

Informationen zum Schwerpunkt

Computerbasierte und angewandte Mechanik

WS 2026/27

Schwerpunkt Computerbasierte und angewandte Mechanik

- **Kontinuumsmechanik (Böhlke)**
- **Theoretische und experimentelle Dynamik (Fidlin)**
- **Computational Mechanics (Proppe)**

K-Bereich
E-Bereich

- **Thermodynamik (Fischlschweiger)**
- **Digitalisierung im Leichtbau (Kärger)**
- **Zuverlässigkeit (Gumbsch)**
- **Mikrosystemtechnik (Korvink)**

E-Bereich

- **Thermodynamik (Prof Enders, Fakultät CIW/VT)**

fakultäts-
übergreifend

M 7.11 Modul: Schwerpunkt: Computerbasierte und angewandte Mechanik [M-MACH-106976]

Verantwortung: Prof. Dr.-Ing. Thomas Böhlke
Einrichtung: KIT-Fakultät für Maschinenbau
Bestandteil von: [Spezialisierung](#)

Leistungspunkte 24 LP	Notenskala Zehntelnoten	Turnus Jedes Semester	Dauer 2 Semester	Sprache Deutsch/Englisch	Level 4	Version 2
---------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------	------------------------------------	-------------------	---------------------

Qualifikationsziele

Im Modul werden Teilgebiete der numerischen, theoretischen und experimentellen Mechanik dargestellt. Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse für die kontinuumsmechanische und dynamische Modellierung und Simulation von technischen Systemen und Prozessen. Die diskutierten Verfahren fallen in die Klasse der Festkörperthermomechanik gekoppelt mit materialtheoretischen Ansätzen oder dienen der Beschreibung von Schwingungssystemen mit einem oder mehreren Freiheitsgraden, wobei bei der algorithmischen Umsetzung in allen Anwendungsfeldern Unsicherheiten quantifiziert werden. Die Studierenden können ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen analysieren und Modellierungs- und Lösungsmethoden auswählen sowie vergleichen. Nach Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage deterministische und datenbasierte Methoden zur analytischen oder numerischen Lösung von Fragestellungen im Ingenieurwesen einzusetzen und deren Vorhersagen zu bewerten.

Computerbasierte und angewandte Mechanik

Computerbasierte und angewandte Mechanik (K) (Wahl: mind. 8 LP)			
T-MACH-111026	Nonlinear Continuum Mechanics	6 LP	Böhlke
T-MACH-111027	Tutorial Nonlinear Continuum Mechanics	2 LP	Böhlke
T-MACH-114755	Introduction to Multi-Body Dynamics	8 LP	Fidlin
Computerbasierte und angewandte Mechanik (E) (Wahl:)			
T-MACH-113989	Computational Elasticity	5 LP	Böhlke, Langhoff
T-MACH-114529	Tutorial Computational Elasticity	1 LP	Böhlke, Langhoff
T-MACH-113990	Computational Inelasticity	5 LP	Böhlke, Langhoff
T-MACH-114530	Tutorial Computational Inelasticity	1 LP	Böhlke, Langhoff
T-MACH-113939	Computational Mechanics of Materials	4 LP	Böhlke
T-MACH-105439	Einführung in nichtlineare Schwingungen	7 LP	Fidlin
T-MACH-112758	Experimentelle Charakterisierung thermoviskoelastischer Materialien	4 LP	Böhlke, Kehrer
T-CIWVT-106100	Grenzflächenthermodynamik	6 LP	Enders
T-MACH-105210	Maschinendynamik	5 LP	Proppe
T-MACH-105224	Maschinendynamik II	4 LP	Proppe
T-MACH-110378	Mathematische Methoden der Mikromechanik	5 LP	Böhlke
T-MACH-110379	Übungen zu Mathematische Methoden der Mikromechanik	1 LP	Böhlke
T-MACH-113704	Mathematische Methoden der Thermodynamik	6 LP	Fischlschweiger, Schießl
T-MACH-114072	Microsystem Simulation	4 LP	Korvink
T-MACH-114129	Particle Dynamics and Atomistic Simulation	4 LP	Gumbsch, Schneider, Weygand
T-MACH-113992	Research Seminar in Continuum Mechanics	4 LP	Böhlke, Langhoff
T-MACH-105971	Simulation der Prozesskette kontinuierlich verstärkter Faserverbundbauteile	4 LP	Kärger
T-MACH-105372	Stabilitätstheorie	6 LP	Fidlin
T-MACH-105970	Strukturberechnung von Faserverbundlaminaten	4 LP	Kärger

Vorlesungen im Kernbereich

Computerbasierte und angewandte Mechanik (K) (Wahl: mind. 8 LP)			
T-MACH-111026	Nonlinear Continuum Mechanics	6 LP	Böhlke
T-MACH-111027	Tutorial Nonlinear Continuum Mechanics	2 LP	Böhlke
T-MACH-114755	Introduction to Multi-Body Dynamics	8 LP	Fidlin

Nonlinear Continuum Mechanics

■ Format

- Vorlesung und Hörsaalübung im Sommersemester
- 2+2 SWS, 6+2 LP
- Sprache: Englisch

Termine im SoSe 26:

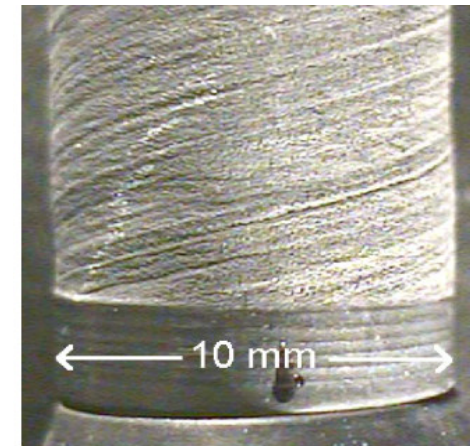
- Vorlesung: Mo, 11:30 – 13:00
- Hörsaalübung: Do, 14:00 – 15:30

■ Arbeitsmaterialien

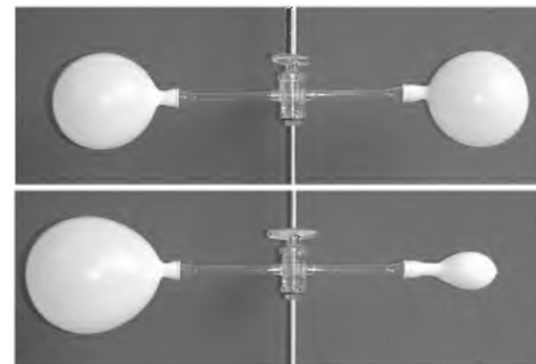
- Anschnitte der Vorlesung und Übung werden digital bereitgestellt
- Skript vorhanden

■ Inhalte

- Grundlagen der Tensorrechnung
- Kinematik großer Deformationen
- Bilanzgleichungen und Sprungbedingungen
- Prinzipien der Materialtheorie
- Spezielle Materialklassen



Plastische Torsion



Nichtlineare Elastizität (Müller, Strehlow 2004)



Tiefziehen eines Napfes

Introduction to Multibody Dynamics [76-T-MACH-105209]

Objectives

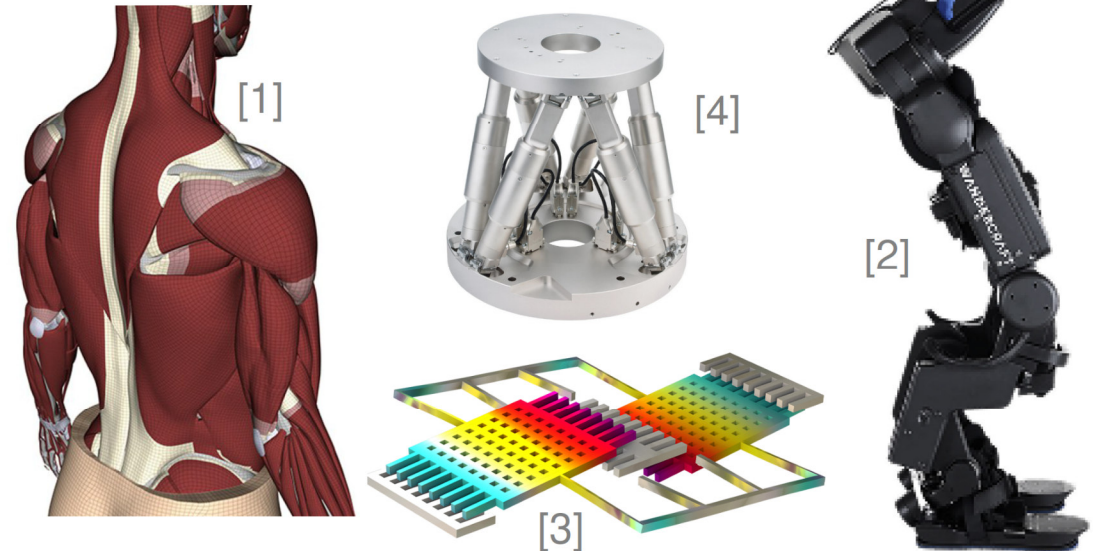
- Modelling the interconnection of rigid and/or flexible bodies.
- Exploration and analysis of the geometry of constrained motion.
- Classification of imposed kinematic constraints and discussion of its implication.
- Derivation of structure-preserving methods for stable and reliable numerical integration.

Organisation

- Lectures (3 SWS) / Tutorials (3 SWS)
- Assessment: written examination, 180 minutes
- Credits: 8 ECTS
- Prerequisites: none

Applications

- In science and technology across scales
→ from micro to macro



[1] Human body model for crashtest simulations: <https://www.dynamore.de/>

[2] Exoskeleton for medical rehabilitation: <https://www.wandercraft.eu/>

[3] Micro-electromechanical gyroscope: <https://www.comsol.com/>

[4] High precision parallel-kinematic arrangement with hexapods: <https://www.physikinstrumente.com/>

Vorlesungen im Ergänzungsbereich

Computerbasierte und angewandte Mechanik (E) (Wahl:)			
T-MACH-113989	Computational Elasticity	5 LP	Böhlke, Langhoff
T-MACH-114529	Tutorial Computational Elasticity	1 LP	Böhlke, Langhoff
T-MACH-113990	Computational Inelasticity	5 LP	Böhlke, Langhoff
T-MACH-114530	Tutorial Computational Inelasticity	1 LP	Böhlke, Langhoff
T-MACH-113939	Computational Mechanics of Materials	4 LP	Böhlke
T-MACH-105439	Einführung in nichtlineare Schwingungen	7 LP	Fidlin
T-MACH-112758	Experimentelle Charakterisierung thermoviskoelastischer Materialien	4 LP	Böhlke, Kehrer
T-CIWVT-106100	Grenzflächenthermodynamik	6 LP	Enders
T-MACH-105210	Maschinendynamik	5 LP	Proppe
T-MACH-105224	Maschinendynamik II	4 LP	Proppe
T-MACH-110378	Mathematische Methoden der Mikromechanik	5 LP	Böhlke
T-MACH-110379	Übungen zu Mathematische Methoden der Mikromechanik	1 LP	Böhlke
T-MACH-113704	Mathematische Methoden der Thermodynamik	6 LP	Fischlschweiger, Schießl
T-MACH-114072	Microsystem Simulation	4 LP	Korvink
T-MACH-114129	Particle Dynamics and Atomistic Simulation	4 LP	Gumbsch, Schneider, Weygand
T-MACH-113992	Research Seminar in Continuum Mechanics	4 LP	Böhlke, Langhoff
T-MACH-105971	Simulation der Prozesskette kontinuierlich verstärkter Faserverbundbauteile	4 LP	Kärger
T-MACH-105372	Stabilitätstheorie	6 LP	Fidlin
T-MACH-105970	Strukturberechnung von Faserverbundlaminaten	4 LP	Kärger

Computational Elasticity

■ Format

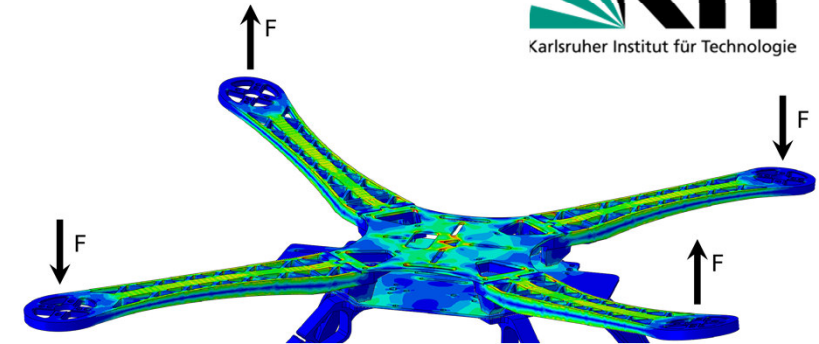
- Vorlesung und Rechnerübung im Wintersemester
- 2+2 SWS, 5+1 LP
- Sprache: Englisch

■ Arbeitsmaterialien

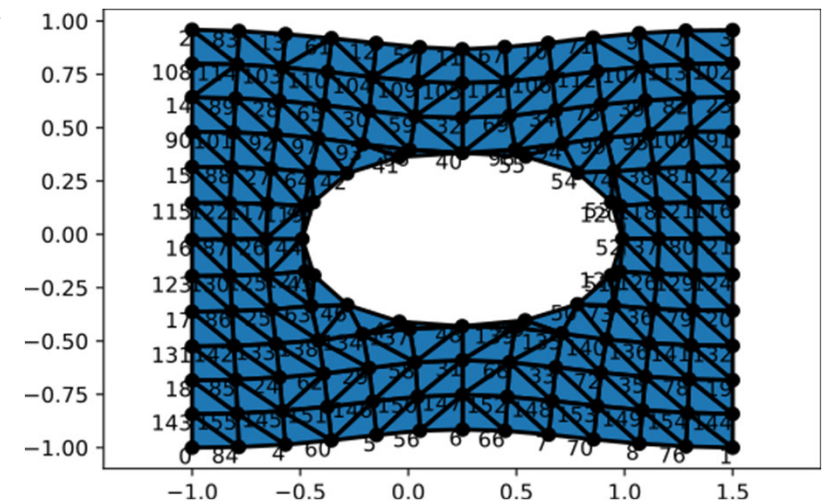
- Skript vorhanden
- Anschriebe der Vorlesung & Übung werden digital bereitgestellt

■ Inhalte

- Vorlesung:
 - Numerische Lösung linearer Gleichungssysteme
 - Finite-Elemente-Methode für lineare Elastizität
 - Einführung in die finite Elastizität
- Rechnerübung:
 - Python Algorithmen für Gleichungslöser
 - Modulares FE Programm für 1D und 2D selbst implementieren
 - User Material Routinen in Abaqus



v. Mises-Spannungsfeld in einem faserverstärkten Dronengehäuse (Gajec, Schneider, Böhlke, 2021)



CE-Übung 11: 2D FEA einer Lochplatte unter Zug

Computational Inelasticity

■ Format

- Vorlesung und Rechnerübung im Sommersemester
- 2+2 SWS, 5+1 LP
- Sprache: Englisch
- Inhalte von „Computational Elasticity“ werden vorausgesetzt

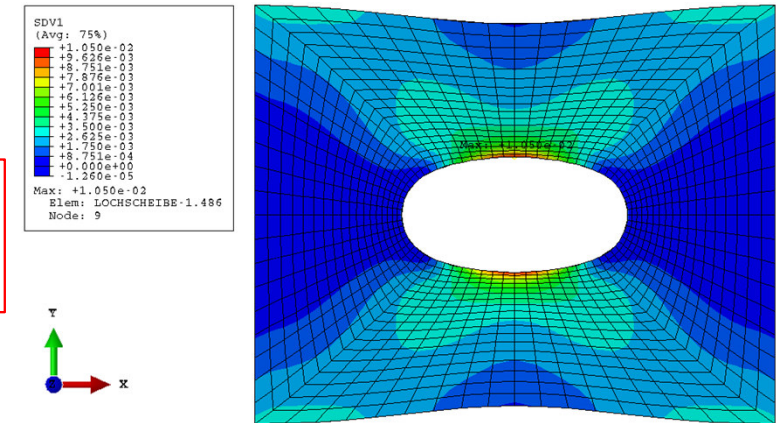
Termine im SoSe 26:
- Vorlesung: Mi, 09:45 - 11:15
- Übung nach Vereinbarung

■ Arbeitsmaterialien

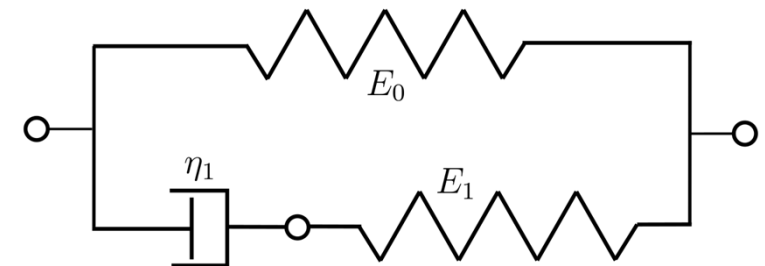
- Anschnitte der Vorlesung und Übung werden digital bereitgestellt

■ Inhalte

- Vorlesung:
 - Plastizität und Thermoviskoelastizität
 - Finite-Elemente-Methode für physikalisch nichtlineares Verhalten
 - Newton-Verfahren und Stabilität
- Rechnerübung:
 - Implementierung numerischer Algorithmen
 - User Material Routinen in Abaqus



Lokale plastische Vergleichsdehnung
in einer Lochplatte unter Zugbeanspruchung



1D Maxwell-Element zur Modellierung
visko-elastischen Materialverhaltens

Computational Mechanics of Materials

■ Format

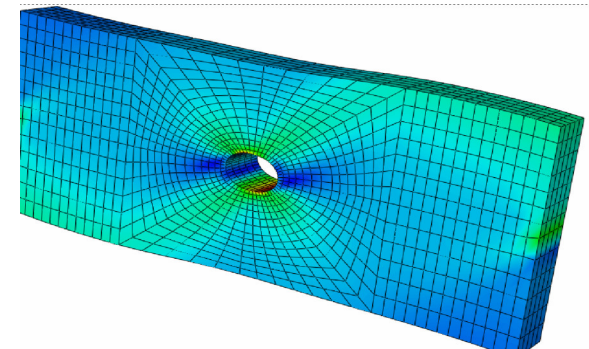
- Vorlesung im Wintersemester
- 2 SWS, 4 LP
- Sprache: Englisch

■ Arbeitsmaterialien

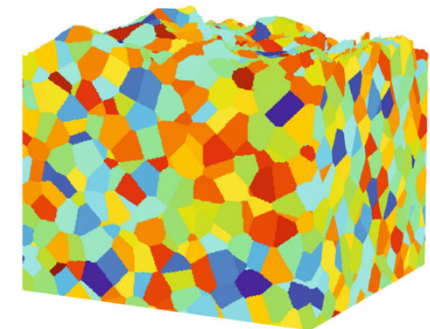
- Skript vorhanden (zweisprachig)
- Anschriebe der Vorlesung werden digital bereitgestellt

■ Inhalte

- Vorlesung:
 - Kinematik und Bilanzgleichungen
 - Isotrope und anisotrope lineare Elastizität und Bruchmechanik
 - Einführung in Viskoelastizität und Plastizität
- Fakultativ:
 - FEM-Crashkurs mit Anwendungen aus der Vorlesung



v. Mises-Spannungsfeld in einem faserverstärkten Komposit



Bruchfläche eines Polykristalls

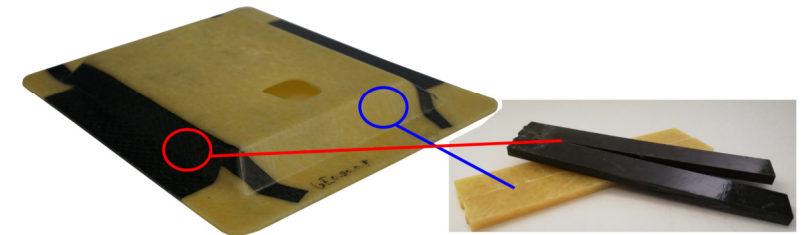
Experimentelle Charakterisierung thermoviskoelastischer Materialien

■ Format

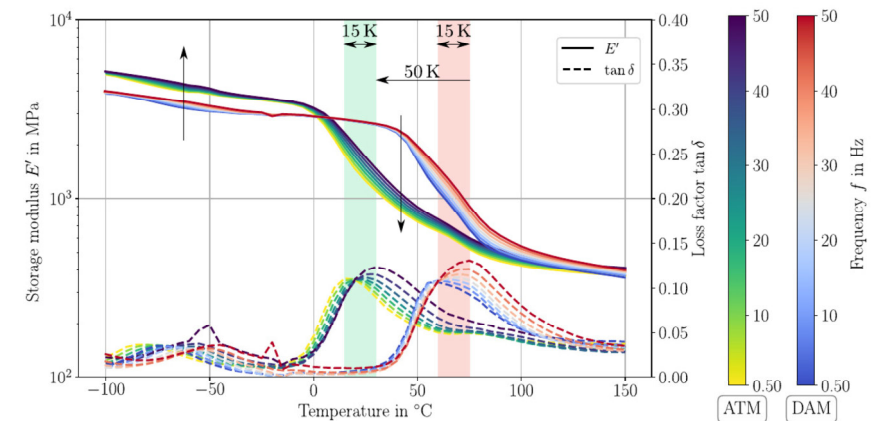
- Vorlesung im Wintersemester
- 2 SWS, 4 LP
- Sprache: Deutsch
- Behandelt Grundlagen zum Laborpraktikum in Experimenteller Festkörpermechanik

■ Inhalte

- Charakteristisches Materialverhalten von Polymeren
- Grundlagen der Thermoviskoelastizität
- Charakterisierung thermoviskoelastischer Materialien
- Industrielle Anwendungen
 - Thermoplasten und Duroplasten
 - faserverstärkte Polymere



Demonstratorbauteil (links) und faserverstärkte Polymerproben (rechts)



Frequenz- und temperaturabhängige Materialantwort eines Thermoplasten

T-MACH-113704 – Mathematische Methoden der Thermodynamik (WS)

Dozenten: Bykov, Schießl, Fischlschweiger



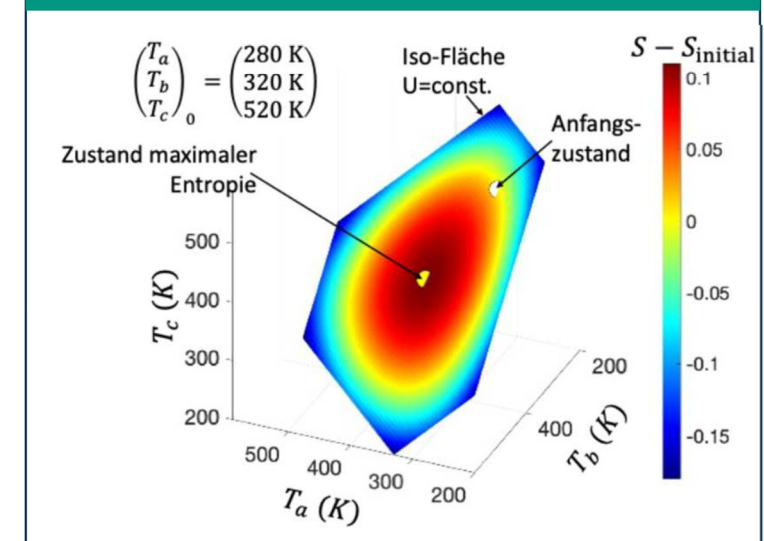
ZIEL

Vertiefter Einblick in die Modellierung: Vom realen thermodynamischen System zu mathematischen Gleichungen und Lösungsverfahren bis hin zum Erkenntnisgewinn über das modellierte System anhand der erzielten Resultate.

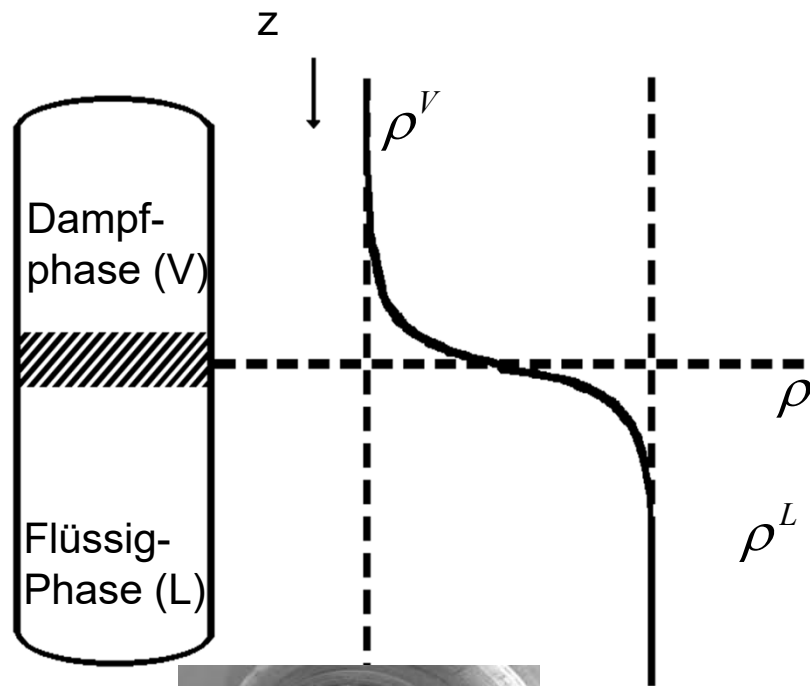
INHALT

- Darstellung thermodynamischer Prozesse als:
 - algebraische Gleichungen
 - Optimierungsprobleme mit Zwangsbedingungen
 - Anfangs- und Randwertprobleme gewöhnlicher Differentialgleichungen und differential-algebraischer Gleichungen
 - partielle Differentialgleichungen
- Lösungsverfahren (auch numerische)
- Anwendung des Zyklus aus Modellbildung, Lösung und Erkenntnisgewinn auf:
 - Thermodynamische Gleichgewichte mit Zwangsbedingungen
Ammoniaksynthese
 - Stationäre Zustände
Stationäre Wärmeübertragung, Verdunstungskühlung, Verharrungszustände periodischer Maschinenprozesse
 - Instationäre Prozesse in homogenen und in inhomogenen Systemen
Wärmeleitungsprozesse, Reaktions-Diffusionssysteme, Wärmekraftmaschinen- und Wärmepumpenprozesse
 - Irreversible Vorgänge
Reibungsbehaftete Maschinenprozesse, kinetisch kontrollierte chemische Umwandlung

Entropiemaximierung zur Berechnung der Wärmeübertragung:
Temperaturausgleich durch Wärmeübergang
zwischen 3 Körpern a, b und c



Grenzflächenthermodynamik (S. Enders)

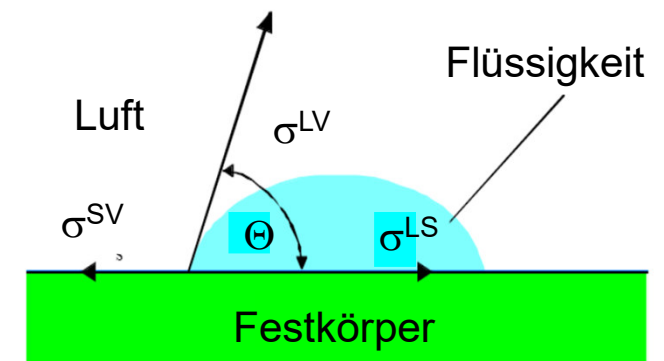
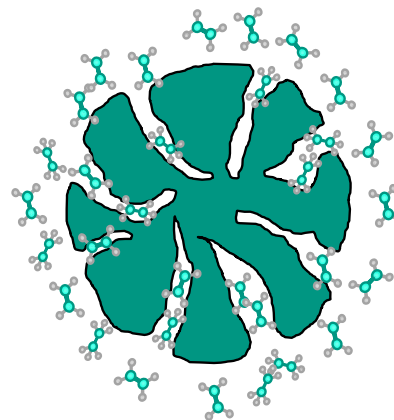


Ziel:

Berechnung der orts aufgelösten Grenzflächeneigenschaften durch Kombination der thermodynamischen Modelle mit der Dichtefunktionaltheorie
Diskussion der Messmethoden

Anwendungen:

Stofftransport in verfahrenstechnischen Apparaten (Destillation, Extraktion), Schaumbildung, oberflächenaktive Stoffe
Adsorption an festen Oberflächen

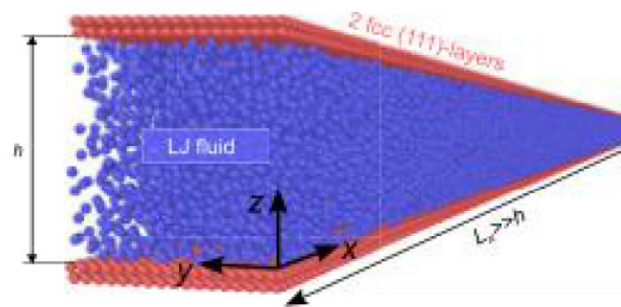
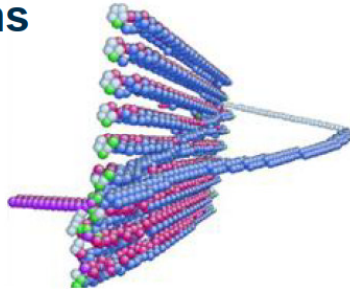


Particle Dynamics and Atomistic Simulation

Lecture: Thursday 11:30 - 13:00, Lab: Monday 9:45 - 11:15 (Summer Term)

Which scales and types of systems can we address?

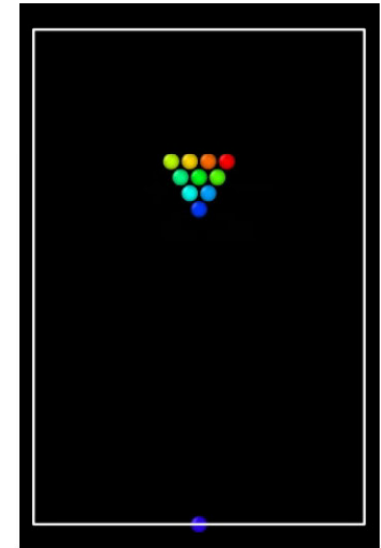
- **atomic scale** ($\text{\AA} - \text{nm}$)
 - defect properties
 - elementary mechanism
 - materials properties: thermal, mechanical
- **micro scale** ($\text{nm} - \mu\text{m}$)
 - surface properties
 - molecules
 - fluid properties
- **particle scale** ($\mu\text{m} - \text{mm}$)
 - powder packing, contact mechanics
 - pore evolution and densification
 - drying of suspension
 - additive manufacturing



© Fraunhofer IWM

Particle dynamics: Billiard Game

- Newtons' equation of motion
- repulsive forces between particles
- repulsive forces between particles and walls
- initial conditions + numerical solver



Audience with interest in

- structure property relationships
- predictive material design
- linking elementary mechanisms to macroscopic properties
- computational methods

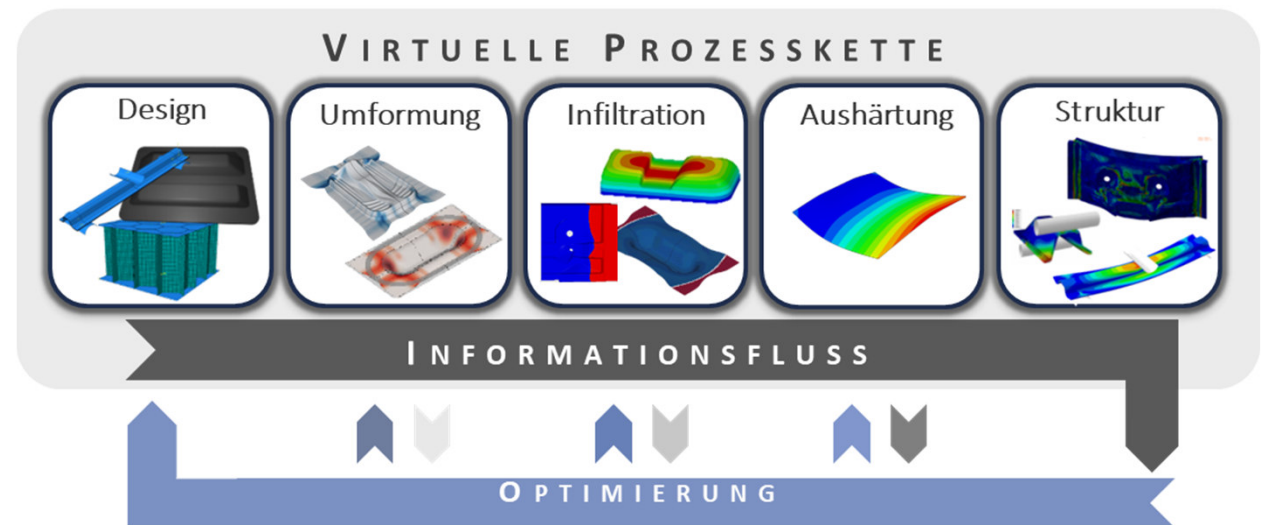
Simulation der Prozesskette kontinuierlich verstärkter Faserverbundbauteile (T-MACH-105971)

Prof. Dr.-Ing. Luise Kärger

SoSe, Montag 09:45-11:15, 2 SWS (4 LP)
Geb. 20.30, Seminarraum – 1.009 (UG)

<https://www.fast.kit.edu/lbt/16171.php>

Die Lehrveranstaltung beschäftigt sich mit Simulationen zur Berechnung von Faserverbundwerkstoffen von der Fertigung bis zum Einsatz und vermittelt das dafür nötige Werkstoff- und Prozessverständnis.



Inhalte

- Virtuelle Prozesskette (CAE-Kette)
- Drapieren: Drapierverhalten der Halbzeuge, Drapierprozess, Drapiersimulation
- Formfüllung: Strömungsmechanik, Viskosität und Permeabilität, Formfüllsimulation
- Aushärtung: Vernetzungsreaktion, Thermomechanik, Eigenspannungen, Bauteilverzug
- Struktursimulation: Modellierung des Mehrschichtverbundes, Einfluss von Fertigungseffekten auf das Bauteilverhalten

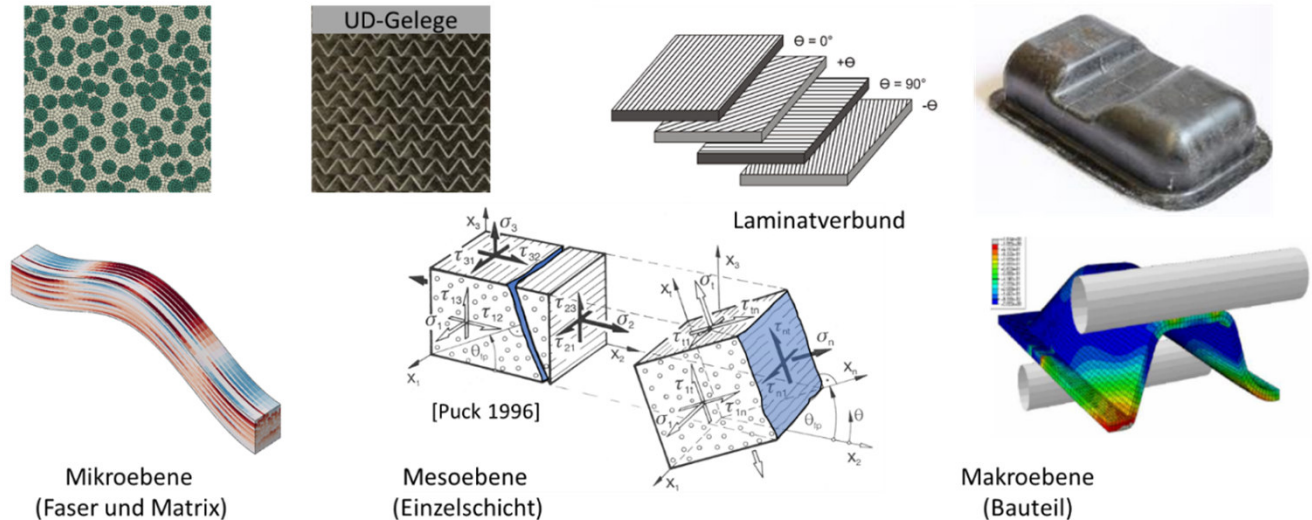
Strukturberechnung von Faserverbundlaminaten (T-MACH-105970)

Prof. Dr.-Ing. Luise Kärger

WiSe, Montag 09:45-11:15,
2 SWS (4 LP) – 80% Vorlesung, 20% Übung
Geb. 30.28, Seminarraum 2 (120)

<https://www.fast.kit.edu/lbt/15804.php>

Die Lehrveranstaltung beschäftigt sich mit der Berechnung des Material- und Strukturverhaltens von Faserverbundbauteilen. Die Studierenden lernen, die mechanischen Zusammenhänge zwischen Faser-Matrix-Gefüge und Bauteilverhalten zu verstehen und zu beschreiben.



Inhalte

- Mikromechanik: Homogenisierung des Faser-Matrix-Verbundes
- Makromechanik: Verhalten der Einzelschicht, Laminattheorien, FE-Formulierungen
- Tragfähigkeitsanalyse: Versagenskriterien, Schädigungsanalyse
- Auslegung: einfache Auslegungsverfahren zur Dimensionierung von FVK-Bauteilen

Stability Theory

Why

- Theory of stability is the basis of system analysis
- It is the entrance to the Nonlinear Dynamics

Objectives. The students will

- get an overview of usual mechanisms causing instability in oscillating systems
- obtain knowledge of the most important methods enabling stability analysis in nonlinear systems
- train usage of these methods for stability analysis in realistic engineering applications

Workload & Exam

- 6 CP
- Lectures: 2 SWS, Tutorials: 2 SWS in summer semester
- Oral exam, 30 minutes

