gelerntes anzuwenden. Dabei werden bestehende Entwürfe und Konstruktionen durch die Studierenden entsprechend der vermittelten Gestaltungsrichtlinien optimiert und neue Konstruktionen unter Einhaltung dieser Gestaltungsrichtlinien erschaffen. Dies beinhaltet im Einzelnen:

- Erstellung der fertigungsgerechten und montagegerechten Tolerierung von Bauteilen. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Bestimmen der zugrundeliegenden Bezugssysteme und Ausrichtungskonzepte; Bestimmen des Tolerierungsgrundsatzes. Integration von, durch Normen definierte Toleranz- und Passungsvorgaben in bestehende Tolerierungen; Zusammenfassen kombinierbarer Form- und Lagetoleranzen zu Zeichnungsvereinfachung; Festlegung der Größen der Toleranzzonen aller vergebenen Toleranzen.
- Optimierung der Tolerierung anhand der statistischen Toleranzanalyse. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Erkennen und Ableiten der analytischen Schließmaßgleichungen; Definition der zugrundeliegenden Toleranzwerten und zugehörigen Wahrscheinlichkeitsverteilungen; Berechnung der resultierenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Schließmaße; analytische Bestimmung der statistischen Beitragsleistung mittels lokaler

Sensitivitätsanalysen; Beurteilung der Ergebnisse und ggf. anschließende Anpassung der Tolerierung der Bauteile; Transfer der Ergebnisse auf zeitabhängige Mechanismen (kinematische Systeme).

- Änderung der Gestaltung von Bauteilen, bedingt durch die Änderung der zu fertigenden Stückzahl der Baugruppe. Dies umschließt die folgenden Tätigkeiten: Bestimmung des konstruktiven Handlungsbedarfs; Anpassung der Gestaltung der Bauteile - insbesondere hinsichtlich der fertigungsgerechten und der montagegerechten Gestaltung. Gestaltung der erforderlichen Werkzeuge zur Fertigung der Bauteile und Bewertung dieser bzgl. der resultierenden Kosten.

#### *Analysieren*

- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Produktionstechnik zu erwerbenden Kompetenzen über die Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Handhabungs- und Montagetechnik zu erwerbenden Kompetenzen über montagegerechtes Konstruieren
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Umformtechnik zu erwerbenden Kompetenzen über Fertigungsverfahren der Hauptgruppe Umformen nach DIN 8580
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Konstruktionsübung zu erwerbenden Kompetenzen über das Konstruieren von Maschinen und deren konstruktive Auslegung.

#### *Evaluieren (Beurteilen)*

Anhand der erlernten Grundlagen über unterschiedliche Aspekte des Design-for-X, deren Berücksichtigung bei der Gestaltung technischer Produkte durch Gestaltungsrichtlinien, Methoden, und Vorgehensweisen sowie den dargelegten Möglichkeiten zur Rechnerunterstützung werden die Studierenden befähigt, kontextbezogene Richtlinien für die Gestaltung technischer Produkte in unbekanntem Konstruktionsaufgaben auszuwählen und deren Anwendbarkeit einzuschätzen. Zudem sind sie in der Lage konträre Gestaltungsrichtlinien aufgabenspezifisch abzuwägen.

#### *Erschaffen*

Die Studierenden werden durch die erlernten Grundlagen befähigt, konkrete Verbesserungsvorschläge zu bestehenden Konstruktionen hinsichtlich unterschiedlicher Design-for-X Aspekte eigenständig zu erarbeiten. Zudem sind sie in der Lage technische Produkte so zu gestalten, dass diese verschiedenste technische und nicht-technische Anforderungen (fertigungsbezogene Anforderungen, Kostenanforderungen, Umwelanforderungen, Nutzeranforderungen, etc.) bedienen. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, Gestaltungsrichtlinien für neuartige Fertigungsverfahren aus grundlegenden Verfahrenseigenschaften abzuleiten und bei der Gestaltung technischer Produkte anzuwenden.

#### *Lern- bzw. Methodenkompetenz*

Befähigung zur selbständigen Gestaltung von Produkten und Prozessen gemäß erlernter Vorgehensweisen und Richtlinien sowie unter verschiedensten Design-for-X-Aspekten sowie zur objektiven Bewertung bestehender Produkte und Prozesse hinsichtlich gestellter Anforderungen des Design-for-X.

#### *Selbstkompetenz*

Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen. Objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. Umsetzung der gelehrten Richtlinien des Design-for-X in der Konstruktion) als auch in sozialer Hinsicht (u. a. Erarbeitung von Lösungen und Kompromissen im interdisziplinären Team).

#### *Sozialkompetenz*

Die Studierenden organisieren selbstständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der

gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuer und Kommilitonen wertschätzendes Feedback.

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Technische Produktgestaltung (Prüfungsnummer: 71101)

(englische Bezeichnung: Technical Product Design)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Note ergibt sich zu 100% aus der Klausur.

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Sandro Wartzack

---

Modulbezeichnung:	Methode der Finiten Elemente (FEM) (Finite Element Method)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Kai Willner	
Lehrende:	Dozenten, Kai Willner	

Startsemester: SS 2016	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 60 Std.	Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

- Methode der Finiten Elemente (SS 2016, Vorlesung, 2 SWS, Kai Willner)
- Übungen zur Methode der Finiten Elemente (SS 2016, Übung, 2 SWS, Maximilian Volkan Baloglu et al.)
- Tutorium zur Methode der Finiten Elemente (SS 2016, Tutorium, Maximilian Volkan Baloglu et al.)

**Inhalt:**

*Modellbildung und Simulation Mechanische und mathematische Grundlagen*

- Das Prinzip der virtuellen Verschiebungen
- Die Methode der gewichteten Residuen *Allgemeine Formulierung der FEM*
- Formfunktionen
- Elemente für Stab- und Balkenprobleme
- Locking-Effekte
- Isoparametrisches Konzept
- Scheiben- und Volumenelemente *Numerische Umsetzung*
- Numerische Quadratur
- Assemblierung und Einbau von Randbedingungen
- Lösen des linearen Gleichungssystems
- Lösen des Eigenwertproblems
- Zeitschrittintegration

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz Wissen*

- Die Studierenden kennen verschiedene Diskretisierungsverfahren zur Behandlung kontinuierlicher Systeme.
- Die Studierenden kennen das prinzipielle Vorgehen bei der Diskretisierung eines mechanischen Problems mit der Methode der finiten Elementen und die entsprechenden Fachtermini wie Knoten, Elemente, Freiheitsgrade etc.
- Die Studierenden kennen die Verschiebungsdifferentialgleichungen für verschiedene Strukturelemente wie Stäbe, Balken, Scheiben und das 3D-Kontinuum.
- Die Studierenden kennen die Methode der gewichteten Residuen in verschiedenen Varianten.
- Die Studierenden kennen das Prinzip der virtuellen Arbeiten in den verschiedenen Ausprägungen fuer Stäbe, Balken, Scheiben und das 3D-Kontinuum.
- Die Studierenden kennen verschiedene Randbedingungstypen und ihre Behandlung im Rahmen der Methode der gewichteten Residuen bzw. des Prinzips der virtuellen Verschiebungen.
- Die Studierenden kennen die Anforderungen an die Ansatz- und Wichtungsfunktionen und können die gängigen Formfunktionen für verschiedene Elementtypen angeben.
- Die Studierenden kennen das isoparametrische Konzept.
- Die Studierenden kennen Verfahren zur numerischen Quadratur.
- Die Studierenden kennen Verfahren zur Lösung linearer Gleichungssysteme, zur Lösung von Eigenwertproblemen und zur numerischen Zeitschrittintegration.

*Verstehen*

- Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen der Methode der gewichteten Residuen und dem Prinzip der virtuellen Arbeiten bei mechanischen Problemen.
- Die Studierenden verstehen den Unterschied zwischen schubstarrer und schubweicher Balkentheorie sowie die daraus resultierenden unterschiedlichen Anforderungen an die Ansatzfunktionen.
- Die Studierenden verstehen das Problem der Schubversteifung.
- Die Studierenden können das isoparametrische Konzept erläutern, die daraus resultierende Notwendigkeit numerischer Quadraturverfahren zur Integration der Elementmatrizen und das Konzept der zuverlässigen Integration erklären.
- Die Studierenden können den Unterschied zwischen Lagrange- und Serendipity-Elementen sowie die jeweiligen Vor- und Nachteile erläutern.

#### *Anwenden*

- Die Studierenden können ein gegebenes Problem geeignet diskretisieren, die notwendigen Indextafeln aufstellen und die Elementmatrizen zu Systemmatrizen assemblieren.
- Die Studierenden können die Randbedingungen eintragen und das Gesamtsystem entsprechend partitionieren.
- Die Studierenden können polynomiale Formfunktionen vom Lagrange-, Serendipity- und Hermite-Typ konstruieren.
- Die Studierenden können für die bekannten Elementtypen die Elementmatrizen auf analytischen bzw. numerischen Weg berechnen.

#### *Analysieren*

- Die Studierenden können für eine gegebene, lineare Differentialgleichung die schwache Form aufstellen, geeignete Formfunktionen auswählen und eine entsprechende Finite-Elementeformulierung aufstellen.

#### Literatur:

- Knothe, Wessels: Finite Elemente, Berlin:Springer
  - Hughes: The Finite Element Method, Mineola:Dover
- 

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Methode der Finiten Elemente (Prüfungsnummer: 45501)

(englische Bezeichnung: Finite Element Method)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Kai Willner

---

Modulbezeichnung: Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (NLKM) (Nonlinear Continuum Mechanics) 5 ECTS

Modulverantwortliche/r: Paul Steinmann

Lehrende: Paul Steinmann, Jan Friederich

---

Startsemester: SS 2016	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 60 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

---

Lehrveranstaltungen:

Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear continuum mechanics (SS 2016, Vorlesung, 2 SWS, Paul Steinmann)

Übungen zur Nichtlinearen Kontinuumsmechanik (SS 2016, Übung, 2 SWS, Jan Friederich)

---

Empfohlene Voraussetzungen:

Kenntnisse aus dem Modul "*Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre*" und "*Lineare Kontinuumsmechanik*"

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre (5V+4Ü+2T)

---

Inhalt:

Kinematics

- Displacement and deformation gradient
- Field variables and material (time) derivatives
- Lagrangian and Eulerian framework Balance equations
- Stress tensors in the reference and the current configuration
- Derivation of balance equations Constitutive equations
- Basic requirements, frame indifference
- Elastic material behaviour, Neo-Hooke

Variational formulation and solution by the finite element method

- Linearization
- Discretization
- Newton method

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- erwerben fundierte Kenntnis über Feldgrößen (Deformation, Verschiebungen, Verzerrungen und Spannungen) als orts- und zeitabhängige Größen im geometrisch nichtlinearen Kontinuum.
- verstehen die Zusammenhänge zwischen der Lagrange'schen und Euler'schen Darstellung der kinematischen Beziehungen und Bilanzgleichungen.
- können die konstitutiven Gleichungen für elastisches Materialverhalten auf Grundlage thermodynamischer Betrachtungen ableiten.
- können die vorgestellten Theorien im Rahmen der finiten Elementmethode für praktische Anwendungen reflektieren.

Objectives

The students

- obtain profound knowledge on the description of field variables in non-linear continuum theory
- know the relation/transformation between the Lagrangian and the Eulerian framework

- are able to derive constitutive equations for elastic materials on the basis of thermodynamic assumptions
  - are familiar with the basic concept of variational formulations and how to solve them within a finite element framework Literatur:
  - Betten: Kontinuumsmechanik, Berlin:Springer 1993
  - Altenbach, Altenbach: Einführung in die Kontinuumsmechanik, Stuttgart:Teubner 1994
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Nichtlineare Kontinuumsmechanik (Prüfungsnummer: 72601)

(englische Bezeichnung: Nonlinear Continuum Mechanics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017  
1. Prüfer: Paul Steinmann

Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 342006)

(englische Bezeichnung: Nonlinear Continuum Mechanics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017  
1. Prüfer: Paul Steinmann

---

Modulbezeichnung:	Rechnergestützte Messtechnik (RMT) (Computer-Aided Metrology)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Tino Hausotte	
Lehrende:	Tino Hausotte, Zhongyuan Sun	

---

Startsemester: SS 2016	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

Lehrveranstaltungen:

Rechnergestützte Messtechnik (SS 2016, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte)

Rechnergestützte Messtechnik - Übung (SS 2016, Übung, 2 SWS, Tino Hausotte et al.)

---

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: Grundlagen der Messtechnik

---

Inhalt:

- Grundlagen: Grundbegriffe (Größe, Größenwert, Messgröße, Maßeinheit, Messprinzip, Messung, Messkette, Messsignal, Informationsparameter, analoges und digitales Signal) - Prinzip eines Messgerätes, direkte und indirekte Messmethode, Kennlinie und Kennlinienarten, analoge und digitale Messmethoden, kontinuierliche und diskontinuierliche Messung, Zeit- und Werdiskretisierung, Auflösung, Empfindlichkeit, Messbereich - Signal, Messsignal, Klassifizierung von Signalen (Informationsparameter) - Signalbeschreibung, Fourierreihen und Fouriertransformation - Fourieranalyse DFT und FFT (praktische Realisierung) - Aliasing und Shannon's-Abtasttheorem - Übertragungsverhalten (Antwortfunktionen, Frequenzgang, Übertragungsfunktion) - Laplace-Transformation, Digitalisierungskette, Z-Transformation und Wavelet-Transformation
- Verarbeitung und Übertragung analoger Signale: Messverstärker, Operationsverstärker (idealer und realer, Rückkopplung) - Kenngrößen von Operationsverstärkern - Frequenzabhängige Verstärkung von Operationsverstärkern - Operationsverstärkertypen - Rückkopplung und Grundschaltungen (Komparator, Invertierender Verstärker, Nichtinvertierender Verstärker, Impedanzwandler, Stromspannungs-Wandler, Differenzverstärker, Integrierer, Differenzierer, invertierender Addierer, Subtrahierer, Logarithmierer, e-Funktionsgeneratoren, Instrumentenverstärker) - OPV mit differentiellen Ausgang - analoge Filter (Tiefpassfilter, Hochpassfilter, Bandpassfilter, Bandsperfilter, Bodeplot, Phasenschiebung, aktive analoge Filter) - Messsignalübertragung (Einheitssignale, Anschlussvarianten) - Spannungs-Frequenz-Wandler - Galvanische Trennung und optische Übertragung - Modulatoren und Demodulatoren - Multiplexer und Demultiplexer - Abtast-Halte-Glied
- A/D- und D/A-Umsetzer: Digitale und analoge Signale - Digitalisierungskette - A/D-Umsetzer (Nachlauf ADU, Wägeverfahren, Rampen-A/D-Umsetzer, Dual Slope-Verfahren, Charge-Balancing-A/D-Umsetzverfahren, Parallel-A/D-Umsetzer, Kaskaden-A/D-Umsetzverfahren, Pipeline-A/D-Umsetzer, Delta-Sigma-A/D-Umsetzer / 1-Bit- bis N-Bit-Umsetzer, Einsatzbereiche, Kennwerte, Abweichungen, Signal-Rausch-Verhältnis) - Digital-Analog-Umsetzungskette - D/A-Umsetzer (Direkt bzw. Parallelumsetzer, Wägeumsetzer, Zählverfahren, Pulsweitenmodulation, Delta-Sigma-Umsetzer / 1-Bit- bis N-Bit-Umsetzer)
- Verarbeitung digitaler Signale: digitale Codes - Schaltnetze (Kombinatorische Schaltungslogik) Schaltalgebra und logische Grundverknüpfungen - Schaltwerke (Sequentielle Schaltnetze) - Speicherglieder (Flip-Flops, Sequentielle Grundschaltungen), Halbleiterspeicher (statische und dynamische, FIFO) - Anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (ASICs) - Programmierbare logische Schaltung (PLDs, Programmierbarkeit, Vorteile, Anwendungen, Programmierung) - Rechnerarten
- Bussysteme: Bussysteme (Master, Slave, Arbiter, Routing, Repeater) - Arbitrierung - Topologien (physikalische und logische Topologie, Kennwerte, Punkt-zu-Punkt-Topologie, vermaschtes Netz, Stern-Topologie, Ring-Topologie, Bus-Topologie, Baum-Topologie, Zell-Topologie) - Übertragungsmedien (Mehrdrahtleitung, Koaxialkabel, Lichtwellenleiter) - ISO-OSI-Referenzmodell - Physikalische Schnittstellenstandards (RS-232C, RS-422, RS-485) - Feldebussysteme, GPIB (IEC-625-Bus), Messgerätebusse
- USB Universal Serial Bus: Struktur des Busses - Verbindung der Geräte, Transceiver, Geschwindigkeitserkennung, Signalkodierung - Übertragungsarten (Control-Transfer, Bulk-Transfer, IsochroneTransfer, Interrupt-Transfer, Datenübertragung mit Paketen) - Frames und Mikroframes, Geschwindigkeiten, Geschwindigkeitsumsetzung mit Hub - Deskriptoren und Software - Layer Entwicklungstools - Compliance Test - USB 3.0
- Digitale Filter: Analoge Filter - Eigenschaften und Charakterisierung von digitalen Filtern - Digitale Filter (Implementierung, Topologien, IIR-Filter und FIR-Filter) und Formen - Messwert-Dezimierer, digitaler Mittelwertfilter, Gaußfilter - Fensterfunktionen, Gibbs-Phänomen - Realisierung mit MATLAB - Vor- und Nachteile digitaler Filter

- Messdatenauswertung: Absolute, relative, zufällige und systematische Messabweichungen, Umgang mit Messabweichungen, Kalibrierung - Korrelationsanalyse - Kennlinienabweichungen und Methoden zu deren Ermittlung - Regressionsanalyse - Kennlinienkorrektur - Approximation, Interpolation, Extrapolation - Arten der Kennlinienkorrektur - Messpräzision, Messgenauigkeit, Messrichtigkeit, Fehlerfortpflanzungsgesetz (altes Konzept), Messunsicherheit und deren Bestimmung - Vorgehensweise zur Ermittlung der Unsicherheit, Monte-Carlo-Methode
- Schaltungs- und Leiterplattenentwurf: Leiterplatten - Leiterplattenmaterial - Leiterplattenarten - Durchkontaktierungen - Leiterplattenentwurf und -entflechtung - Software - Leiterplattenherstellung Contents
- Basics: Terms (quantity, quantity value, measurand, measurement unit, principle of measurement, measurement, measuring chain, measurement signal, information parameter, analogue and digital signal) - Principle of a measuring instrument, direct and indirect measurement, characteristic curves and characteristic curve types, analogue and digital measuring methods, continuous and discontinuous measurement, time and value discretisation, resolution, sensitivity, measuring interval (range) - Signal, measurement signal, classification of signals (information parameter) - Signal description, Fourier series and Fourier transformation - Fourier analysis - DFT and FFT (practical realization) - Aliasing and Shannon's sampling theorem - Transfer behaviour (response functions, frequency response, transfer function) - Laplace transform, digitisation chain, Z-transform and wavelet transform
- Processing and transmission of analogue signals: Measuring amplifiers, operational amplifiers (ideal and real, feedback) - Characteristics of operational amplifiers - Frequency-dependent gain of operational amplifiers - Operational amplifier types - Feedback and basic circuits (comparator, inverting amplifier, non-inverting amplifier, impedance converter, current-voltage converter, differential amplifier, integrator, differentiator, inverting adder, subtractor, logarithmic, exponential function generators, instrumentation amplifier) - OPV with differential output - Analogue filter (low pass filter, high pass filter, band pass filter, band elimination filter, Bodeplot, phase shifting, active analogue filters) - Measurement signal transmission (standard signals, connection variants) - Voltage-frequency converters - Galvanic isolation and optical transmission - modulators and demodulators - multiplexers and demultiplexers - sample-and-hold amplifier
- A/D and D/A converter: Digital and analogue signals - Digitisation chain - A/D converter (followup ADC, weighing method, ramp A/D converter, dual slope method, charge-balancing ADC, parallel ADC, cascade ADC, pipeline A/D converter, the delta-sigma A/D converter / 1-bit to N-bit converter, application, characteristics, deviations, signal-to-noise ratio) - Digital-to-analogue conversion chain - D/A converter (direct or parallel converters, weighing method, counting method, pulse width modulation, delta-sigma converter / 1-bit to N-bit converter)
- Digital signal processing: Digital codes - Switching networks (combinatorial circuit logic) - Boolean algebra and basic logic operations - Sequential circuit (sequential switching networks) - Storage elements (flip-flops, sequential basic circuits), semiconductor memory (static and dynamic, FIFO) Application Specific Integrated Circuits (ASICs) - The programmable logic device (PLD, programmability, benefits, applications, programming) - computer types
- Data bus systems: Bus systems (master, slave, arbiter, routing, repeater) - Arbitration - Topologies (physical and logical topology, characteristics, point-to-point topology, mesh network, star topology, ring topology, bus topology, tree topology, cell topology) - Transmission media (multi-wire cable, coaxial cable, fibre optic cable) - ISO OSI reference model - Physical interface standards (RS-232C, RS-422, RS-485) - Fieldbus systems, GPIB (IEC-625 bus) , Measuring device buses
- USB Universal Serial Bus: Bus structure - Connection of the devices, transceiver, speed detection, signal coding - Transfer types (control transfer, bulk transfer, isochronous transfer, interrupt transfer, data transfer with packages) - Frames and micro-frames, speeds, speed conversion with hubs Descriptors and software - Layer development tools - Compliance test - USB 3.0

- Digital filters: Analogue filter - Properties and characterization of digital filters - Digital Filter (implementation, topologies, IIR filters and FIR filters) and forms - Measurement value decimator, digital averaging filter, Gaussian filter - Window functions, Gibbs phenomenon - Realisation with MATLAB - Advantages and disadvantages of digital filters
- Data analysis: Absolute, relative, random and systematic errors, handling of measurement errors, calibration - Correlation analysis - Characteristic curve deviations and methods for their determination - Regression analysis - Characteristic curve correction - Approximation, interpolation, extrapolation - Kinds of characteristic curve correction - Measurement precision, measurement accuracy, measurement trueness, error propagation law (old concept), uncertainty and their estimation - Procedure for determining the uncertainty, Monte Carlo method
- Circuit and PCB design: Printed circuit boards (PCB) - PCB material - PCB types - Vias - PCB design and deconcentration - Software - PCB production

Lernziele und Kompetenzen:

*Fachkompetenz Wissen*

- Die Studierenden können einen Überblick zur rechnergestützten Messtechnik sowie deren Einsatzgebiete wiedergeben.
- Die Studierenden können Wissen zur rechnergestützten Messdatenerfassung, -auswertung, analyse und -visualisierung als Grundlage für zielorientierte, effiziente Entwicklung und für kontinuierliche Produkt- und Prozessverbesserung abrufen

*Verstehen*

- Die Studierenden können Konzepte zur Sensorintegration und Datenfusion beschreiben

*Evaluieren (Beurteilen)*

- Die Studierenden können rechnergestützte Werkzeuge für die Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und -visualisierung auswählen und bewerten.

Literatur:

- International Vocabulary of Metrology - Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, <http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html>
- DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie - Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012
- Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 - ISBN 978-3-446-42736-5
- Lerch, Reinhard: Elektrische Messtechnik. 6. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012 ISBN 978-3-642-22608-3
- Richter, Werner: Elektrische Meßtechnik. 3. Auflage, Verlag Technik Berlin, 1994 - ISBN 3-34101106-4
- H. Czichos (Hrsg.): Das Ingenieurwissen Gebundene. 7. Auflage, Springer Verlag, 2012, ISBN 9783-642-22849-0.
- Best, Roland: Digitale Meßwertverarbeitung. Oldenbourg München, 1991 - ISBN 3-486-21573-6.
- E DIN IEC 60050-351:2013-07 International Electrotechnical Vocabulary - Part 351: Control technology / Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch - Teil 351: Leittechnik.
- DIN 44300:1982-03 Informationsverarbeitung; Begriffe.
- DIN 44300-1:1995-03 Informationsverarbeitung - Begriffe - Teil 1: Allgemeine Begriffe.
- DIN 40900-12:1992-09 Graphische Symbole für Schaltungsunterlagen; Binäre Elemente.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Rechnergestützte Messtechnik (Prüfungsnummer: 242006)

(englische Bezeichnung: Computer-Aided Metrology)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Tino Hausotte

---

Modulbezeichnung:	Fertigungsmesstechnik II (FMT II) (Manufacturing Metrology II)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Tino Hausotte	
Lehrende:	Tino Hausotte, Bogdan Galovskyi, Andreas Loderer, Benedict Weinert	

Startsemester: SS 2016	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

#### Lehrveranstaltungen:

- Fertigungsmesstechnik II (SS 2016, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte)
- Fertigungsmesstechnik II - Übung (SS 2016, Übung, 2 SWS, Tino Hausotte et al.)

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

Fertigungsmesstechnik

#### Inhalt:

- **Optische Oberflächenmesstechnik:** Überblick Oberflächenabweichungen und Oberflächenmessprinzipien, Wechselwirkungen, Einteilung der optischen Oberflächenmessverfahren, Mikroskope und Komponenten, Messmikroskope, Numerische Apertur, Punktverwaschungsfunktion, Auflösungsvermögen, Modulations-Transfer-Funktion - Fokusvariation, Fokusvariation mit strukturierter Beleuchtung, Flying Spot Mikroskop, konfokales Mikroskop (Aufbau, Prinzip, Kennlinie, Nipkow-Scheibe, Scanspiegel, Mikrolinsenarray), Laserscanningmikroskop, konfokaler zwei Wellenlängenfasersensor, chromatischer Weißlichtsensor, Laser-Autofokusverfahren, Interferenzmikroskope (Michelson, Mirau, Linnik, Phasenschieber), Weißlichtinterferometer - Streulichtmessung
- **Taktile Formmesstechnik:** Grundlagen der Formmesstechnik, Prinzip, Charakteristika, Messaufgaben - Bauarten von taktile Formmessgeräten (Drehtisch-, Drehspindelgeräte, Universalmessgeräte, Tastsysteme) - Messabweichungen (Einflussfaktoren, Abweichungen der Drehführung und deren Bestimmung, Abweichungen der Geradführungen) - Kalibrierung von Formmessgeräten (Flick-Normale, Vergrößerungsnormale, Kugelnormale, Mehrwellennormale) - Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren
- **Optische Formmesstechnik:** Interferometrische Formmessung (Interferenz gleicher Neigung und gleicher Dicke, Mehrstrahlinterferenz, Fabry-Perot und Fizeauinterferometer, Interferenzfilter, Newton'sche Ringe, Phasenschieberinterferometer, Demodulation mit Phasenschiebung, synthetische Wellenlänge, Anwendung der Fizeau-Interferometrie, Einfluss der Referenzfläche, Dreiplattentest, Interferometrie streifendem Einfall, Twyman-Green Interferometer, Einsatzgrenzen) - Deflektometrische Formmessung (Überblick Deflektometrie, Grundprinzip, Extended Shear Angle Difference Methode, flächenhafte Deflektometrie, Einsatzgrenzen)
- **Photogrammetrie:** Grundprinzip, Stereophotogrammetrie, passive Triangulation, Grundlagen, aktive Triangulation (Punkttriangulation, linienhafte und flächenhafte Triangulation) - Streifenlichtprojektion (strukturierte Beleuchtung, Grundprinzip Ein- und Zweikamerasysteme, Kodierung Gray Code, Phasenschiebung, Kombinierte Beleuchtung aus Gray Code und Phasenschiebung, Anwendung, Datenverarbeitung, Einsatzgrenzen)
- **Röntgen-Computertomografie:** Röntgenstrahlung, Grundprinzip der RöntgenComputertomografie, Aufbau und Scanvarianten, Röntgenstrahlquellen, Strahlungsspektrum, Wechselwirkung mit Material (Photoelektrischer Effekt, Compton Streuung), Detektoren, Vergrößerung, Rekonstruktion (Radontransformation, algebraische Rekonstruktion, gefilterte Rückprojektion, Artefakte (Strahlauhfärtung, Ringartefakte, Streustrahlung, Scannerausrichtung), Schwellwertfindung, Anwendung (Defekterkennung, Micro- und Nano-CT, Hochenergie-CT, Multimaterial), Rückführung

- Spezifikation und Messung optischer Komponenten: Zeichnungen für optische Elemente und Systeme, Materialspezifikation, Spezifikation von Oberflächenformtoleranzen, Prüfung der Oberflächenformabweichungen (Passe) mit Probegläsern, Oberflächenbehandlungen und Beschichtungen, Messung geometrischer Spezifikationen
- Mikro- und Nanomesstechnik: Positioniersysteme (Führungen und Antriebe, Gewichtskraftkompensation), metrologischer Rahmen und Gerätekoordinatensysteme, Antastprinzipien und Messsystem (Rasterelektronenmikroskop, Rastertunnelmikroskop, Rasterkraftmikroskope, Nahfeldmikroskope, mikrotaktile Antastung), Mikro- und Nanokoordinatenmesssysteme, Einflussgrößen, Kalibrierung und Rückführung

Lernziele und Kompetenzen:

#### *Fachkompetenz Wissen*

- Die Studierenden kennen relevante Definitionen, Fachbegriffe und Kriterien der Fertigungsmesstechnik.
- Die Studierenden können einen Überblick zur Gerätetechnik der Fertigungsmesstechnik sowie deren Funktionsweise und Einsatzgebiete wiedergeben
- Die Studierenden wissen um die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen.

#### *Verstehen*

- Die Studierenden sind in der Lage die, den vorgestellten Messgeräten der Fertigungsmesstechnik, zugrundeliegenden Messprinzipien in eigenen Worten zu erläutern.
- Die Studierenden können Messaufgaben beschreiben und interpretieren, und Schwachstellen in der Planung und Durchführung erkennen.
- Die Studierenden können Messergebnisse und die zugrunde liegenden Verfahren angemessene kommunizieren und interpretieren.

#### *Anwenden*

- Die Studierenden können eigenständig geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik auswählen.
- Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben transferieren.

#### *Evaluieren (Beurteilen)*

- Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und strukturell analysieren.
- Die Studierenden sind in der Lage Messergebnisse zu hinterfragen und auf dieser Basis die Funktionalität des Messsystems sowie die zum Zeitpunkt der Messung vorherrschenden Messbedingungen zu bewerten.

#### *Erschaffen*

- Die Studierenden können die Eignungsuntersuchungen verschiedener Messprinzipien zur Erfüllung neuer Messaufgaben erstellen und auf deren Basis adaptierte Messsysteme konzipieren.

Literatur:

- International Vocabulary of Metrology - Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, <http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html>
- DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie - Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012
- Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 - ISBN 3-48624219-9
- Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 - ISBN 9783-8348-0692-5

- Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 - ISBN 3-540-11784-9
- Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 - ISBN 978-3-937889-51-2
- Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 - ISBN 3-478-93212-2
- Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012
- Hausotte, Tino: Nanopositionier- und Nanomessmaschinen - Geräte für hochpräzise makro- bis nanoskalige Oberflächen- und Koordinatenmessungen. Pro Business Verlag, 2011 - ISBN 978-386805-948-9
- David J. Whitehouse: Handbook of Surface and Nanometrology, Crc Pr Inc., 2010 - ISBN 9781420082012

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Energietechnik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Fertigungsmesstechnik II (Prüfungsnummer: 983733)

(englische Bezeichnung: Manufacturing Metrology II)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Tino Hausotte

Organisatorisches:

- Unterlagen zur Lehrveranstaltung werden auf der Lernplattform StudOn ([www.studon.uni-erlangen.de](http://www.studon.uni-erlangen.de)) bereitgestellt. Das Passwort wird in der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

Modulbezeichnung: Technische Schwingungslehre (TSL) 5 ECTS  
(Mechanical Vibrations)

Modulverantwortliche/r: Kai Willner

Lehrende: Kai Willner, Martin Jerschl

Startsemester: SS 2016 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 90 Std. Eigenstudium: 60 Std. Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Technische Schwingungslehre (SS 2016, Vorlesung, 2 SWS, Kai Willner)

Tutorium zur Technischen Schwingungslehre (SS 2016, optional, Tutorium, 2 SWS, Martin Jerschl et al.)

Übungen zur Technischen Schwingungslehre (SS 2016, Übung, 2 SWS, Martin Jerschl)

---

Empfohlene Voraussetzungen:

Kenntnisse aus dem Modul *Dynamik starrer Körper*

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: *Dynamik starrer Körper (3V+2Ü+2T)*

---

Inhalt:

*Charakterisierung von Schwingungen Mechanische und mathematische Grundlagen*

- Bewegungsgleichungen
- Darstellung im Zustandsraum

*Allgemeine Lösung zeitinvarianter Systeme*

- Anfangswertproblem
- Fundamentalmatrix
- Eigenwertaufgabe

*Freie Schwingungen*

- Eigenwerte und Wurzelortskurven
- Zeitverhalten und Phasenportraits
- Stabilität

*Erzwungene Schwingungen*

- Sprung- und Impulserregung
- harmonische und periodische Erregung
- Resonanz und Tilgung

*Parametererregte Schwingungen*

- Periodisch zeitinvariante Systeme *Experimentelle Modalanalyse*
- Bestimmung der Übertragungsfunktionen
- Bestimmung der modalen Parameter
- Bestimmung der Eigenmoden Lernziele und Kompetenzen:

*Fachkompetenz Wissen*

- Die Studierenden kennen verschiedene Methoden die Bewegungsdifferentialgleichungen diskreter Systeme aufzustellen.
- Die Studierenden kennen verschiedene Schwingungsarten und Schwingertypen.
- Die Studierenden kennen die Lösung für die freie Schwingung eines linearen Systems mit einem Freiheitsgrad und die entsprechenden charakteristischen Größen wie Eigenfrequenz und Dämpfungsmaß.
- Die Studierenden kennen eine Reihe von analytischen Lösungen des linearen Schwingers mit einem Freiheitsgrad für spezielle Anregungen.
- Die Studierenden kennen die Darstellung eines Systems in physikalischer Darstellung und in Zustandsform.
- Die Studierenden kennen die Darstellung der allgemeinen Lösung eines linearen Systems mit mehreren Freiheitsgraden in Zustandsform.
- Die Studierenden kennen das Verfahren der modalen Reduktion.
- Die Studierenden kennen Verfahren zur numerischen Zeitschrittintegration bei beliebiger Anregung.
- Die Studierenden kennen die Definition der Stabilität für lineare Systeme.

*Verstehen*

- Die Studierenden können ein gegebenes diskretes Schwingungssystem anhand des zugrundeliegenden Differentialgleichungssystems einordnen und klassifizieren.
- Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen der physikalischen Darstellung und der Zustandsdarstellung und können die Vor- und Nachteile der beiden Darstellungen beschreiben.
- Die Studierenden verstehen die Bedeutung der Fundamentalmatrix und können diese physikalisch interpretieren.
- Die Studierenden verstehen die Idee der modalen Reduktion und können ihre Bedeutung bei der Lösung von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden erläutern.
- Die Studierenden können den Stabilitätsbegriff für lineare Systeme erläutern.

#### *Anwenden*

- Die Studierenden können die Bewegungsdifferentialgleichungen eines diskreten Schwingungssystem auf verschiedenen Wegen aufstellen
- Die Studierenden können die entsprechende Zustandsdarstellung aufstellen.
- Die Studierenden können fuer einfache lineare Systeme die Eigenwerte und Eigenvektoren von Hand ermitteln und kennen numerische Verfahren zur Ermittlung der Eigenwerte und -vektoren bei großen Systemen.
- Die Studierenden können aus den Eigenwerten und -vektoren die Fundamentalmatrix bestimmen und für gegebene Anfangsbedingungen die Lösung des freien Systems bestimmen.
- Die Studierenden können ein lineares System mit mehreren Freiheitsgraden modal reduzieren.
- Die Studierenden können die analytische Loesung eines System mit einem Freiheitsgrad für eine geeignete Anregung von Hand bestimmen und damit die Lösung im Zeitbereich und in der Phasendarstellung darstellen.

#### *Analysieren*

- Die Studierenden können problemgerecht zwischen physikalischer Darstellung und Zustandsdarstellung wählen und die entsprechenden Verfahren zur Bestimmung der Eigenlösung und gegebenenfalls der partikulären Lösung einsetzen.

#### *Evaluieren (Beurteilen)*

- Die Studierenden können anhand der Eigenwerte bzw. der Wurzelorte das prinzipielle Lösungsverhalten eines linearen Schwingungssystems beurteilen und Aussagen über die Stabilität eines Systems treffen.

#### Literatur:

Magnus, Popp: Schwingungen, Stuttgart:Teubner 2005

---

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Technische Schwingungslehre (Prüfungsnummer: 71901)

(englische Bezeichnung: Mechanical Vibrations)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017  
1. Prüfer: Kai Willner

---

Modulbezeichnung: Maschinenakustik (MAK) 5 ECTS  
(Machine Acoustics)  
Modulverantwortliche/r: Stefan Becker

Lehrende: Stefan Becker

Startsemester: SS 2016 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (SS)  
Präsenzzeit: 60 Std. Eigenstudium: 90 Std. Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:  
Maschinenakustik (SS 2016, Vorlesung, Stefan Becker)  
Übung zu Maschinenakustik (SS 2016, Übung, Stefan Becker et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:  
Modul: Strömungsmechanik (Empfehlung)  
Modul: Technische Akustik (Empfehlung)  
Modul: Thermodynamik (Empfehlung)

Inhalt:

- Grundsätze der technischen Lärmbekämpfung
- Größen, Grundbegriffe, Phänomene der technischen Akustik
- Grundlagen des Luftschalls
- Grundlagen des Körperschalls
- Geräuschenstehung in Maschinen und Anlagen
- Mechanische Geräuschquellen
- Strömungsakustik
- Strömungsakustische Multipole
- Strahl- und Rotorlärm
- Fluid-Struktur-Akustik Interaktion
- Numerische Berechnungsverfahren
- Grundprinzipien der Gestaltung lärmarmer Produkte und Anlagen

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen und anwenden die Grundlagen und die Theorie des strömungs- und strukturinduzierten Schalls
- verstehen für die Industrie relevante Fragen der Lärmbekämpfung
- erarbeiten Lösungen zur Lärminderung
- können experimentelle und numerische Verfahren in der Behandlung der strömungs- und strukturinduzierten Schalls einsetzen

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science)", "Chemie- und Bioingenieurwesen (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Life Science Engineering (Master of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

**Maschinenakustik (Prüfungsnummer: 54301)**

(englische Bezeichnung: Machine Acoustics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Stefan Becker

---

Modulbezeichnung: Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik 2.5 ECTS II  
(WVMD II)  
(Materials and méthodes for medical diagnostic II)

Modulverantwortliche/r: Miroslaw Batentschuk

Lehrende: Michael Thoms

Startsemester: SS 2016 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (SS)  
Präsenzzeit: 30 Std. Eigenstudium: 45 Std. Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik II (SS 2016, Vorlesung, 2 SWS, Michael Thoms)

Inhalt:

Modulationsübertragungsfunktion, Detektive Quanteneffizienz, Röntgenfilme, Leuchtstoffe, Speicherleuchtstoffe, Bildplatten, Computer-Radiographie, Film/Foliensysteme, Röntgenbildverstärker, CCDs, CCD-basierte Röntgendetektoren, a-Si Detektoren, optische Diagnostik, Pulsoxymetrie, Fluoreszenzdiagnostik, Charakterisierung und Optimierung von bildgebenden Systemen.

Lernziele und Kompetenzen:

Grundkenntnisse der funktionalen Eigenschaften von Werkstoffen für Diagnostikgeräte und deren Charakterisierung mittels Kenngrößen. Kompetenzen in dem Systemaufbau und den Optimierungsstrategien moderner Diagnostikgeräte.

Literatur:

Wird während der Vorlesung angegeben.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Studien-/Prüfungsleistungen:

Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik II (Prüfungsnummer: 58651)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Miroslaw Batentschuk

Modulbezeichnung: Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der 2.5 ECTS  
Medizintechnik-MT (MT-M3.11-CompNano)  
(Composite and Nanomaterials in Medical Engineering (Medical Engineering))

Modulverantwortliche/r: Aldo R. Boccaccini

Lehrende: Aldo R. Boccaccini, Judith Roether

Startsemester: SS 2016 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (SS)  
Präsenzzeit: 30 Std. Eigenstudium: 45 Std. Sprache: Deutsch und Englisch

Lehrveranstaltungen:

Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der Medizintechnik (SS 2016, Vorlesung, 2 SWS, Aldo R. Boccaccini et al.)

---

Inhalt:

Vergleiche bei der Lehrveranstaltung. Lernziele

und Kompetenzen:

Vergleiche bei der Lehrveranstaltung. Literatur:

Vergleiche bei der Lehrveranstaltung.

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Modulprüfung zu "Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der Medizintechnik" (MT-M3.11-CompNano) (Prüfungsnummer: 656231)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Aldo R. Boccaccini

---

Modulbezeichnung:	Werkstoffoberflächen in der Medizin/Material surfaces in medicine (MatSurfMed) (Material surfaces in medicine)	2.5 ECTS
-------------------	---	----------

Modulverantwortliche/r:	Sannakaisa Virtanen
-------------------------	---------------------

Lehrende:	Aldo R. Boccaccini, Sannakaisa Virtanen
-----------	---

---

Startsemester: SS 2016	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
------------------------	-------------------	-----------------------

Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch
----------------------	-----------------------	-------------------------------

---

Lehrveranstaltungen:

Werkstoffoberflächen in der Medizin/Material surfaces in medicine (SS 2016, Vorlesung, Aldo R. Boccaccini et al.)

---

Inhalt:

Physikalisch-chemische Grundlagen zu Oberflächen:

- Oberflächenenergie
- Oberflächenladungen
- Werkstoff/Elektrolyt-Grenzflächen

Wechselwirkungen zwischen Werkstoffoberflächen und der biologischen Umgebung:

- Proteinadsorption
- Zelladhäsion

Modifikation von Werkstoffoberflächen:

- chemische, strukturelle und biologische Methoden Charakterisierung von Oberflächen Lernziele und Kompetenzen:

Die Studenten können

- die Wechselwirkungen zwischen Werkstoffoberflächen und einer biologischen Umgebung erläutern.
  - Möglichkeiten aufzeigen um Oberflächeneigenschaften für spezifische Anwendungen zu optimieren.
  - Methoden der Oberflächencharakterisierung benennen und erklären.
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Abschlußklausur Werkstoffoberflächen in der Medizintechnik (Prüfungsnummer: 58901)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablægung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Sannakaisa Virtanen

---

Bemerkungen:

Für Bachelorstudierende kann die Vorlesung "Surfaces of Biomaterials / Oberflächen von Biomaterialien" belegt werden.

---

Modulbezeichnung: Biomechanik: Mechanische Eigenschaften biologischer Materialien (BIOWW) 2.5 ECTS

Modulverantwortliche/r: N.N

Lehrende: Claudia Fleck, Benoit Merle

---

Startsemester: SS 2016 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: k.A. Std. Eigenstudium: k.A. Std. Sprache: Deutsch

---

Lehrveranstaltungen:

Biomechanik: Mechanische Eigenschaften biologischer Materialien (SS 2016, Vorlesung, 2 SWS, Benoit Merle)

---

Inhalt:

In der Vorlesung wird das Verformungsverhalten von biologischen Materialien ausgehend von ihrem Aufbau diskutiert und dabei die Besonderheiten der biologischen Materialien aufgezeigt. Anhand von empirisch abgeleiteten Gesetzen werden konstitutive Gleichungen zur Beschreibung der mechanischen Eigenschaften aufgestellt und neue Methoden zur Untersuchung der lokalen Eigenschaften von Zellen und Zellbestandteilen vorgestellt. Die Studenten lernen dabei in einem einfachen Überblick die für die mechanischen Eigenschaften wesentlichen Zellbestandteile kennen und können ausgehend von der Belastungssituation im Körper das Verformungsverhalten von passiven und aktiven Geweben verstehen. Die Vorlesung zeigt somit die Grundlagen der Biomechanik von biologischen System auf.

- Struktur, Aufbau, Wachstum und mechanische Eigenschaften von biologischen Materialien. Vorlesungseinheiten:
- Einführung
- Zellen, Proteine, Gewebe: Aufbau, Funktion, mechanische Eigenschaften

- Muskulatur: Aufbau, Filamentgleittheorie, aktives und passives Gewebeverhalten, Hill-Modell
  - Blutkreislauf: Gefäße, Strömungslehre, Model nach Krämer, Blutrheologie, Erythrozyten
  - Biomechanics toolbox: Mechanische Eigenschaften einzelner Zellen, Nanoindentierung
  - Knorpel: Struktur und Aufbau, Synovialflüssigkeit, Zug und Druckverhalten, Durchströmungsverhalten
  - Knochen: Struktur, Wolffsches Gesetz, Mechanostat
  - Phasendiagramm, mechanische Eigenschaften (Elastizität, Schädigung), Größeneffekte Literatur:
  - V.C. Mow, R. Huiskes: Basic Orthopaedic; Biomechanics and mechano-biology
  - Steven Vogel: Comparative Biomechanics, 2003, Princetown University Press
  - Wintermantel: Medizintechnik mit biokompatiblen Werkstoffen und Verfahren, Springer
  - Currey John D.: Bones, Structure and Mechanics
  - Fung Y.C.: Mechanical properties of living tissues, Springer
  - Fachartikel
  - Folien online verfügbar
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

**Biomechanik: Mechanische Eigenschaften biologischer Materialien (Prüfungsnummer: 461589)**

(englische Bezeichnung: Core Modules Medical Technology)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2016, 1. Wdh.: keine Wdh.

1. Prüfer: Benoit Merle

---

Bemerkungen:

Pflichtvorlesung für Kern- und Wahlfachstudenten entsprechend der Prüfungsordnung

Modulbezeichnung: Medizintechnik II (MT-B2.2) 5 ECTS  
 (Medical Engineering II)  
 Modulverantwortliche/r: Aldo R. Boccaccini  
 Lehrende: Aldo R. Boccaccini

Startsemester: SS 2016 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (SS)  
 Präsenzzeit: 60 Std. Eigenstudium: 90 Std. Sprache: Deutsch und Englisch

Lehrveranstaltungen:  
 Medizintechnik II (SS 2016, Vorlesung, 2 SWS, Aldo R. Boccaccini et al.) Übungen zu  
 Medizintechnik II (SS 2016, Übung, 2 SWS, Julia Will)

Empfohlene Voraussetzungen:  
 Vgl. bei den einzelnen Veranstaltungen.

Inhalt:  
 Vgl. bei den einzelnen Veranstaltungen Lernziele  
 und Kompetenzen:  
 Vgl. bei den einzelnen Veranstaltungen. Literatur:  
 Vgl. bei den einzelnen Veranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:  
 Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:  
 [1] Medizintechnik (Master of Science)  
 (Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)  
 Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Medizintechnik (Bachelor of Science)",  
 "Technomathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:  
 Modulprüfung "Medizintechnik II" (MT-B2.2) (Prüfungsnummer: 58101)  
 Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
 an der Berechnung der Modulnote: 100%  
 Erstablegung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017  
 1. Prüfer: Aldo R. Boccaccini

Organisatorisches:  
 Vgl. bei den einzelnen Veranstaltungen. Bemerkungen:  
 Vgl. bei den einzelnen Veranstaltungen.

Modulbezeichnung: Sonderthemen der Umformtechnik (STUT) 2.5 ECTS  
 (Special Topics in Advanced Metal Forming)  
 Modulverantwortliche/r: Ulf Engel  
 Lehrende: Ulf Engel

Startsemester: SS 2016 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (SS)  
 Präsenzzeit: 30 Std. Eigenstudium: 45 Std. Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Inhalt:

In der Vorlesung werden aufbauend auf die im Modul „Umformtechnik“ behandelten Grundlagen Sonderthemen der Umformtechnik aus den Bereichen Sonderverfahren und aktuelle Anwendungen sowie Modellierung und Simulation vertieft. Dabei werden den jeweiligen Grundlagen insbesondere auch aktuelle Trends aus Forschung, Entwicklung und Praxis angesprochen. Die Themen umfassen thermomechanische Behandlung, superplastisches Umformen, wirkmedienunterstütztes Umformen, Umformen von „Tailored Blanks“, Profilbiegen, Sinterschmieden, Mikroumformtechnik, Oberfläche und Tribologie, physikalische Prozessmodelle, analytische Prozessmodelle, numerische Prozessmodelle sowie Prozeßsimulation einschließlich Fallbeispielen und bilden jeweils eine abgeschlossene Vorlesungseinheit. Lernziele und Kompetenzen:

*Fachkompetenz Wissen*

- Die Studierenden erwerben Wissen über Grundlagen, Einsatz und Anwendung, sowie über Möglichkeiten und Grenzen bezüglich thermomechanischer Behandlung, superplastischer Umformung, wirkmedienunterstützter Umformung, Umformung von „Tailored Blanks“, Profilbiegen, Sinterschmieden, Mikroumformtechnik, Oberfläche und Tribologie, physikalischer Prozessmodelle, analytischer Prozessmodelle, numerischer Prozessmodelle sowie der Prozeßsimulation.

*Anwenden*

- Die Studierenden sind in der Lage, das erworbene Wissen anzuwenden und auf ähnliche Problemstellungen zu übertragen

*Evaluieren (Beurteilen)*

- Die Studierenden lernen, die Bedeutung und das Potential der verschiedenen Verfahren und Methoden zu bewerten.
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Sonderthemen der Umformtechnik (Prüfungsnummer: 72911)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Ulf Engel

---

Organisatorisches:

Umformtechnik I und II

---

Modulbezeichnung:	Werkstoffe der Elektronik in der Medizin (WEM) (Materials of electronics in the medicine)	2.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Mirosław Batentschuk	
Lehrende:	Albrecht Winnacker, Mirosław Batentschuk	

---

Startsemester: SS 2016	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch

---

Lehrveranstaltungen:

Werkstoffe der Elektronik in der Medizin (SS 2016, Vorlesung, 2 SWS, Mirosław Batentschuk et al.)

---

Inhalt:

Meilensteine in der Medizin.

Funktionsweise von diversen Systemen zur Diagnostik und daraus folgende Anforderungen an Werkstoffe für Detektoren.

Herstellung und Optimierung von Werkstoffen für Detektoren in bildgebenden Systemen (Röntgen und Ultraschall-Diagnostik).

Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Halbleitern und Isolatoren (praxisorientierte Aspekte).

Laser in der Medizin: Funktionsweise und Materialien.

Elektroden und Beschichtung von Herzklappen.

Bestrahlung mit Schwerionen in der Krebsmedizin, Materialien und Methoden.

Leuchten im medizinischen Arbeitsbereich: Anforderungen, Materialien, neueste Entwicklungen.

Organische und anorganische Leuchtstoffe für Nano-Biomarker.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- erwerben fundierte Kenntnisse zur Herstellung und Optimierung von Werkstoffen für Detektoren in diversen Diagnostik-Systemen.
  - verstehen Grundlagen von Technologieschritten bei der Herstellung von Detektoren.
  - erkennen prinzipielle Probleme und Grenzen bei der Entwicklung von neuen Materialien für die Medizin.
  - sind in der Lage Forschungsarbeiten zur Entwicklung von neuen Werkstoffen für die Medizin zu planen.
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Werkstoffe der Elektronik in der Medizin (Prüfungsnummer: 75601)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil

an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Mirosław Batentschuk

---

Modulbezeichnung:	Integrated Production Systems (Lean Management) (IPS) (Integrated Production Systems (Lean Management))	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Jörg Franke	

Lehrende: Jörg Franke

---

Startsemester: SS 2016	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

Lehrveranstaltungen:

Integrated Production Systems (vhb) (SS 2016, Vorlesung, 4 SWS, Jörg Franke)

---

Inhalt:

- Konzepte und Erfolgsfaktoren von Ganzheitlichen Produktionssystemen
- Produktionsorganisation im Wandel der Zeit
- Das Lean Production Prinzip (Toyota-Produktionssystem)
- Die 7 Arten der Verschwendung (Muda) in der Lean Production
- Visuelles Management als Steuerungs- und Führungsinstrument
- Bedarfsglättung als Grundlage für stabile Prozesse
- Prozesssynchronisation als Grundlage für Kapazitätsauslastung
- Kanban zur autonomen Materialsteuerung nach dem Pull-Prinzip
- Empowerment und Gruppenarbeit
- Lean Automation - „Automation“
- Fehlersicheres Arbeiten durch Poka Yoke
- Total Productive Maintenance
- Wertstromanalyse und Wertstromdesign
- Arbeitsplatzoptimierung (schlanke Fertigungszellen, U-Shape, Cardboard Engineering)
- OEE-Analysen zur Nutzungsgradsteigerung
- Schnellrüsten (SMED)
- Implementierung und Management des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP, Kaizen)
- Überblick über Qualitätsmanagementsysteme (z.B. Six Sigma, TQM, EFQM, ISO9000/TS16949) und Analysewerkzeuge zur Prozessanalyse und -verbesserung (DMAIC, Taguchi, Ishikawa)
- Verschwendung im administrativen Bereich
- Spezifische Ausgestaltungen des TPS (z.B. für die flexible Kleinserienfertigung) und angepasste Implementierung ausgewählter internationaler Konzerne

Lernziele und Kompetenzen:

Nach erfolgreichem Besuch der Lehrveranstaltung sollen die Studenten in der Lage sein:

- Die Bedeutung Ganzheitlicher Produktionssysteme zu verstehen;
  - Lean Prinzipien in ihrem Kontext zu verstehen und zu beurteilen;
  - die dazu erforderlichen Methoden und Werkzeuge zu bewerten, auszuwählen und zu optimieren;
  - einfache Projekte zur Optimierung von Produktion und Logistik anhand des Gelernten im Team durchführen zu können;
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Integrated Production Systems (Prüfungsnummer: 71231)

(englische Bezeichnung: Integrated Production Systems)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Jörg Franke

---

Organisatorisches:

Unterrichtssprache: Deutsch, Englisch

Voraussetzung: Kenntnisse aus Produktionstechnik 1+2, Betriebswirtschaft für Ingenieure

---

Modulbezeichnung: Biomaterialien für Tissue Engineering-MT (BioMTE-MT-M) 2.5 ECTS  
 (Biomaterials for Tissue Engineering-MT)  
 Modulverantwortliche/r: Aldo R. Boccaccini  
 Lehrende: Aldo R. Boccaccini

---

Startsemester: SS 2016 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (SS)  
 Präsenzzeit: 30 Std. Eigenstudium: 45 Std. Sprache: Deutsch und Englisch

---

Lehrveranstaltungen:  
 Biomaterials for Tissue Engineering (SS 2016, Vorlesung, 2 SWS, Aldo R. Boccaccini et al.)

---

**Inhalt:**

- Tissue Engineering und regenerative Medizin: Konzepte, Definitionen und historische Entwicklung
- Scaffolds: Anforderungen, Herstellung und Charakterisierung
- Beispiele: scaffolds für Tissue Engineering von Knochen und Weichgeweben
- Neue Konzepte: multifunktionelle scaffolds
- Medikamentös wirksame scaffolds: Tissue Engineering und drug delivery

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erfassen die Wichtigkeit verschiedener Konzepte im Bereich Tissue Engineering (TE).
  - kennen die im Bereich Biomaterialien am häufigsten verwendeten Werkstoffe sowie deren Herstellung, Charakterisierung.
  - sind mit der Verarbeitung und dem Einsatz unterschiedlicher Materialtypen wie Metalle, Keramiken und Polymere als Gerüstmaterialien (scaffolds) im TE vertraut. Literatur:
  - Boccaccini, Gough, J.E. (eds.): Tissue engineering using ceramics and polymers; Cambridge, 2007
  - Polak, Mantalaris, Harding (eds.): Advances in Tissue Engineering; Oxford u.a., 2010
  - Wintermantel, Suk-Woo: Medizintechnik; Berlin, 52009
  - Hench, Jones (eds.): Biomaterials, artificial organs und tissue engineering; Oxford, 2005
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Modulprüfung "Biomaterialien für Tissue Engineering" (MT2013-M5.4-BioMTE; MT2011-M7.2)

(Prüfungsnummer: 74801)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstblegung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Aldo R. Boccaccini

---



---

Modulbezeichnung: Technologie der Verbundwerkstoffe (FVK) 2.5 ECTS  
 (Fiber Composites)  
 Modulverantwortliche/r: Dietmar Drummer  
 Lehrende: Dietmar Drummer

---

Startsemester: SS 2016 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (SS)

Lehrveranstaltungen:

Technologie der Verbundwerkstoffe (SS 2016, Vorlesung, 2 SWS, Dietmar Drummer)

---

Inhalt:

Die Vorlesung Technologie der Faserverbundwerkstoffe stellt die einzelnen Komponenten (Faser und Matrix), die Auslegung, Verarbeitungstechnologie, Simulation und Prüfung mit Fokus auf Faserverbundkunststoffe vor. Im Einzelnen ist die Vorlesung ist wie folgt gegliedert:

- Einführung
- Verstärkungsasern
- Matrix
- Fasern und Matrix im Verbund
- Verarbeitung (Duroplaste und Thermoplaste)
- Auslegung (klassische Laminattheorie)
- Gestaltung und Verbindungstechnik
- Simulation
- Mechanische Prüfung und Inspektion Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden

- Kennen von Begrifflichkeiten und Definitionen im Bereich der Faserverbundkunststoffe.
- Kennen von verschiedenen Halbzeuge und deren verfügbare Konfektionierung.
- Kennen und Verstehen der Verarbeitung von faserverstärkten Formmassen.
- Erläutern der Struktur und der besonderen Merkmalen der unterschiedlichen Ausprägungen und Werkstoffe von Fasern und Matrix.
- Verstehen der Auslegung, der Verbindungstechnik und der Simulation von faserverstärkten Bauteilen. Fachkompetenz: Analysieren, Evaluieren und Erschaffen
- Auslegung und Konstruktion eines werkstoff- und belastungsgerechten Faserverbundbauteils.
- Beurteilung von Faserverbundbauteilen hinsichtlich Werkstoffauswahl, Gestaltung und Konstruktion.
- Bewertung der Simulationsergebnisse zu Faserverbundbauteilen.

Literatur:

- Ehrenstein, G.W.:Faserverbund-Kunststoffe, München Wien, 2006
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Technologie der Verbundwerkstoffe (Prüfungsnummer: 69001)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Dietmar Drummer

---

Organisatorisches:

Abgeschlossenes Vordiplom, abgeschlossener Bachelor,  
Prüfung erfolgt i.d.R. zusammen mit der Vorlesung "Konstruieren mit Kunststoffen" schriftlich nach  
jedem Semester, Ausnahmen nach Studiengang möglich, Prüfungsdauer 120 Minuten

Modulbezeichnung:	Handhabungs- und Montagetechnik (HUM) (Technology of Handling and Assembly)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Jörg Franke	
Lehrende:	Jörg Franke, u.a.	

Startsemester: SS 2016	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

#### Lehrveranstaltungen:

Handhabungs- und Montagetechnik (SS 2016, Vorlesung, 2 SWS, Jörg Franke et al.)  
 Übung zu Handhabungs- und Montagetechnik (SS 2016, Übung, 2 SWS, Assistenten et al.)

#### Inhalt:

Im Vertiefungsfach Handhabungs- und Montagetechnik wird die gesamte Verfahrenskette von der Montageplanung bis zur Inbetriebnahme der Montageanlagen für mechanische sowie elektrotechnische Produkte aufgezeigt. Einleitend erfolgt die Darstellung von Planungsverfahren sowie rechnergestützte Hilfsmittel in der Montageplanung. Daran schließt sich die Besprechung von Einrichtungen zur Werkstück- und Betriebsmittelhandhabung in flexiblen Fertigungssystemen und für den zellenübergreifenden Materialfluß an. Desweiteren werden Systeme in der mechanischen Montage von Klein- und Großgeräten, der elektromechanischen Montage und die gesamte Verfahrenskette in der elektrotechnischen Montage diskutiert (Anforderung, Modellierung, Simulation, Montagestrukturen, Wirtschaftlichkeit etc.). Abrundend werden Möglichkeiten zur rechnergestützten Diagnose/Qualitätssicherung und Fragestellungen zu Personalmanagement in der Montage und zum Produktrecycling/-demontage behandelt.

#### Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden sind in der Lage:

- die Montagefreundlichkeit von Produkten zu beurteilen und zu verbessern,
- Montage- und Handhabungsprozesse zu beurteilen, auszuwählen und zu optimieren,
- die dazu erforderlichen Geräte, Vorrichtungen und Werkzeuge zu bewerten, und • Montageprozesse sowie -systeme zu konzipieren, zu planen und weiterzuentwickeln.

Dieses Wissen ist vor allem in den Bereichen Produktentwicklung, Konstruktion, Produktionsmanagement, Fertigungsplanung, Einkauf, Vertrieb und Management sowie in allen industriellen Branchen (z. B. Automobilbau, Elektrotechnik, Medizintechnik, Maschinen- und Anlagenbau) erforderlich. Literatur: gleichnamiges Vorlesungsskriptum

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2013 | Masterprüfung | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Handhabungs- und Montagetechnik (Vorlesung + Übung) (Prüfungsnummer: 71211)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120 Anteil

an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Jörg Franke

---

Organisatorisches:

weitere Informationen bei: Dipl.-

Ing. Yoo, In Seong Bemerkungen:

Die Vorlesung wird gemeinsam mit den Inhalten der Übung "Handhabungs- und Montagetechnik" geprüft und kreditiert.