

# Lehrveranstaltungen

## Professur Kontinuumsmechanik im Maschinenbau

Prof. Dr.-Ing. T. Böhlke

Stand Juli 2023

### BACHELOR

#### Pflichtveranstaltungen

##### Technische Mechanik 1 (TM1)

Nach einer Einführung in die Vektorrechnung wird die Statik starrer Körper, insbesondere die von Linientragwerken, behandelt. Der Massenmittelpunkt wird für dreidimensionale Körper berechnet. Das Prinzip der virtuellen Arbeit wird für Systeme starrer Körper eingeführt und zur Berechnung von Gleichgewichtslagen und zur Bewertung ihrer Stabilität verwendet. Die Statik idealer Seile dient als Einführung in die Theorie deformierbarer Materialien. Die Thermoelastizität wird für Zug-Druck-Stäbe behandelt.

► *WS (Wintersemester), 7 LP, Vorlesung mit Hörsaalübung und Rechnerpraktikum, Dozent: Prof. Böhlke*

##### Technische Mechanik 2 (TM2)

Es werden die elementaren Biege-, Torsions- und Schubtheorien des geraden Balkens eingeführt. Danach folgt eine Einführung in die dreidimensionale Elastizitätstheorie. Hierbei werden der dreidimensionale Spannungs- und Verzerrungszustand behandelt. Das Hooke'sche Gesetz wird für isotrope Werkstoffe unter Berücksichtigung von Temperaturänderungen abgeleitet. Versagenshypthesen werden für dreidimensionale Spannungszustände ausgewertet. Es schließt sich eine Darstellung der Energiemethoden und der Näherungsverfahren der Elastostatik an. Stabilitätsprobleme der Elastizitätstheorie werden anhand von Knickstäben diskutiert.

► *SS (Sommersemester), 6 LP, Vorlesung mit Hörsaalübung und Rechnerpraktikum, Dozent: Prof. Böhlke*

#### Vertiefungsveranstaltungen (z.B. im SP13)

##### Kontinuumsmechanik der Festkörper und Fluide (KMFF)

In der Vorlesung wird eine kompakte Einführung in die Kontinuumsmechanik der Festkörper und Fluide gegeben. Die Einführung schließt eine Behandlung der Kinematik deformierbarer Körper, der Bilanzgleichungen der Mechanik und Thermodynamik sowie eine einfache Materialtheorie ein. Die bisher im Studium vermittelten Kenntnisse zur Modellierung von Materialien und Strukturen sowie von thermodynamischen Prozessen werden so weit vertieft, dass forschungsorientierte Themen in Bachelor- und Masterarbeiten erfolgreich bearbeitet werden können. In Fallstudien werden Lösungen der verschiedenen Materialmodelle mit besonderem Fokus auf die Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Festkörpern und Fluiden sowie thermomechanische Kopplungen diskutiert.

► *WS, 4 LP, Kernfach im SP13, Vorlesung mit Hörsaalübung, Rechnerpraktikum für Studierende im SP13, Empfehlung: 5. Semester in Kombination mit MMKM, gemeinsame Veranstaltung des ITM und des ISTM, DozentInnen: Prof. Böhlke, Prof. Frohnäpfel*

##### Math. Methoden der Kontinuumsmechanik (MMKM)

Zu Beginn der Vorlesung steht eine Einführung in die für das Erlernen der Kontinuumsmechanik notwendigen Elemente der Tensoralgebra und -analysis. Bei den in der Vorlesung diskutierten Anwendungen der Tensorrechnung liegt der Schwerpunkt auf der kontinuumsmechanischen Formulierung und Lösung von gekoppelten Feldproblemen der Thermomechanik. Damit können typische Problemstellungen der Festkörper- und Fluidmechanik, die im Kontext von Forschungs- und Entwicklungsprojekten zu formulieren und zu lösen sind, verstanden und bearbeitet werden.

► *WS, 4 LP, Kernfach im SP13, Vorlesung mit Hörsaalübung, Empfehlung: 5. Semester in Kombination mit KMFF, Dozent: Prof. Böhlke*

##### Einführung in die Finite-Elemente-Methode (FEM)

Das Ziel der Lehrveranstaltung ist eine einführende Darstellung der Finite-Elemente-Methode (FEM) zur Lösung von Berechnungs- und Konstruktionsaufgaben. Im Rahmen der Vorlesung werden die mathematischen und mechanischen Grundlagen der FEM vermittelt. Im Rechnerpraktikum werden am PC alle wichtigen Schritte der FE-Berechnung, wie die Geometrie- und Netzgenerierung, sowie die Darstellung und Auswertung der Berechnungsergebnisse anhand beispielhafter Festigkeits- und Temperaturanalysen an Bauteilen erklärt. Das in Industrie und Forschung weitverbreitete kommerzielle FE-Programm ABAQUS wird für die FE-Berechnungen im Rechnerpraktikum eingesetzt und durch selbst programmierte Python-Routinen erweitert. Die Vorlesung wird durch einen Fachvortrag aus der Berufspraxis von Berechnungsingenieuren und -ingenieurinnen ergänzt.

► *SS, 4 LP, Ergänzungsfach im SP13, Vorlesung mit Hörsaalübung und Rechnerpraktikum, Empfehlung: 6. Semester, empfohlene Voraussetzungen: KMFF und MMKM, Dozenten: Dr.-Ing. Langhoff, Prof. Böhlke*

### MASTER

► **SP 30** Angewandte Mechanik ► **SP 56** Advanced Materials Modeling and Data Management

#### Numerische Methoden

##### Rechnerunterstützte Mechanik I (RUMI)

Ziel dieser Vorlesung ist es, eine umfassende Einführung in die Prinzipien und in die Theorie der Finite-Elemente-Methode zu geben. Im Mittelpunkt steht die starke und die schwache Formulierung, die numerische Lösung linearer Probleme der Elastizitätstheorie sowie eine Einführung in die Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme. Folgende Aspekte werden behandelt: Numerische Lösung linearer Gleichungssysteme, Grundlagen und Lösungsmethoden der linearen Elastizitätstheorie, Variationsprinzipien, Finite-Element-Technologie. Im begleitenden Rechnerpraktikum werden Beispiele in Python gelöst.

► *WS, 6 LP, Kernfach im SP30, Vorlesung mit Rechnerpraktikum, empfohlene Voraussetzungen: KMFF oder MMKM, Dozent: Dr.-Ing. Langhoff*

##### Rechnerunterstützte Mechanik II (RUMII)

Die Vorlesung vermittelt Kenntnisse zur numerischen Simulation des konstitutiven Verhaltens von Werkstoffen. Dabei wird insbesondere auf die Materialtheorie und die numerische Implementierung physikalisch nichtlinearer Stoffgesetze eingegangen. Den theoretischen Rahmen hierfür bilden die sogenannten Generalisierten Standardmaterialien. Zur numerischen Implementierung spezieller Stoffgesetze wird die UMAT-Schnittstelle des kommerziellen FE Programms ABAQUS verwendet. In diesem Zusammenhang werden Methoden zur numerischen Zeitintegration gewöhnlicher Differentialgleichungen und von DAE Systemen diskutiert.

► *SS, 6 LP, Kernfach im SP30, Vorlesung mit Rechnerpraktikum, Voraussetzung: RUMI, Dozenten: Dr.-Ing. Langhoff, Prof. Böhlke*

#### Grundlagen der Kontinuumsmechanik

##### Nichtlineare Kontinuumsmechanik (NKM)

Die Vorlesung behandelt die geometrisch und physikalisch nichtlineare Kontinuumsmechanik. Zunächst werden die Grundlagen der Kinematik großer Formänderungen behandelt. An eine systematische Darstellung der thermodynamischen Bilanzgleichungen schließt sich eine Behandlung der Prinzipien der Materialtheorie an. Mit diesen Prinzipien werden die Materialgleichungen thermoelastischer und thermoviskoplastischer Materialien hergeleitet.

► *SS, 5 LP, Grundl. u. Meth. in der Vertiefungsrichtung TheoMach, Ergänzungsfach im SP30, Vorlesung mit Hörsaalübung, empfohlene Voraussetzungen: SP13, RUMI, Dozent: Prof. Böhlke*

##### Mathematische Methoden der Mikromechanik (MMM)

Im ersten Teil der Vorlesung werden Grundlagen der Variationsrechnung und darauf aufbauend die Prinzipien der Mechanik dargestellt. Im zweiten Teil werden Anwendungen der Variationsrechnung in den Bereichen Kontinuumsmechanik und Homogenisierungsmethoden diskutiert, wobei insbesondere auf die Mechanik von Werkstoffen mit Mikrostruktur und auf die Homogenisierung thermoelastischer Eigenschaften eingegangen wird.

► *SS, 6 LP als MM, MM und Kernfach im SP56, Vorlesung mit Hörsaalübung, empfohlene Voraussetzungen: MMKM oder KMFF, Dozent: Prof. Böhlke*

#### Experimentelle Methoden

##### Exp. Charakterisierung thermoviskoelastischer Materialien

Die Vorlesung behandelt die theoretischen Grundlagen der Lehrveranstaltung "Praktikum in experimenteller Festkörpermechanik". Ziel ist es, das grundlegende Verständnis des Verhaltens und der Modellierung von Leichtbau-Werkstoffen, insbesondere Polymerwerkstoffen, zu vermitteln. Hierzu werden gängige Modellansätze vorgestellt und deren Anwendung diskutiert. Zudem findet eine Einführung in Prüfverfahren zur Ermittlung der charakteristischen Werkstoffkenngrößen statt, die zur Modellierung des thermoviskoelastischen Materialverhaltens benötigt werden. Anwendungsgebiete aus Industrie und Forschung (u.a. des DFG-GRK 2078) werden vorgestellt und folgen somit dem Leitsatz forschungsorientierter Lehre.

► *SS, 4 LP, Grundl. u. Meth. in der Vertiefungsrichtung TheoMach, empfohlene Voraussetzung: SP13*

##### Laborpraktikum in experimenteller Festkörpermechanik

Anhand anschaulicher Kleinversuche, zum Teil in Kombination mit kleinen Programmier- und Simulationsaufgaben, wird das isotrope und anisotrope Werkstoffverhalten von Metallen, Polymeren und Verbundwerkstoffen untersucht. Zusätzliche Versuche werden an einem DMA-Prüfstand (Dynamisch Mechanische Analyse) und an einem Biaxialprüfstand durchgeführt.

► *SS, 4 LP, Laborpraktikum im Master, empfohlene Voraussetzung: SP13*