

Vorstellung der MSc-Schwerpunkte

Prof. Böhlke
Kontinuumsmechanik im Maschinenbau
Institut für Technische Mechanik
Juli 2017

Inhalt

- -Der Bereich Kontinuumsmechanik
 - Vollständiges Lehrangebot
- Schwerpunkte im Master.
 - SP 30. Angewandte Mechanik
 - SP 56. Advanced Materials Modeling
- -Ausblick. Vertiefung Theoretischer Maschinenbau
 - Fach Grundlagen der Vertiefungsrichtung
 - Wahl der Schwerpunkte
 - Masterarbeit

Lehrangebot Kontinuumsmechanik

Bachelor

- Technische Mechanik I, II mit begleitenden Rechnerübungen (MAPLE)
- Höhere Technische Festigkeitslehre (WS) mit begleitenden Rechnerübungen (ABAQUS)
- Einführung in die Finite Elemente Methode (SS) mit Rechnerübungen (ABAQUS)
- Mathematische Methoden der Festigkeitslehre (WS)
- Praktikum in experimenteller Festkörpermechanik (SS)

Master

- Mathematische Methoden der Strukturmechanik (SS)
- Nonlinear Continuum Mechanics (SS)
- Rechnerunterstützte Mechanik I, II (WS/SS) mit begleitenden Rechnerübungen (MATLAB, Fortran)

Juniorprofessur Computational Micromechanics (ab 01.09.17)

Dr. M. Schneider

- Numerische Homogenisierung auf Realdaten (WS) mit begleitenden Rechnerübungen
- Mikrostrukturmodellierung und –charakterisierung (SS)
- beides auch im BSc-SP wählbar

Kontinuumsmechanik - Forschung

Mehrskalige Modellierung und Simulation des mechanischen Verhaltens heterogener Werkstoffe

Ergebnisse und Anwendungen

- Dimensionierungsregeln für neue Werkstoffklassen
- Integration in die Modellierung des Gesamtprozesses von der Herstellung bis zum Design

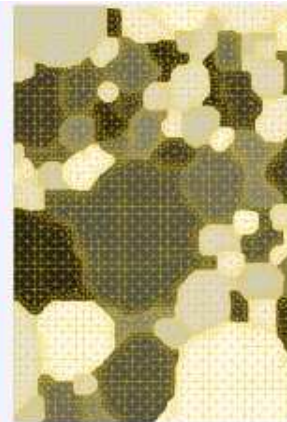
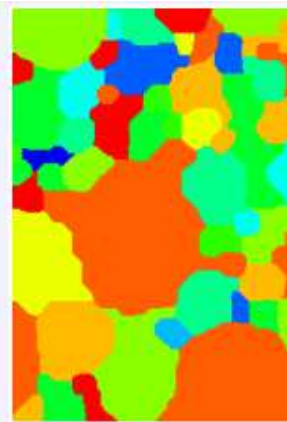
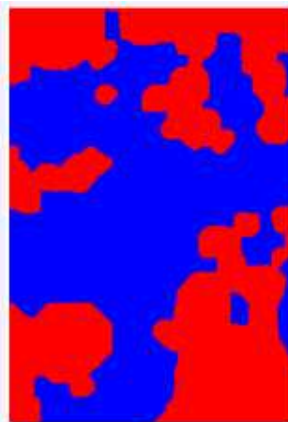
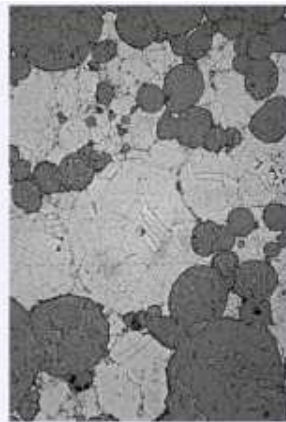
Methoden

- Lineare und nichtlineare Kontinuumsmechanik
- Lineare und nichtlineare Finite Elemente Methoden
- Homogenisierungsmethoden
- Mikromechanik
- Wissenschaftliches Rechnen

Kontinuumsmechanik - Forschung

Mehrskalige Materialmodellierung, Schädigung und Versagen sowie Homogenisierungsmethoden für

- Polykristalline Werkstoffe
- Metall-Matrix-Komposite
- Faserverstärkte Thermoplasten
- Carbon/Carbon Komposite



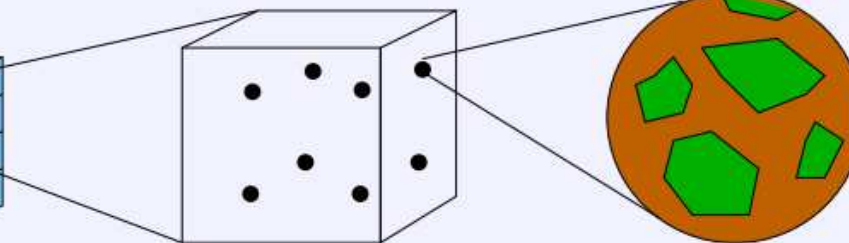
Makroskala

FE-Modell



Mikroskala

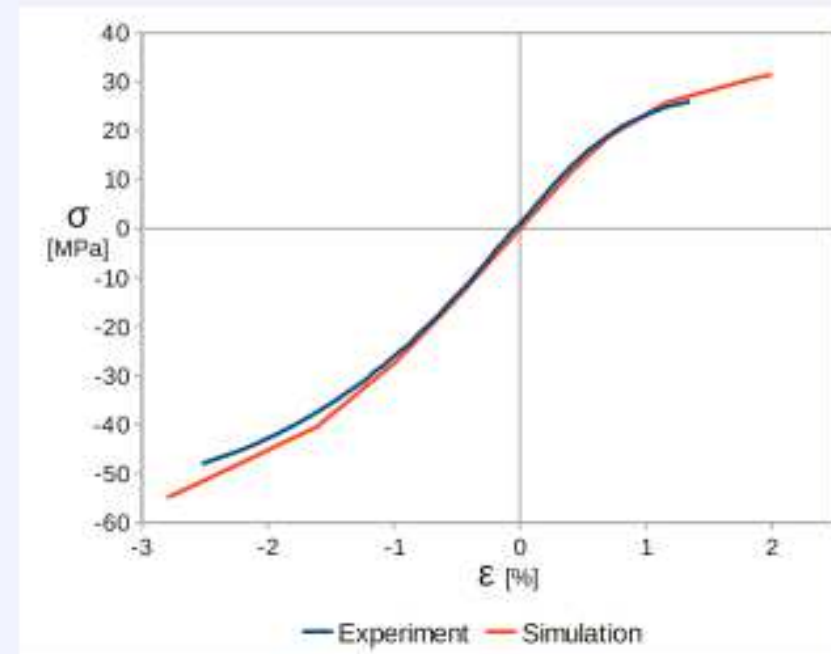
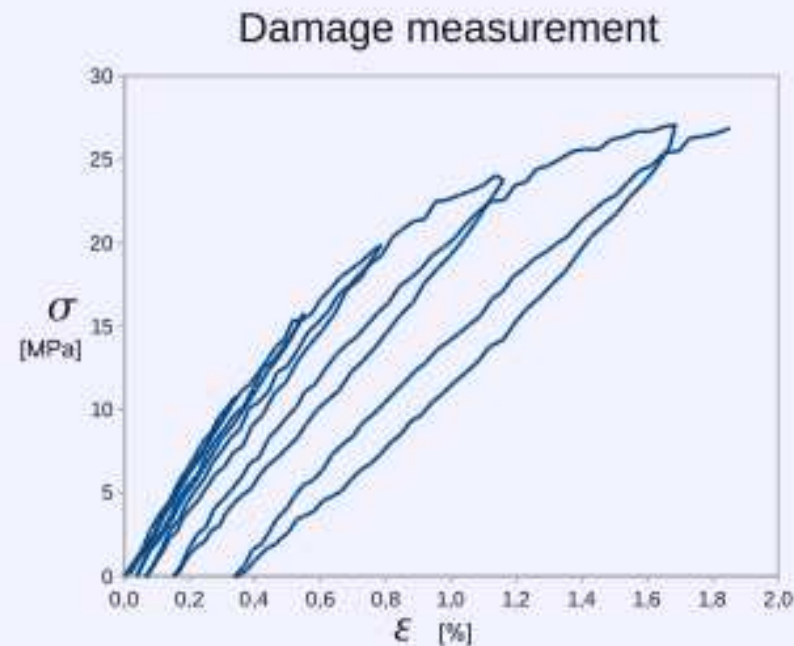
Selbst-konsistente Schemata



Kontinuumsmechanik - Forschung

Phänomenologische Materialmodellierung unter Beachtung von

- anisotroper Elastizität
- Anisotropie und Zug-Druck Asymmetrie
 - Plastizität
 - Schädigungsevolution
 - Versagen



SP 30: Angewandte Mechanik

Beteiligte Institute:

FAST, IAM-WBM, IAM-CMS, ISL, ITM, Mathematik

Lernziele:

**fundierte Kenntnisse der Mechanik und numerischer Methoden,
mathematische Aspekte der numerischen Werkzeuge**

richtet sich an

**Studierende mit Interesse für Mechanik und für mathematische
bzw. numerische Aspekte bei mechanischen Problemstellungen**

SP 30: Angewandte Mechanik

Kernbereich

Kat	Vorlesung	Dozent	SWS	LP	Sem
KP	Rechnerunterstützte Mechanik I	Böhlke / Langhoff	2+2	6	WS
KP	Rechnerunterstützte Mechanik II	Böhlke / Langhoff	2+2	6	SS

Ergänzungsbereich (Auswahl)

Kat	Vorlesung	Dozent	SWS	LP	Sem
E	Technische Schwingungslehre	Fidlin	2+2	5	SS
E	Einführung in die Materialtheorie	Kamlah	2	4	SS
E	Grundlagen der nichtlinearen Kontinuumsmechanik	Kamlah	2	4	WS
E	Einführung in nichtlineare Schwingungen	Fidlin	4	7	WS
E	Rechnergestützte Dynamik	Proppe	2	4	WS
E	Mathematische Methoden der Strukturmechanik	Böhlke	2+1	5	SS
E	Prozesssimulation in der Umformtechnik	Helm	2	4	WS
E	Werkstoffmodellierung: versetzungs-basierte Plastizität	Weygand	2	4	SS
E	Strukturberechnung von Faserverbundlaminate	Kärger	2	4	WS

Englisch-sprachiger MSc-Schwerpunkt: SP 56 Advanced Materials Modeling

Beteiligte Institute:

IAM-WBM, IAM-WK, IAM-CMS, ITM

Lernziele:

**fundierte Kenntnisse zur Materialmodellierung im
Themenüberlapp Mechanik und Werkstoffwissenschaften**

richtet sich an

**Studierende mit Interesse an weiterführender Mechanik zur
Beschreibung des Verhaltens moderner Werkstoffe**

Englisch-sprachiger MSc-Schwerpunkt: SP 56 Advanced Materials Modeling

Kernbereich

Kat	Vorlesung	Dozent	SWS	LP	Sem
KP	Nonlinear Continuum Mechanics	Böhlke	2+1	5	SS
KP	Molecular Dynamics	Brandl, Gumbsch	2	4	SS

Ergänzungsbereich

Kat	Vorlesung	Dozent	SWS	LP	Sem
E	High temperature materials	Heilmaier	2	4	SS
E	Thin films and small scale mechanical behaviour	Weygand, Brandl, Gumbsch	2	4	WS

Informationen zur Vorlesung

Rechnerunterstützte Mechanik I: Einführung in die lineare statische Finite-Element-Methode

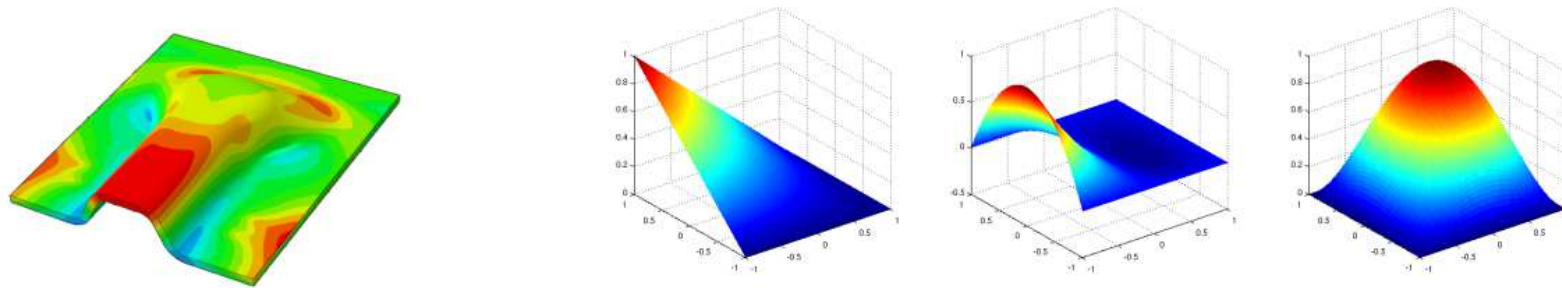


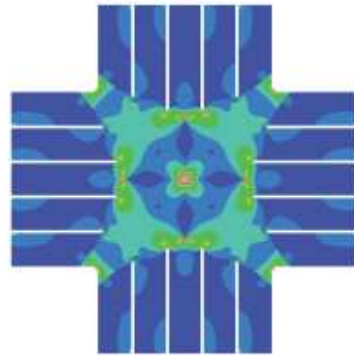
Abbildung: Lokale Spannungsanalyse eines langfaserverstärkten Polymers/Duromers im GRK 2078, www.grk2078.kit.edu (links); Bi-lineare und bi-quadratische Ansatzfunktionen (rechts)

Inhalt der Vorlesung

Ziel dieser Vorlesung ist es, eine umfassende Einführung in die Prinzipien und in die Theorie der linearen und statischen Finite-Element-Methode zu geben. Im Mittelpunkt steht die starke und schwache Formulierung sowie die numerische Lösung linearer zweidimensionaler Probleme der Elastizitätstheorie. Repräsentative Beispiele der Finite-Element-Methode der Elastostatik werden behandelt. Folgende Aspekte der FEM werden behandelt: Numerische Lösung linearer Gleichungssysteme, Grundlagen und Lösungsmethoden der linearen Elastizitätstheorie, Variationsprinzipien, Finite-Element-Technologie. In den begleitenden Rechnerübungen werden Beispiele in MATLAB entwickelt. Eine Einführung in MATLAB wird gegeben.

Informationen zur Vorlesung

Rechnerunterstützte Mechanik II: Computergestützte Materialtheorie



Maximale Hauptspannungen in einer SMC-Kreuzprobe bei einem biaxialen Zugversuch.

Inhalt der Vorlesung

Die Vorlesung vermittelt vertiefende Kenntnisse zur numerischen Modellierung und Simulation des konstitutiven Verhaltens von Werkstoffen. Dabei wird insbesondere auf die numerische Implementierung physikalisch nichtlinearer Stoffgesetze eingegangen. Den theoretischen Rahmen hierfür bilden die sogenannten Generalisierten Standardmaterialien (Halphen und Nguyen, 1975). Zur numerischen Implementierung spezieller Stoffgesetze wird im Rahmen der Vorlesung und der rechnerbegleitenden Übung neben der Programmiersprache FORTRAN die UMAT-Schnittstelle des kommerziellen Finite Elemente Programms Abaqus STANDARD verwendet. In diesem Zusammenhang werden Methoden zur numerischen Zeitintegration gewöhnlicher Differentialgleichungen und von DAE Systemen diskutiert.

Informationen zur Vorlesung

Mathematische Methoden der Strukturmechanik

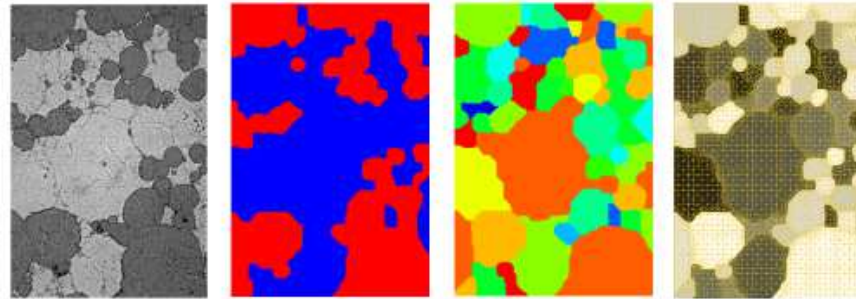


Abbildung 1: Polykristallines Fe-Cu-Gefüge: Schliffbild, Fe- u. Cu-Phase, Körner, Diskretisierung des Gefüges zur Anwendung der Finite-Elemente-Methode (von links nach rechts)

Inhalt der Vorlesung

Moderne und klassische Werkstoffe zeigen ein makroskopisches Materialverhalten, das auf komplexe Weise von deren Nano-, Mikro- und Mesostruktur abhängt. Ein Verständnis des Zusammenhangs von Mikrostruktur und mikromechanischem Verhalten einerseits und dem makroskopischen Werkstoffverhalten andererseits ist von grundsätzlichem Interesse für viele Fragestellungen der Werkstoffauswahl und -entwicklung sowie der Bauteildimensionierung.

Die Vorlesung gliedert sich in zwei Teile. Im ersten Teil 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 gegeben, wobei insbesondere auf die Mechanik von Werkstoffen mit Mikrostruktur und auf die Homogenisierung thermoelastischer Eigenschaften eingegangen wird.

Information to the Lecture

Nonlinear Continuum Mechanics

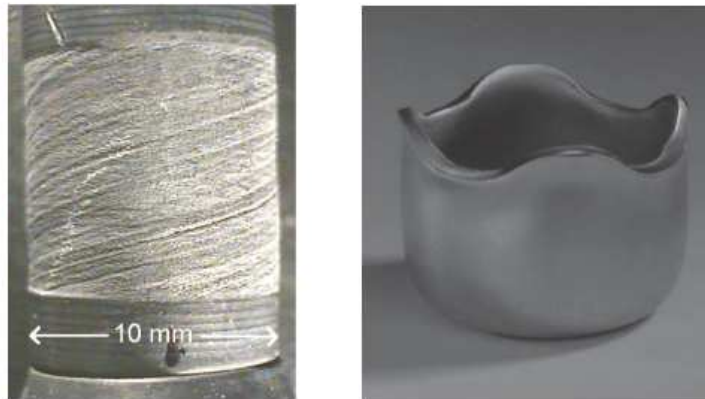


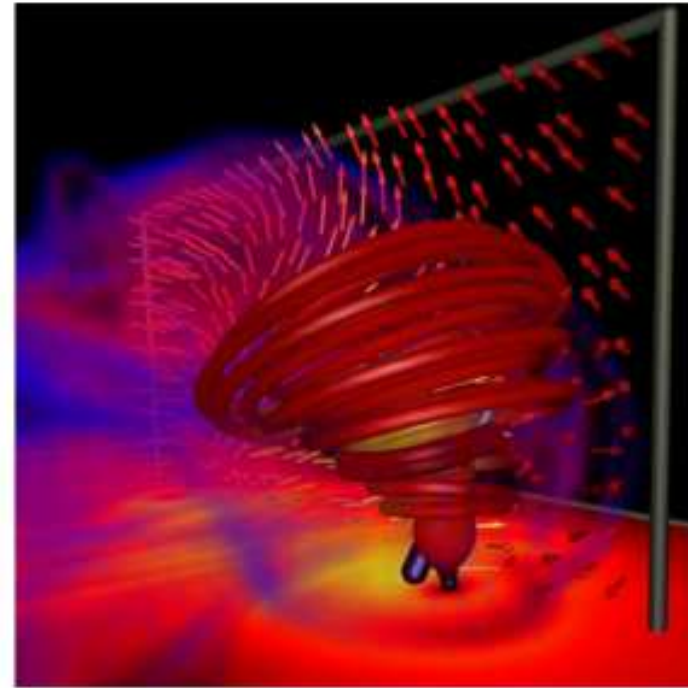
Figure: Plastic Torsion (left); earing with deep drawing (right)

Content of the Lecture

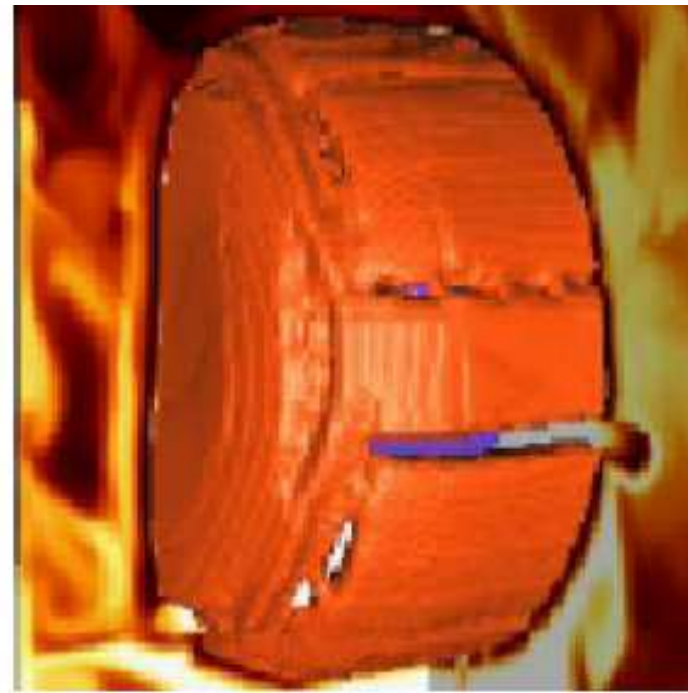
The lecture conveys the basics of kinematics of finite deformations. In addition, balance equations for volumes with singular surfaces are generally introduced and specified for typical applications. The material equations of, e.g., thermoelasticity and plasticity are derived based on a general description of the principles of the theory of materials. With the skills conveyed in this lecture, the students can use the principles of theory of materials to applications of geometrically and physically nonlinear continuum mechanics relevant in mechanical engineering.

Vertiefungsrichtung Theoretischer Maschinenbau

Der Umgang mit rechnergestützten Simulationswerkzeugen erfordert ein tiefes Verständnis ihrer theoretischen Grundlagen. Nur so kann beurteilt werden, ob die Simulationsergebnisse realistisch sind oder ob z.B. Modellierungsfehler vorliegen oder ungeeignete numerische Verfahren verwendet wurden. Selbst kommerzielle Werkzeuge sind keineswegs „narrensicher“. Deren unsachgemäße Anwendung ist ohne Kenntnis der Grundlagen höchst wahrscheinlich. Grundlagenwissen kann nicht durch Software ersetzt werden (Abb.: Simulation eines Strömungsvorgangs¹).



Während der Ausbildung findet eine Fokussierung auf Festkörper- oder Strömungsmechanik, Mess- und Regelungstechnik, Thermodynamik oder Werkstoffkunde statt. Um diese Kernbereiche gruppiert sich die individuelle Vertiefung in einem der genannten Bereiche, die interdisziplinär mit Lehrveranstaltungsangeboten aus den Fakultäten für Mathematik, Physik, und Elektrotechnik oder Informatik verbunden werden kann (Abb.: Simulation eines Verbrennungsvorgangs¹).



Vertiefungsrichtung Theoretischer Maschinenbau

Einfluss der Vertiefungsrichtung auf Modul Grundlagen und Methoden der Vertiefungsrichtung

Fach	Modul	LP / Modul	Teilleistung (TL)	LP/ TL	Koordinator	Pruefungsleistung	Pr (h)	Gewicht
Vertiefungsrichtung	Grundlagen und Methoden der Vertiefungsrichtung	8	Teilleistung 1	4	Proppe	mPr / sPr	20 min / 90 min	4
			Teilleistung 2	4	Proppe	mPr / sPr	20 min/ 90 min	4
	Schwerpunkt 1	16	Kernbereich Teilleistung	8	SP Verantwortlicher	mPr	ca. 40 min	8
			Ergänzungsbereich Teilleistung	8	SP Verantwortlicher	2x mPr	ca. 2x 20 min	8
	Schwerpunkt 2	16	Kernbereich Teilleistung	8	SP Verantwortlicher	mPr	ca. 40 min	8
			Ergänzungsbereich Teilleistung	8	SP Verantwortlicher	2x mPr	ca. 2x 20 min	8

Vertiefungsrichtung Theoretischer Maschinenbau

Einfluss der Vertiefungsrichtung auf Modul Grundlagen und Methoden der Vertiefungsrichtung

Fach	Modul	LP / Modul	Teilleistung (TL)	LP/ TL	Koordinator	Pruefungsleistung	Pr (h)	Gewicht
Vertiefungsrichtung	Grundlagen und Methoden der Vertiefungsrichtung	8	Teilleistung 1	4	Proppe	mPr / sPr	20 min / 90 min	4
			Teilleistung 2	4	Proppe	mPr / sPr	20 min/ 90 min	4

Im Masterstudiengang müssen **zwei** Teilleistungen **mit jeweils 4 LP** im Modul Grundlagen und Methoden der jeweiligen Vertiefungsrichtung erbracht werden.

Modul: Grundlagen und Methoden im ThM

Wahlmöglichkeiten für ThM

- Fluidtechnik,
- Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik,
- Einführung in die Mehrkörperdynamik,
- Maschinendynamik,
- Technische Schwingungslehre,
- Mathematische Methoden der Dynamik,
- Mathematische Methoden der Strömungslehre,
- Mathematische Methoden der Festigkeitslehre,
- Mathematische Methoden der Strukturmechanik,
- Mathematische Methoden der Schwingungslehre,
- Moderne Physik für Ingenieure oder Physik für Ingenieure,
- Mathematische Modelle von Produktionssystemen,
- Systematische Werkstoffauswahl,
- Wärme- und Stoffübertragung,
- Wissenschaftliches Programmieren für Ingenieure,
- Modellierung und Simulation,
- Mikrostruktursimulation,
- Grundlagen der technischen Verbrennung I,
- Grundlagen der technischen Logistik

Vertiefungsrichtung Theoretischer Maschinenbau

Module im Master: Einfluss der Vertiefungsrichtung

Fach	Modul	LP / Modul	Teilleistung (TL)	LP / TL	Koordinator	Pruefungsleistung	Pr (h)	Gewicht
Vertiefungsrichtung	Schwerpunkt 1	16	Kernbereich Teilleistung	8	SP Verantwortlicher	mPr	ca. 40 min	8
			Ergaenzungsbereich Teilleistung	8	SP Verantwortlicher	2x mPr	ca. 2x 20 min	8
	Schwerpunkt 2	16	Kernbereich Teilleistung	8	SP Verantwortlicher	mPr	ca. 40 min	8
			Ergaenzungsbereich Teilleistung	8	SP Verantwortlicher	2x mPr	ca. 2x 20 min	8

Schwerpunktwahl im ThMB

Mindestens einer der Schwerpunkte muss aus der folgenden Liste gewählt werden:
(p-Schwerpunkte)

- SP 6: Computational Mechanics,
- SP 8: Dynamik und Schwingungslehre,
- SP 13: Festigkeitslehre / Kontinuumsmechanik,
- SP 30: Mechanik und Angewandte Mathematik,
- SP 35: Modellbildung und Simulation,
- SP 41: Strömungslehre

Der andere Schwerpunkt kann aus der Liste der mit "w" bezeichneten Schwerpunkte gewählt werden (siehe aktueller Studienplan).

Vertiefungsrichtung Theoretischer Maschinenbau

Fach	Modul	LP / Modul	Teilleistung (TL)	LP/ TL	Koordinator	Pruefungsleistung	Pr (h)	Gewicht
Masterarbeit	Modul Masterarbeit	30	Masterarbeit	30				30

Die Masterarbeit muss an einem der folgenden Institute angefertigt werden:

- Institut für Angewandte Informatik/Automatisierungstechnik,
- Institut für Fahrzeugsystemtechnik,
- Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme,
- Institut für Mess- und Regelungstechnik,
- Institut für Strömungslehre,
- Institut für Technische Mechanik,
- Institut für Technische Thermodynamik,
- Institut für Thermische Strömungsmaschinen,
- Institut für Angewandte Materialien – Angewandte Werkstoffphysik,
- Institut für Angewandte Materialien – Werkstoffkunde,
- Institut für Angewandte Materialien – Computational Materials Science
- Institut für Angewandte Materialien – Werkstoff- und Biomechanik