OTTO VON GUERICKE UNIVERSITÄT MAGDEBURG

MB FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU

Forschungsbericht 2023

Institut für Mechanik

INSTITUT FÜR MECHANIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Tel.: 49 (0)391 67 58608, Fax: 49 (0)391 67 42439
Email: ifme@ovgu.de
https://www.ifme.ovgu.de

1. LEITUNG

Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke (Geschäftsführender Institutsleiter)
Dr.-Ing. Christian Daniel
Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre
Prof. Dr.-Ing. Hans Peter Monner
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Konstantin Naumenko

2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Holm Altenbach
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Ulrich Gabbert
Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre
Prof. Dr.-Ing. Hans Peter Monner
apl. Prof.Dr.-Ing. habil. Konstantin Naumenko
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Jens Strackeljan
Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke

3. FORSCHUNGSPROFIL

Die Forschungsarbeiten am Institut für Mechanik befassen sich mit simulativen und experimentellen Themen der Festkörpermechanik sowie der Fluid-Struktur-Interaktionen und behandeln applikationsabhängig Fragen der Modellierung, Berechnung und Auslegung von Komponenten, Baugruppen und Systemen, z.B. hinsichtlich des Spannungs-Verformungsverhaltens, der Festigkeit, des Schwingungsverhaltens, der Gesamtdynamik, der Stabilität, der Akustik oder der Zuverlässigkeit.

Bedingt durch den methodenorientierten Forschungscharakter können nahezu beliebige Schwerpunkte gesetzt werden, weshalb sich eine weites industrielles Anwendungsspektrum vom klassischen Fahrzeug- und Maschinenbau, über den Apparate-, Anlagen- und Werkzeugmaschinenbau sowie das Bauwesen bis hin zur Luft- und Raumfahrt, Robotik, Biomechanik sowie Medizintechnik ergibt.

Neben verschiedenen öffentlich finanzierten Forschungsprojekten (DFG, AiF, BMWi, ZIM etc.) sowie bilateralen Industrieprojekten partizipiert das IFME u.a. an folgenden strukturierten Programmen:

- Forschungs- und Transferschwerpunkt Automotive des Landes Sachsen-Anhalt,
- Integrierte Bauteilüberwachung in Faserverbunden,
- Internationale OvGU-Graduiertenschule Medical Engineering and Engineering Materials MEMoRIAL
- Medizintechnischer Forschungscampus "STIMULATE" (Solution Centre for Image Guided Local Therapies).

Die einzelnen Forschungsaktivitäten lassen sich entsprechend der jeweiligen Expertisen folgenden Lehrstühlen zuordnen:

Lehrstuhl Adaptronik (Leiter Prof. Hans Peter Monner)

- Beeinflussung der elastomechanischen Struktureigenschaften durch systemoptimale Integration von Sensoren und Aktuatoren vorzugsweise auf der Basis von multifunktionalen Werkstoffen zur aktiven Formkontrolle, aktiven Schwingungsreduktion und aktiven Schallbeeinflussung,
- Systemanalyse und Identifikation: Experimentelle Analyse des Strukturverhaltens für die Modellbildung, Reglerentwicklung und Validierung adaptiver Struktursysteme,
- Modellierung und Simulation komplexer adaptiver Struktursysteme: Analytische und numerische Beschreibung adaptiver Struktursysteme zur Auslegung, Analyse, Optimierung und Simulation,
- Reglerentwicklung und Implementierung: Entwicklung, Anpassung und Implementierung adaptiver und robuster Regelungsalgorithmen für adaptive Struktursysteme,
- Sensor- und Aktuatorintegration: Integration von angepassten, handhabbaren und zuverlässigen Aktuator- und Sensorsystemen,
- Demonstration und experimentelle Validierung: Integration aller Komponenten zu einem adaptiven Gesamtsystem und experimentelle Validierung der Leistungsfähigkeit,
- Einsatz und Weiterentwicklung von Methoden der experimentellen Mechanik zur Schwingungsmessung und Vibroakustik

Lehrstuhl Mehrkörpersystemen (Leiter Prof. Elmar Woschke)

- Analyse und Modellierung mechanischer Systeme unter Wirkung dynamischer Lasten mit den Schwerpunkten: Mehrkörper- und Maschinendynamik, Finite-Elemente-Analysen, Identifikation und Modellbildung mechanischer Systeme, Schwingungserregung, selbsttätiges Auswuchten, experimentelle Untersuchungen an Schwingungssystemen, Rotordynamik
- Fluid-Struktur-Interaktion mit den Schwerpunkten: Implementierung elastischer Komponenten in MKS-Anwendungen, Kopplung von Strukturdynamik und anderen Feldproblemen (Hydrodynamik, Thermodynamik, Elektrodynamik etc.) in dynamischen Systemen, Reduktionsmethoden,
- Simulation linearer und nichtlinearer Schwingungen unter transienten Bedingungen
- Ganzheitliche rückwirkungsbehaftete Modellierung der Kopplung zwischen Lagerung und mechanischer Struktur, detaillierte Modellierung von Lagerungselementen (hydrodynamische Lager, aerodynamische Lager, Wälzlager etc.) unter dynamischer Belastung inkl. systembestimmender Schwingungsphänomene (Whirl/Whip)
- Optimierung mechanischer Systeme zur Minimierung komplexer Zielgrößen

Lehrstuhl Numerische Mechanik (Leiter Prof. Daniel Juhre)

- Finite-Elemente-Methode (FEM) mit den Schwerpunkten: Mehrfeldprobleme (mechanisch, thermisch, elektrisch, chemisch), Struktur-Akustik-Interaktion, Wellenausbreitung, Nichtlineare Probleme (Kontakt, große Verformungen),
- Modellierung der Lambwellenausbreitung in Kompositwerkstoffen im Zusammenhang mit dem Strutural Health Monitoring (SHM),
- Finite Gebietsmethoden (finite, spektrale und polygonale Zellenmethode) zur Simulation zellularer und poröser Materialien für die Simulation akustischer und thermischer Wellen, die Festigkeit von Druckgussbauteilen u.ä.,
- Mikro-Makro-Modelle, numerische Homogenisierung und Optimierung von faser- und partikelverstärkten Polymeren, Gradientenwerkstoffen und Smart Materials,
- Numerische Methoden für die virtuelle Produktentwicklung: ganzheitliche Modellierung und Optimierung,
- Entwicklung und Erprobung von adaptiven (smarten, intelligenten) Systemen zur Schwingungs- und Schallreduktion,
- Untersuchung und konzeptionelle Beschreibung der Lebensdauer von Gummiwerkstoffen unter mehrachsigen Belastungszuständen
- Simulation von Phasentransformationen und der Rissentstehung und -ausbreitung mithilfe der Phasenfeld-Methode

Lehrstuhl Technische Mechanik (Geschäftsführender Leiter apl. Prof. Konstantin Naumenko)

- Grundlagen für Theorien linienförmiger und flächenhafter Tragwerke (Stäbe, Balken, Platten und Schalen),
- Kriech- und Schädigungsmechanik,
- Werkstoffmodelle für Hochtemperaturkriechen und Identifikation der Werkstoffparameter aus dem Experiment,
- Werkstoff- und Bauteilsimulationen bei erhöhten Temperaturen,
- Mikropolare Kontinua,
- Schäume, Gradientenwerkstoffe, Sandwiche, Laminate,
- Nanomechanik,
- Modellierung und Simulation von Photovoltaikstrukturen
- Grundlagen der Kontinuumsmechanik
- Homogenisierungsverfahren
- Modellierung und Analyse von Interphasenschädigung in Kompositen
- Peridynamik

Lehrstuhl Technische Dynamik (Leiter Prof. Jens Strackeljan)

- Strukturdynamik mit Fokus auf Modell-Updating, Strukturmodifikation, aktive Schwingungsentstörung adaptiver Systeme, Analyse mechanischer Systeme unter Berücksichtigung stochastischer Parameterstreuungen,
- Maschinendynamik mit den Schwerpunkten: Entwicklung von Optimierungsverfahren, Einsatz und Auslegung von Unwuchtvibratoren, Selbstsynchronisation von Unwuchtvibratoren, Entwicklung von hochfrequenten Dentalinstrumenten (Bohrer, Ultraschallschwinger), Crashuntersuchungen an Rotoren,
- Schwingungsüberwachung mit den Schwerpunkten: Schwingungsdiagnostik an rotierenden Maschinen speziell für extrem langsam bzw. schnell drehende Rotoren, Simulation von Maschinenschäden, Erstellung von Software zur Maschinenüberwachung,
- Methoden des Softcomputing in der Mechanik: Nutzung des Softcomputing (Fuzzy-Logik, Neuronale Netze) für Fragestellungen der Mechanik (Mehrzieloptimierung, Prognosetechniken), Entwicklung neuer Algorithmen und Methoden zur Klassifikation von Schwingungssignalen

4. SERVICEANGEBOT

Serviceangebot Lehrstuhl Adaptronik

- Entwicklung und Realisierung adaptiver mechanischer Strukturen und vibroakustischer Struktursysteme
- Konstruktion, Auslegung und Aufbau adaptiver Systeme zur aktiven Formkontrolle, Schwingungsreduktion und Schallbeeinflussung
- Auslegung und Herstellung aktiver Faserverbundwerkstoffe
- Experimentelle Untersuchung zur Strukturdynamik und Vibroakustik

Serviceangebot Lehrstuhl Mehrkörperdynamik

- Experimentelle und theoretische Analysen zur Struktur-, System- bzw. Rotordynamik
- Maschinen- und strukturdynamische Ansätze zur Reduktion von Schwingungen in mechanischen Strukturen
- Messtechnische Untersuchungen von Schwingungssystemen
- Mehrkörpersimulationen unter Nutzung kommerzieller MKS-Software (wie EMD, SIMPACK, ADAMS) sowie weiterer Softwaretools (wie Matlab/Simulink, Iventor, Solid-Edge) inkl. elastischer Elemente (FEM - ANSYS)
- Rotordynamiksimulation unter Berücksichtigung der Lagereigenschaften (Gleitlager, Luftlager, Wälzlager etc.)
- Optimierung dynamischer Systeme mit dem Ziel der Schwingungreduktion/Verrringerung der Geräuschemission
- Konstruktive Auslegung dynamischer Systeme (Ultraschallschwinger, Windkraftanlagen etc.)
- Entwicklung und Implementierung von leistungsfähigen Maschinenüberwachungssytemen
- Schwingungsmessungen zur Beurteilung des Zustandes von Maschinenelementen

Serviceangebot Lehrstuhl Numerische Mechanik

- Allgemeine Strukturberechnungen (Festigkeit, Akustik, Wärmeleitung usw.) unter Nutzung kommerzieller FEM-Software (wie ANSYS, ABAQUS, LS-DYNA)
- Kombinierte numerische und experimentelle Untersuchungen zur Festigkeit von Maschinen, Bauteilen und Strukturen
- Aktive Schwingungs- und Geräuschreduktion an Maschinen und Strukturen
- Element- und Materialmodellentwicklung für Finite-Elemente-Programme (ABAQUS, ANSYS, LS-DYNA, FEAP)

Serviceangebot Lehrstuhl Technische Mechanik

- Modellierrung von Werkstoffen unter Kriech- sowie Schädigungsbedingungen
- Identifikation von Werkstoffparametern aus experimentellen Daten
- Simulation von Bauteilen
- Strukturmechanische Modelle und Berechnungskonzepte für dünnwandige Strukturen: Schichtplatten, Schalen, Photovoltaik-Systeme, Schichtsysteme, Laminate
- Mechanische Bewertung von Kompositwerkstoffen: Steifigkeit, Festigkeit und Dynamik
- Modellierung von Nanostrukturen mit Oberflächen- und Grenzflächeneffekten
- Modellierung der Erstarrung von Kunststoffen für die Optimierung der mechanischen Eigenschaften
- Homogenisierungen im Sinne von Mikro- und Makroanalysen
- Bestimmung der Eigenspannungen an realen Bauteilen nach neuer 3D-Borlochmethode

Serviceangebot Institut für Mechanik und MATEM

- Herausgabe der open-access Zeitschrift "Technische Mechanik"

5. METHODIK

- 3D Laser Scanning Vibrometer
- 6-Komponenten-Messrad
- Elektrodynamischer Shaker (10kN)
- FDM-Drucker Ultimaker 2
- GOM Aramis System
- Impedanzmessrohr
- Mikrofonarray / akustische Kamera
- Reflexionsarmer Schallmessraum
- Servohydraulische Prüfmaschine MTS 810 Material Testing System

6. KOOPERATIONEN

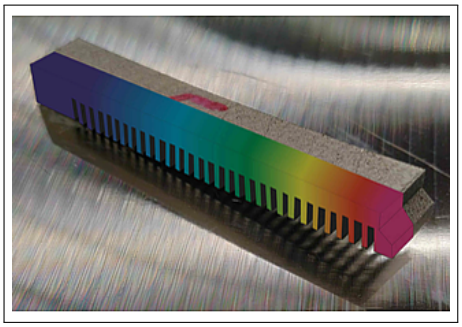
- aixACCT mechatronics GmbH
- Alfred Wegener Institut
- Ambulanz Mobile GmbH & Co. KG, Schönebeck
- awab Umformtechnik und Präzisionsmechanik, Oschersleben
- ContiTech AG, Hannover
- Department for Dynamics and Strength of Machines, State Polytechnical University Kharkiv, Ukraine
- Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e.V.
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Braunschweig
- Dipartimento di Meccanica, Politecnico di Milano, Italien
- Enercon GmbH

- Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP Halle
- Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen
- GIGGEL GmbH, Bösdorf
- Goodyear SA, Colmar-Berg, Luxembourg
- IFA - Technologies GmbH
- INVENT GmbH
- Kompressorenbau Bannewitz GmbH
- Krebs & Aulich GmbH, Wernigerode
- MAN Diesel & Turbo SE
- Modell- und Formbau GmbH Sachsen-Anhalt
- MTU Aero Engines
- Profiroll Technologies GmbH, Bad Düben
- Robert Bosch GmbH, Stuttgart
- Siemens Energy
- SYMACON Magdeburg
- tesa SE, Hamburg
- Volkswagen AG, Wolfsburg
- WF Maschinenbau und Blechformtechnik GmbH, Sendenhorst
- WF Umformtechnik GmbH, Quedlinburg
- WTZ Roßlau

7. FORSCHUNGSPROJEKTE

Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach
Projektbearbeitung:	MSc. Josef Tomas
Kooperationen:	Prof. Markus Merkle (Hochschule Aalen)
Förderer:	Sonstige - 01.12.2017 - 31.12.2025

Charakterisierung des thermomechanischen Verhaltens additiv gefertigter Komponenten



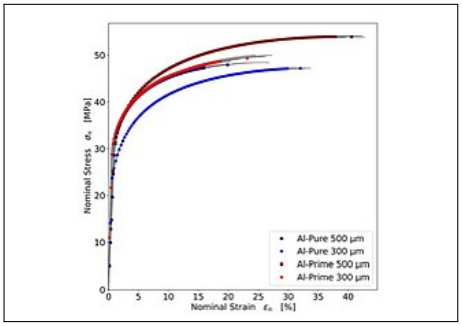
Pulverbettbasiertes Laserstahlschmelzen hat sich bei der additiven Herstellung von metallischen Bauteilen etabliert. Das Bauteil entsteht schichtweise in dem jede Pulverschicht aufgeschmolzen und mit darunterliegenden Schicht verbunden wird. Aufgrund der hohen Designflexibilität wird die additive Fertigung in Luft- und Raumfahrt, Automobilindustrie und vielen anderen Industriebereichen eingesetzt. In Anbetracht dessen sind die Kenntnisse der Materialeigenschaften, Ausrichtung des Materials und der daraus resultierenden Herausforderungen in der Fertigung von großer Bedeutung. Lokale Energieeinträge durch den Laser, hohe Abkühlraten der Schmelze und die Belichtungsstrategie führen zu der Richtungsabhängigkeit des Materials und Eigenspannungen in den Bauteilen. Die resultierenden Verzerrungen haben einen Einfluss auf die Fertigungsgenauigkeiten. Für diese sind spezielle Aussagen zum mechanischen und thermischen Verhalten während und nach dem Prozess notwendig. Dabei spielen Material und Materialeigenschaften, Temperatur während des Prozesses, Bauhöhe, Härte und andere Parameter eine Rolle.

Die Charakterisierung des thermomechanischen Verhaltens additiv gefertigter Komponenten steht im Mittelpunkt des Promotionsvorhabens. Ausgehend von einer kontinuumsmechanischen Modellbildung sollen

Variantenrechnungen den Einfluss der verschiedenen Parameter aufzeigen. Zusätzlich soll eine Möglichkeit derVorhersage der Eigenschaften ausgehend aus bekannten Parameter untersucht werden.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach
Projektbearbeitung: M.Sc. Cassandra Moers
Kooperationen: Prof. Dr.-Ing. Christian Dresbach
Förderer: Sonstige - 01.02.2021 - 31.12.2024

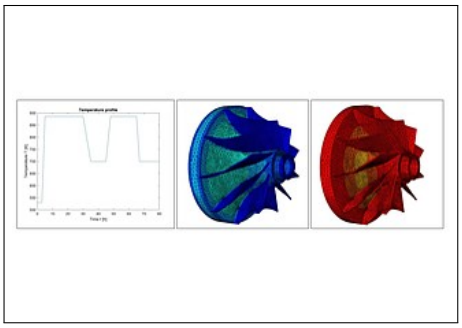
Zuverlässigkeitsbewertung metallischer Drahtverbindungen der Leistungselektronik



Durch die Digitalisierung und die Energiewende hat der Bedarf und die Komplexität von elektronischen Bauteilen, wie Sensoren oder Steuergeräte, erheblich zugenommen. Bei der Übertragung von elektrischen Signalen und bei der elektrischen Kontaktierung wird in nahezu allen Wirtschaftszweigen als Basistechnologie das Drahtbonden eingesetzt. Wenn es hauptsächlich um die Übertragung elektrischer Leistungen geht, werden meist hochreine Aluminium-Dickdrähte mit Drahtdurchmessern zwischen 125 μm und 500 μm eingesetzt. Die Drähte verbinden durch sogenannte Drahtbrücken Substrate verschiedener Materialien miteinander, welche unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzen. Häufig sind die Drähte im Betrieb externen Temperaturschwankungen, sowie zyklischen Belastungen ausgesetzt, die in verschiebungsgesteuerten Ermüdungsbelastungen resultieren können. Dies kann zu Rissen in den Drähten und damit zu einem Komplettausfall des Bauteils führen. [1]Rein konstruktiv kann das Versagen der Drähte in hochbelasteten Komponenten aktuell noch nicht verhindert und auch nicht sicher vorhergesagt werden. Aus diesem Grund ist es das Ziel der vorliegenden Promotion, das reale Verhalten der Drähte unter Einbezug des anisotropen elastischplastischen Materialverhaltens mechanisch zu charakterisieren, numerisch zu beschreiben und das Einsatzverhalten vorherzusagen. Im Rahmen der Promotion wird eine mechanische Bewertung der Drähte anhand von Zug-, Druck- und Biegeversuchen durchgeführt. Die daraus gewonnenen Ergebnisse werden mit der Mikrostruktur der Drähte korreliert und es werden geeignete Materialmodelle für die numerische Beschreibung mittels Parameteroptimierung angepasst. Zusätzlich wird das Ermüdungsverhalten der Drähte untersucht und die Zuverlässigkeit von gebondeten Drahtbrücken unter Betriebsbedingungen mit stochastischen Modellierungen bewertet. Dabei wird auch der Einfluss der Temperatur und der Stromdichte auf die Drähte, wie auch ihre elektrische Leitfähigkeit betrachtet. Alle gewonnenen Kenntnisse und Modelle sollen später für die Entwicklung neuer Hochleistungslegierungen mit verbesserter Temperaturstabilität und besserer elektrischer Leitfähigkeit, sowie für die Entwicklung alternativer Drahtherstellungsrouten genutzt werden.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach
Projektbearbeitung: MSc. Katharina Knape
Kooperationen: Dr.-Ing. Yevgen Kostenko (Siemens Energetic); Prof. K. Naumenko
Förderer: Sonstige - 01.10.2019 - 31.12.2024

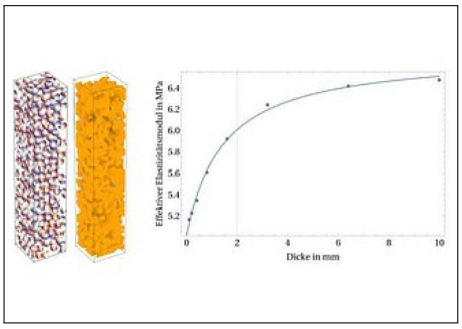
Modell zur Beschreibung des mechanischen Verhaltens von Stählen unter hohen Temperaturen mit zyklischer Belastung



Hochtemperaturbauteile, wie sie z.B. in Kraftwerken zu finden sind, müssen sowohl thermischen als auch mechanischen Beanspruchungen standhalten, wobei sich die Kombination dieser Prozesse negativ auf die Lebensdauer der Komponenten auswirken kann. Durch das Hoch- und Runterfahren der Anlagen treten außerdem zyklische Beanspruchungen auf, deren Simulation zu numerisch komplexen Zeitintegrationen mit kleinen Schrittweiten führt. Aus diesem Grund wurde das Materialverhalten bisher mit monotoner Belastung oder nur für wenige Zyklen simuliert, obwohl diese massgeblich für Ermüdungserscheinungen sein können. Der Mehr-Zeitskalen-Ansatz wird zur Modellierung von Plastizität, Schädigung und Ermüdung eingesetzt, mit der Grundidee, durch Entkopplung der Gleichungen separate Gleichungssysteme für die verschiedenen Zeitskalen zu schaffen und diese getrennt voneinander zu lösen. Dabei wird zwischen einer Zeitskala für die quasi-statische ("langsame") und einer für die hochfrequente ("schnelle", zyklische) Belastung unterschieden. Die Anwendung dessen in Kombination mit einem kalibrierten Materialmodell reduziert die Rechenzeit erheblich und bietet somit nicht nur die Möglichkeit, eine hohe Anzahl an Zyklen zu betrachten, sondern resultiert auch in einergenaueren Bestimmung und Optimierung der Lebensdauer.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach
Projektbearbeitung: Dr.-Ing. Martin Weber
Kooperationen: PD Dr.-Ing.habil. R. Glüge (IFME, OvGU Magdeburg)
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.11.2021 - 31.10.2024

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den effektiven Steifigkeiten dreidimensionaler Materialproben und dünner Schichten



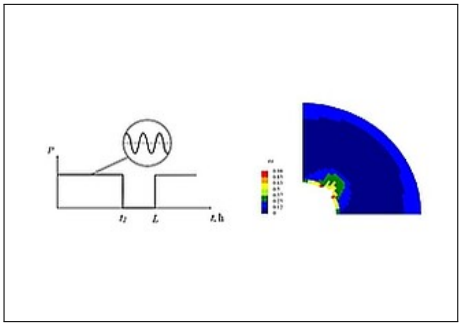
Unter dem Begriff „Homogenisierungsmethoden" werden Methoden zusammengefasst, welche die effektiven Materialeigenschaften eines Materials mit Mikrostruktur aus der räumlichen Anordnung der Phasen und deren individueller Eigenschaften ermitteln. Voraussetzung hierfür ist ein hinreichender Skalenabstand. Die Fluktuationen der Felder auf Makroebene, z.B. aufgrund von Geometrievariationen und Randbedingungen, müssen auf sehr viel größeren Längenskalen stattfinden als die Fluktuationen in der Mikrostruktur. Ist dies der

Fall, so lässt sich auf einer Mesoebene eine Materialprobe definieren, die groß genug ist, um einen repräsentativen Mikrostrukturausschnitt zu erfassen. Deren effektive Eigenschaften werden dann punktuell auf der Makroebene angewandt, weswegen die Materialprobe kleiner sein muss als die charakteristischen Geometrieabmessungen auf der Makroebene (Hashin, 1983). Bei der numerischen Homogenisierung werden die Eigenschaften der virtuellen Materialprobe in einem virtuellen Experiment bestimmt. Letztere wird als Repräsentatives Volumenelement (RVE) bezeichnet. Standardmässig werden periodisch fortsetzbare RVE mit periodischen Randbedinungen verwendet, auch bei stochastischen Mikrostrukturen. Die periodischen Randbedingungen imitieren die Einbettung des RVE in eine Umgebung mit identischem Materialverhalten.
In diesem Projekt sollen die folgenden Fragen beantwortet werden. Wie kann man möglichst genau auf die dreidimensionale Steifigkeit eines Materials mit Mikrostruktur schließen, wenn ausschließlich Experimente an dünnen Schichten und Fäden möglich sind? Ist es rein numerisch möglich, wenn die volle Information aller Felder in virtuellen Versuchen an dünnen Schichten zur Verfügung steht, möglichst exakt auf die effektiven Eigenschaften des dreidimensionalen Materials zu schließen? Lassen sich einfache Abschätzungen wie der bereits experimentell ermittelte Wert E_{PP2D}=E_{PP3D} ˜ 0.7 auf Materialklassen (Polymere) verallgemeinern, oder ist dieser Wert spezifisch für Polypropylen? Zur Beantwortung der ersten beiden Fragen sind die Entwicklung einer Homogenisierungstheorie für den dimensionalen Übergang erforderlich. Die dritte Frage kann nur experimentell durch die Messung von E_{2D} und E_{3D} an verschiedenen Materialien beantwortet werden. Wie gezeigt wurde, ist die lokale Querdehnung ein wichtiger Indikator für die Differenz zwischen E_{2D} und E_{3D} . Daher sollte zusätzlich zu den Nenngrößen im Zugversuch auch die lokale Querdehnung an dünnen Filmen gemessen werden.

Hashin, Z. (1983). "Analysis of Composite Materials - A Survey". In: Journal of Applied Mechanics 50, S. 481-505.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach
Projektbearbeitung: Prof. Dr. Dmytro Breslavsky
Förderer: Volkswagen Stiftung - 01.08.2023 - 31.08.2024

Deformation and long term strength of structural elements at high temperature fretting wear and corrosion conditions



The influence of the environment (water, hydrogen etc.) can essentially limit the long-term strength of structural elements due to material degradation. In the case of contacting the different surfaces the deterioration of structural properties continues. The problem of corrosion and wear of machine-building structures has recently been in the focus of attention of researchers and engineers, however, the development of a computational method for estimating the interaction of high-temperature phenomena, such as creep and hidden damage accumulation, continues to be an urgent task. The problem consists in the significant variation of the stress-strain state during long term operation. The existing methods for calculating the strength of structures under the influence of corrosion and wear, as a rule, do not take into account these changes and the accumulation of damage, which can lead to incorrect life estimates.

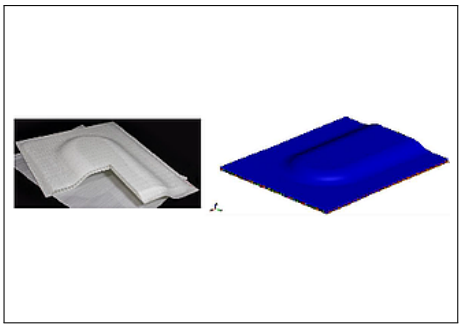
Structural elements operating at high temperatures under the influence of aggressive media, on the one hand, are among the most expensive, and on the other hand, their failure can lead to environmental damage. This applies to gas turbines and gas turbine engines, automobiles, chemical production equipment etc. Failure and fracture of their structural elements lead to financial losses, is dangerous and unacceptable from the point of view of human safety.

Experimental methods for evaluating high-temperature deformation and fracture under the influence of

aggressive media and contact interaction of various details are expensive and often quite hazardous to the health of personnel. That is why the development of a new approach and a numerical method for analyzing creep and damage accumulation in structures affected by corrosion and fretting wear is an important task both at the design stage as well as for the assessing the safe operation time of already operating equipment.

Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach
Projektbearbeitung:	MSc. Varun Kumar Minupula
Kooperationen:	Dr.-Ing. Matthias Zscheyge (Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS, Halle/Saale); Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen; ThermHex Waben GmbH, Halle/Saale; Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ
Förderer:	EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.06.2020 - 29.02.2024

Process simulation of thermoforming of thermoplastic sandwich materials made of Honeycomb and Cross-Ply

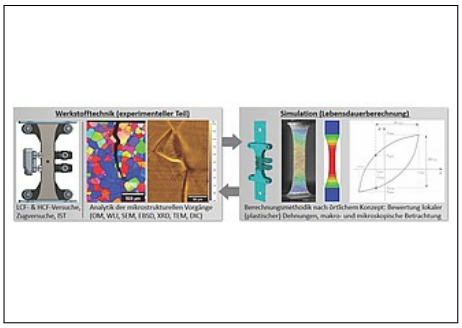


The demand for light-weight composites is increasing phenomenally especially in aviation, automotive and ship building sectors. As everyone addressed carbon footprints and global warming made by high fuel and energy consumptions and shifting towards specific tailor-made functionally performing materials. This need for light-weight materials is satisfied by honeycomb sandwich laminates as they have proven their advantages over conventional materials with specific weight to strength ratios. With advantage of thermoplastics in high volume production and processability, the sandwich laminates meet the industrial usage. In addition to that the flat semi-finished sandwich laminates are further processable to complex structures to meet different part geometries, with a novel thermoforming procedure by which the sandwich laminate is heated to a thermoforming temperature such that matrix material of face sheet lies above melting temperature and core material lies below melting temperature, then pressed to form into desired geometry. Currently, these materials are investigated for reproducibility in large mass scale owing to the current automation and digitalizing platforms with controlled heating and forming.

Using FEM tools, the manufacturing processes can be optimized by changing the process parameters and material configuration. For this a finite element model is developed considering material, geometry and boundary non-linearities, focused on complex honeycomb geometry and fiber-oriented UD-tapes at meso-scale level. Such developed model is tested for different material combinations, geometries and forming conditions. By this approach the probability of manufacturability of a component through specific technique can be investigated, which saves the material and time in the process of developing a new component. The difficulties in developing such complex model are many like core-face sheet interaction, honeycomb cell walls deformation behavior in melt zones and pre-deformed cell walls during lamination. All these cases will be investigated in this current project.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach
Projektbearbeitung: M.Eng. Paul Kubaschinski
Kooperationen: Prof. Manuela Waltz, Technische Hochschule Ingolstadt
Förderer: BMWi/AIF - 01.12.2019 - 31.12.2023

Untersuchungen zum Einfluss des Fertigungsprozesses auf die betriebsfeste Auslegung von Elektroblechen für Traktionsmaschinen für die Elektromobilität



Im Rahmen neuer Lösungsansätze zur Gestaltung der Mobilität der Zukunft haben sich insbesondere Elektrofahrzeuge hervorgetan, da diese einen wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz und zur Emissionsvermeidung leisten können. Für den Aufbau der Traktionsmaschinen kommen Elektrobleche zum Einsatz, die zur Führung des magnetischen Flusses im Rotor bzw. Stator dienen. Die magnetischen und mechanischen Eigenschaften der Elektrobleche sind hierbei entscheidend für die Effizienz und das Leistungsgewicht der elektrischen Maschine und unter-liegen hohen Anforderungen. Zudem führen geringe Blechdicken von etwa 0,25 mm und hohe Drehzahlen im dynamischen Betrieb zu hohen mechanischen Belastungen im Rotor.

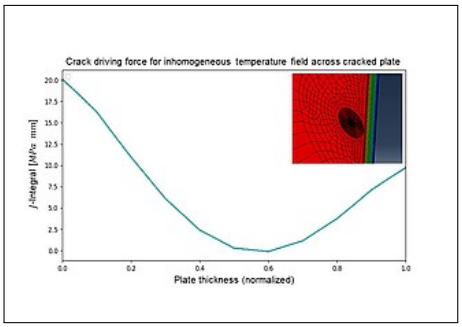
Die zur Steuerung des magnetischen Flusses notwendigen Durchbrüche und Magnetschlitze werden im Allgemeinen durch Stanzen eingebracht. Sowohl die Ausprägung der Stanzkante als auch die im Fertigungsprozess aufgebrachten Spannungen beeinflussen die mechanischen Eigenschaften deutlich. Aufgrund der Grobkörnigkeit des Materials und der unbekannten Ausprägung der Stanzkante kann es zu einer starken Streuung der mechanischen Eigenschaften und damit der Bauteillebensdauer kommen.

Für die betriebsfeste Auslegung von Elektroblech ist es daher unerlässlich, die zyklischen Festigkeitseigenschaften von Elektroblech und deren Beeinflussung durch den Fertigungsprozess zu kennen. Durch die enge Zusammenarbeit von experimentell abgesicherten Werkstoffunter-suchungen und numerischer Simulation soll eine effiziente und sicherer Vorhersagemöglichkeit der Lebensdauer gestanzter Elektrobleche erarbeitet werden.

Das gemeinsame Promotionsvorhaben der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und der Technische Hochschule Ingolstadt fokussiert sich dabei auf den Bereich der Lebensdauerberechnung und Simulation von Elektroblech. Wesentliche Meilensteine stellen die Lebensdauerberechnung unter Annahme eines isotropen Materialverhaltens sowie unter Berücksichtigung örtlich variierenden Materialverhaltens in Abhängigkeit der Stanzkante dar. Abschließend soll die Mikrostruktur des Werkstoffs im Berechnungskonzept berücksichtigt und die Methoden experimentell validiert werden.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach
Projektbearbeitung: MSc. Nikolaus Bechler
Kooperationen: Prof. T. Seifert (Hochschule Offenburg); Fraunhofer Institut für Werkstoffmechnik Freiburg; Volkswagen AG, Wolfsburg
Förderer: BMWi/AIF - 01.02.2019 - 31.12.2023

Simulation des thermomechanischen Ermüdungsrisswachstums in hochbeanspruchten Komponenten von effizienten Verbrennungsmotoren

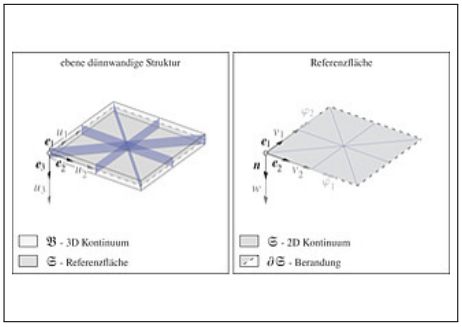


Eine etablierte Simulationsmethode zur Berücksichtigung des Risswachstums bzw. des Rissstopps ausgehend von einem bereits vorhandenen technischen Anriss unter thermomechanischer Belastung gibt es heute nicht. Das Ziel des Dissertationsvorhabens ist es einen weiteren wichtigen Schritt in der simulationsbasierten Auslegung von thermomechanisch hoch belasteten Komponenten voranzukommen und eine Simulationsmethodezu entwickeln, die eine verlässliche Aussage zur weiteren Entwicklung des technischen Anrisses zulässt und somit eine Bewertung der gesamten Lebensdauer ermöglicht.

Die Ausarbeitung erfolgt am Beispiel eines Zylinderkopfs bestehend aus einer Aluminiumgusslegierung. Das thermomechanische Ermüdungsrisswachstum hängt von zahlreichen unterschiedlichen Einflussfaktoren ab. Die Berücksichtigung des Risswachstums erfordert einerseits ein klares Verständnis der Einflussnahme und der Wechselwirkung der Einflussfaktoren und andererseits eine robuste und hinsichtlich Rechenzeit industriell anwendbare Einbindung der Methode in die gängige Praxis der Bauteilsimulation. Aus diesem Grund soll die Simulationsmethodik von Grund auf eigenständig zuerst mit der klassischen FEM und anschließend mit der XFEM entwickelt werden. Die Validierung erfolgt stufenweise in Versuchen mit unterschiedlichen Geometriekomplexitäten.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach
Projektbearbeitung: Dr.-Ing. Marcus Aßmus
Kooperationen: Prof. Victor A. Eremeyev; PD Dr.-Ing.habil. Rainer Glüge; Dr. Zia Javanbakht
Förderer: Haushalt - 01.11.2020 - 31.10.2023

Inelastizität und Anisotropie im direkten Ansatz für die Theorien der ebenen dünnwandigen Strukturen



Flächentragwerkstheorien für schlanke Strukturen gelten in Theorie und Technik als allgemein akzeptiert. In den Ingenieurwissenschaften hat sich das Fünf-Freiheitsgrad-Modell als besonders nützlich erwiesen. Damit

werden Scheiben-, Biegungs- sowie Transversalschub-Effekte gleichermaßen beschrieben. Üblicherweise werden dabei alle Betrachtungen auf eine zweidimensionale Referenzfläche bezogen. Pavel Andreevich Zhilin schlug gegenüber klassischen Herleitungsstrategien für Flächentragwerkstheorien (Dimensionsreduktion durch analytische Dickenintegration zu vollständig zweidimensionalen Gleichungen) einen sogenannten direkten Ansatz vor, bei dem analog der Vorgehensweise in der klassischen Kontinuumsmechanik, alle Gleichungen von vornherein für ein zweidimensionales Kontinuum formuliert werden.

Nachdem das isotrope elastische Materialmodell bereits hinreichend untersucht wurde, sollen die theoretischen Grundlagen der Flächentragwerkstheorie mit Kinematik analog Mindlin (1951) ausgebaut werden. Dies betrifft

1. inelastisches Materialverhalten und
2. richtungsabhängige Materialeigenschaften.

Für die Erweiterung um Inelastizität soll anhand der klassischen Feststoffgesetze für Viskosität und Plastizität vorgegangen werden. Hier haben sich rheologische Modelle zur physikalischen Beschreibung und mathematischen Formulierung etabliert. Die größte Herausforderung besteht in der Beschreibung des Verhaltens in Normalenrichtung. Für das viskoelastische Verhalten gibt es bereits Resultate aus vorangegangenen Arbeiten des Autors. Bei Existenz einer direkten Formulierung für elastoplastisches Verhalten soll geprüft werden, inwiefern ein viskoplastisches Material darstellbar ist.

Für die Berücksichtigung der Anisotropie werden zunächst die klassischen acht Symmetriegruppen herangezogen, wobei bei orthogonaler Projektion auf Flächen Koinzidenzen gefunden werden können. Die allgemeine Projektion der Symmetrien eröffnet jedoch eine weitaus größere Vielfalt, als dass diese über klassische Herleitungen abbildbar sind. Statt sich auf spezielle Symmetrien zu beschränken, sollen die Steifigkeitstensoren auf spezielle Weise zerlegt und damit die Betrachtung beliebig anisotropen Verhaltens ermöglicht werden.

Zusätzliche Erweiterungsmöglichkeiten ergeben sich in Bezug auf Effekte, die aus Eigenspannungen, Temperaturschwankungen und Feuchtigkeitseinflüssen resultieren.
Es findet eine Beschränkung auf geometrische Linearität statt. Bislang gibt es keinerlei physikalische Argumentation und mathematische Behandlung für derartige Erweiterungen direkt formulierter Theorien. Die Formulierungen werden komplett in Tensorschreibweise ausgearbeitet. Dies ermöglicht den direkten Vergleich der Gleichungsstrukturen mit der dreidimensionalen Kontinuumsmechanik.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach
Projektbearbeitung: Prof. Dr. Dmytro Breslavsky
Förderer: Volkswagen Stiftung - 01.08.2022 - 31.07.2023

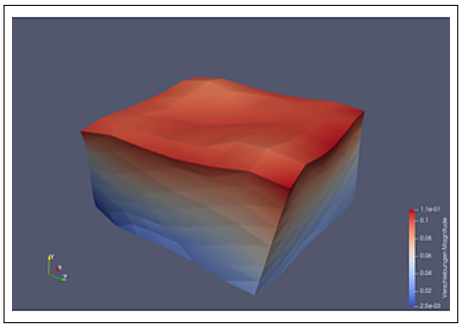
Deformation and Damage of High Temperature Structural Elements at Cyclic Loading

Due to the development of new designs and materials for engines and turbomachines, which are characterized by elevated operating temperatures, it is necessary to estimate the level of irreversible creep strains and the possibility of fracture. In contrast to the previously created general-purpose methods, calculation methods which currently are developed, are aimed at analyzing specific structural elements from specific steels.

The focus of the project is on development a method for calculating cyclic creep and long-term strength and numerical study of the behavior of structural elements operating under the combined action of thermal fields and loads.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach
Projektbearbeitung: Dr. Lidiia Nazarenko
Kooperationen: Prof. F. dell'Isola (Sapienza University, Rome); Prof. S.A. Lurie (Institute of Mechanics, Russian Academy of Sciences); PD Dr.-Ing.habil. R. Glüge (IFME, OvGU Magdeburg)
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2020 - 31.07.2023

Erweiterung der Sätze der linearen Elastizität für die Gradientenelastizität



Die klassische Elastizitätstheorie ist fester Bestandteil des beruflichen Alltags von Berechnungsingenieuren und deren Ausbildung. Sie wurde zwischen dem Beginn des 19. Jh. und der Mitte des 20. Jh. auf ein festes theoretisches Fundament gestellt. Ihre Entwicklung kann als abgeschlossen angesehen werden. Allerdings ist ihr Anwendungsbereich begrenzt: Sie ist größeninsensitiv, beinhaltet bei Diskontinuitäten in den Randbedingungen Singularitäten in den Spannungen und den Verschiebungen, und kann keine Grenz- und Oberflächenenergien berücksichtigen. Damit ist sie auf typische Ingenieursanwendungen beschränkt. Zur Beschreibung von Mikro-Bauteilen oder von Phänomenen im μm- und nm - Bereich ist sie nur bedingt geeignet.

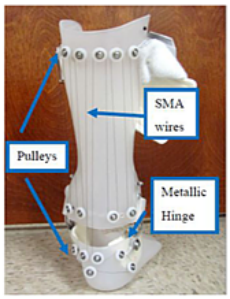
Eine natürliche Erweiterung der klassischen Elastizität ist die Gradientenelastizität, bei der höhere Ableitungen des Verschiebungsfeldes auftauchen. Es wurde in zahlreichen Arbeiten gezeigt, dass die Beschränkungen der klassischen Elastizitätstheorie mit der Gradientenerweiterung überwunden werden können, ohne dass die übliche Trennung zwischen Struktur- und Materialeigenschaften verwischt wird, wie es bei alternativen nichtlokalen Theorien der Fall ist. Leider ist es bisher nicht gelungen, für die Gradientenelastizität ein ähnlich solides Fundament zu entwickeln, wie es für die klassische Elastizitätstheorie existiert.

Dies ist keine rein akademisches Problem. Die zunehmende Miniaturisierung von Bauteilen sowie die gezielte Entwicklung mikro-strukturierter Materialien erfordert es, über die klassische Elastizitätstheorie hinauszugehen. Des weiteren sind wir durch die Hebung der Singularitäten der klassischen Elastizität dazu in der Lage, eine Reihe von Kriterien (z.B. Bruch- und Fließkriterien), welche üblicherweise in den Cauchy-Spannungen formuliert sind, auch in der Nähe von Randdiskontinuitäten anzuwenden. Hierdurch vergrößert sich die Anwendbarkeit der Elastizitätstheorie deutlich.

Im diesem Projekt sollen die theoretischen Grundlagen der klassischen Elastizitätstheorie für die Gradientenelastizität ausgebaut werden. Hierfür wurde eine verallgemeinernde Axiomatik herausgearbeitet, welche zu ca. 2/3 bereits auf die Gradiententheorie übertragen wurde. Wir bemühen uns um eine Vervollständigung der Übertragung, was den Kern der Arbeit des deutschen Projektpartners bildet. Der russische Projektpartner ist mit der Anwendung befasst. Beispielsweise finden Eindeutigkeitssätze für Randwertprobleme mit reinen Verschiebungs- oder reinen Spannungsrandbediungungen in der Homogenisierung Anwendung. Mit ihnen kann beispielsweise die Eshelby-Grundlösung eines elliptischen Einschlusses in einer unendlichen Matrix ausgebaut werden. Eine weitere Anwendung sind transveralisotrope faserverstärkte Komposite, für welche sowohl ein Skalenübergang als auch die spezifischen Eigenschaften der Steifigkeitstensoren untersucht werden sollen. Schließlich soll das de Saint-Venantsche Prinzip für die Gradientenelastizität in Balkenversuche untersucht werden.

Projektleitung: Dr.-Ing. Fabian Duvigneau, Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre
Förderer: Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.10.2022 - 30.09.2025

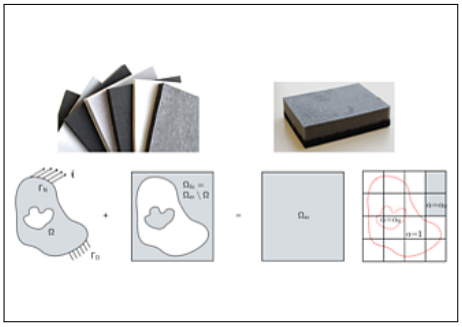
Design and evaluation of a novel dynamic ankle-foot orthosis using silicone/SMA materials



Ankle-Foot Orthoses (AFOs) are those devices used for rehabilitation of a pathological gait, which is caused for instance by a stroke. This research aims to design, model, simulate, manufacture, and test a novel AFO, which is designed to ensure ease of use, freedom of movement, and high performance for high-level activities at relatively low costs. Research problems are inherent in the increasing demand for AFOs based on polymers, which have relatively low biomechanical properties and may cause skin sweating and irritation in the long term. Moreover, there are problems related to the high costs of recent AFOs made of advanced composites or carbon fiber, the market needs (orthopedic workers) and users alike, and the necessity of a novel AFO that meets the demands and helps to produce orthoses for fitting each patient. Therefore, orthotists could save time and obtain a more convenient AFO prototype, which helps them in patients' treatment.
This study includes, from an applied point of view, the design, modeling, and simulation of a novel ankle-foot orthosis based on silicone, shape memory alloy (SMA), and elastic bands. This, in turn, ensures freedom of movement and high performance for high-level activities. It also includes, in practical terms, the manufacturing of the ankle-foot orthosis, based on the aforementioned design and materials, and conducting appropriate mechanical and biomechanical tests. This study includes also a literature review and description of the materials, methods, and equipment used in the design, modeling, simulation, manufacturing, and testing of a novel dynamic ankle-foot orthosis.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre, Dr.-Ing. Fabian Duvigneau
Projektbearbeitung: M.Sc. Paul Marter
Kooperationen: Prof. Dr.-Ing. habil. Alexander Düster (Hamburg University of Technology - TUHH)
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.08.2022 - 31.07.2025

Erweiterung fiktiver Gebietsmethoden für vibroakustische Fragestellungen - Analyse heterogener Dämmmaterialien

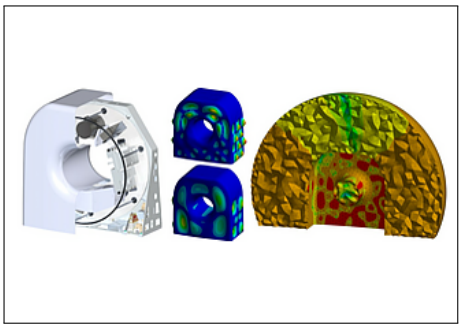


Die Vorhersage des akustischen Verhaltens von Systemen, die Materialien mit komplexer Mikrostruktur beinhalten, ist aus mehreren Gründen eine große Herausforderung. Zum einen ist es sehr aufwendig, hochauflösende numerische Modelle mit Hilfe von geometriekonformen Diskretisierungen aufzubauen und zum anderen

müssen alle physikalisch relevanten Wechselwirkungen der Struktur sowohl mit dem umgebenden als auch mit dem eingeschlossenen Fluid berücksichtigt werden. Die geometriekonforme Diskretisierung von heterogenen Materialien mit komplexer Mikrostruktur führt in der Regel zu einer sehr hohen Anzahl von finiten Elementen und somit zu nicht vertretbaren Rechenzeiten. Als zielführende Alternative haben sich in den letzten Jahren fiktive Gebietsmethoden, wie die Finite Cell Method (FCM), herauskristallisiert. Zur Erfassung der akustischen bzw. vibroakustischen Eigenschaften muss die FCM für das neue Anwendungsgebiet in einigen Aspekten erweitert werden. Zunächst müssen die akustische Wellengleichung für Berechnungen im Zeitbereich und die Helmholtz-Gleichung für Analysen im Frequenzbereich mit Hilfe von fiktiven Gebietsmethoden diskretisiert werden. Weiterhin müssen geeignete Kopplungsstrategien zwischen dem Struktur- und Fluidgebiet entwickelt werden. Die Teilfelder können dabei sowohl schwach (rückwirkungsfrei) als auch stark (rückwirkungsbehaftet) gekoppelt werden. Der Vorteil von fiktiven Gebietsmethoden ist neben der hochgenauen Auflösung der Geometrie (trotz nicht konformer Diskretisierung) die Möglichkeit der Überlagerung von Struktur- und Fluidelementen. Damit kann eine effektive Strategie zur vibroakustischen Kopplung heterogener Materialien entwickelt werden. Der numerische Aufwand dieser komplexen Simulationen ist auch unter Nutzung fiktiver Gebietsmethoden immer noch sehr hoch. Daher ist es ein weiteres Ziel, neben den mikrostrukturell aufgelösten Modellen auch vereinfachte Modelle auf der Basis von Verfahren zur numerischen Homogenisierung abzuleiten. Trotz der starken Abstraktion der Wirklichkeit wird erwartet, dass für verschiedene Anwendungen brauchbare Ergebnisse erzielt werden können. Der letzte Schwerpunkt des Projektes besteht in der experimentellen Validierung der entwickelten numerischen Methoden. Dazu werden verschiedene Versuchsstände genutzt. Für die Umsetzung der vibroakustischen Kopplung ist das Schwingungsverhalten der Struktur entscheidend. Dieses kann mit Hilfe eines 3D Laser-Scanning-Vibrometers untersucht werden. Zusätzlich werden die frequenzabhängigen akustischen Parameter unter Nutzung verschiedener einfacher Messaufbauten, wie bspw. einem Kundtschen Rohr, gemessen und jeweils mit den simulativ ermittelten Ergebnissen verglichen. Weiterhin wird in einem Freifeldraum die Schallabstrahlung mit Hilfe von Mikrofon-Arrays und Fernfeldmikrofonen vermessen. Auf der Basis dieser Daten kann die Leistungsfähigkeit der implementierten Modelle nachgewiesen werden. Abschließend werden Richtlinien für deren Nutzung abgeleitet.

Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke, Dr.-Ing. Fabian Duvigneau, Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre
Projektbearbeitung:	M.Sc. Niklas Thoma
Kooperationen:	Modell- und Formbau GmbH Sachsen-Anhalt
Förderer:	Bund - 01.06.2022 - 30.11.2024

"COCOON" - aCOustiC Optimized hOusiNg



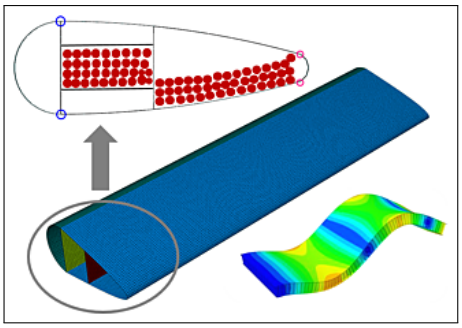
Simulationsbasierte und sensorisch funktionalisierte Gehäusekonzeptionierung

Im Rahmen des ZIM-Netzwerkes INSTANT werden vordergründig medizinische Fragestellungen erörtert. Das FuE-Projekt COCOON fokussiert innerhalb des Netzwerks die Verminderung von Geräuschbelastungen bei diagnostischen und interventionellen bildgeführten Verfahren.
Verschiedene medizinische Studien zeigen, dass andauernde hohe Geräuschpegel zu Konzentrationsschwächen, Stress, Beeinträchtigungen des Gedächtnisses, allgemeiner Leistungsminderung und anderen Erscheinungen bis hin zum Burnout-Syndrom führen können. Solche Stress- und Angstsituationen sind der Genesung von Patienten unzuträglich und führen zu längeren Behandlungszeiten und somit zu vermehrten Kosten. Auf der Seite des klinischen/medizinischen Personals können die Geräuschbelastungen, beispielsweise bei mehrstündigen bzw. mehreren aufeinanderfolgenden Interventionen zu Konzentrationseinbußen und Behandlungsfehlern führen.
Die Entstehung von lauten Geräuschen ist bei vielen Maschinen nicht oder nur mit Eingriff in die bestehende Struktur zu unterbinden. Allerdings können technische Maßnahmen ergriffen werden, um die Geräuschausbreitung

und -weiterleitung zu behindern und somit die störenden Geräuschemissionen zu minimieren. Im Projekt COCOON werden Verfahren zur Konzeptionierung und Fertigung akustisch optimierter Gehäuse für medizinische Großgeräte erforscht, wodurch sich auch hinsichtlich Zulassung und verwendeter Materialien sehr hohe Ansprüche ergeben.
Des Weiteren wird der ambitionierte Ansatz verfolgt ein "Diagnosesystem" zur Zustandserfassung der Produktfunktionalität zu erforschen. Die frühzeitige Alarmierung bei Fehlfunktionen soll Geräteausfälle minimieren und kann so zur Produktüberwachung nach dem Inverkehrbringen beitragen.

Projektleitung:	Dr.-Ing. Fabian Duvigneau, Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke, Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre
Projektbearbeitung:	Braj Bhushan Prasad
Kooperationen:	Enercon GmbH
Förderer:	BMWi/AIF - 01.12.2019 - 30.04.2023

DampedWEA - Innovative Konzepte zur Schwingungs- und Geräuschreduktion getriebeloser Windenergieanlagen

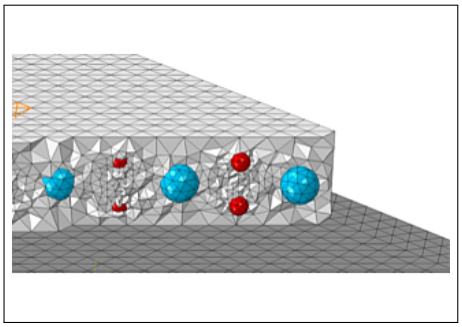


Das Ziel des Verbundvorhabens DampedWEA ist die Erhöhung der Akzeptanz von Windenergieanlagen (WEA). Dadurch sollen neue Regionen für WEA, insbesondere in der Nähe bewohnter Gebiete, erschlossen werden. Dazu ist eine Verminderung des abgestrahlten Schallpegels erforderlich. In diesem Verbundvorhaben liegt der Fokus auf den tonalen Emissionen, die durch die erfolgreiche Optimierung hinsichtlich aeroakustischer Emissionen immer stärker in den Vordergrund treten und nun ein Problem darstellen. Um diese ausreichend zu reduzieren, kommen innovative Konzepte zur Schwingungs- und Schallreduktion zum Einsatz. Die wesentliche Quelle der tonalen Störgeräusche ist der Generator, da sich die Vibrationen aus dem Generator über die Lager und den Antriebsstrang oder über die Generatortragstruktur in die gesamte Windenergieanlage ausbreiten und schließlich als Schall abgestrahlt werden. Tonale Geräusche sind für die Akzeptanz der Bevölkerung besonders kritisch, da diese als wesentlich lästiger wahrgenommen werden als ein breitbandiges Rauschen.

In diesem Projekt sollen Transmissionspfade untersucht werden, an denen die Erforschung des Schallminderungspotentials erfolgversprechend ist. Darüber hinaus werden viele verschiedene Konzepte erprobt, die teilweise weit über den aktuellen Stand der Technik hinausgehen. Das Projekt wird im Konsortium bestehend aus WRD/Enercon mit den Forschungspartnern DLR, Fraunhofer IFAM, der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und der Leibniz Universität Hannover durchgeführt.

Projektleitung: Dr.-Ing. Fabian Duvigneau, Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre
Projektbearbeitung: M.Sc. Márton Petö
Kooperationen: Dr.-Ing. Sascha Duczek
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.08.2019 - 30.04.2023

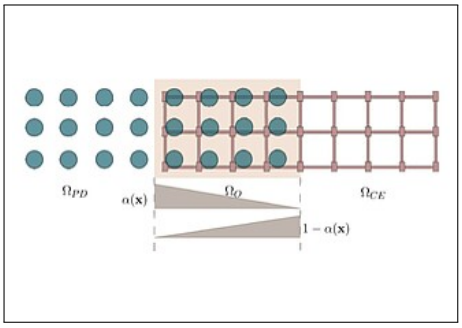
Kopplung fiktiver Gebietsmethoden mit der Randelementemethode für die Analyse akustischer Metamaterialien



Im Fokus des vorliegenden Projektantrages stehen innovative akustische Metamaterialien. Dabei handelt es sich beispielsweise um akustisch wirksame Schaummaterialien, in denen durch zusätzlich eingebrachte Festkörper mit hoher Steifigkeit lokale Resonanzeffekte erzeugt werden sollen. Auf diesem Weg soll erreicht werden, dass die Dämm- bzw. Dämpfungswirkung dieser Materialien insbesondere im tieffrequenten Bereich signifikant verbessert wird. Allerdings fehlen bisher allgemeine Richtlinien, wie ein akustisches Metamaterial zu gestalten ist, um eine bestmögliche und insbesondere eine breitbandige Wirkung zu erzielen. Das Ziel des beantragten Projektes ist es, ein zuverlässiges und effizientes numerisches Werkzeug zu entwickeln, um in weiterführenden Forschungsarbeiten eine umfassende Analyse der Mechanismen, Einflussfaktoren und Designparameter sowie gezielte Topologieoptimierungen akustischer Metamaterialien durchzuführen zu können. Für die vibroakustischen Analysen soll eine Kopplung der Finiten Zellen Methode (FCM) und der Randelementemethode (BEM) entwickelt werden. Die FCM soll für die strukturdynamischen Berechnungen eingesetzt werden, um die heterogene Struktur der Metamaterialien adäquat und effizient abzubilden. Für die Bewertung verschiedener akustischer Metamaterialien wird der resultierende Schalldruck im umgebenden Luftvolumen sowie die abgestrahlte Schallleistung herangezogen. Die Berechnung der Schallabstrahlung erfolgt mit Hilfe der BEM, da diese insbesondere für die Bewertung im Fernfeld im Vergleich zu volumendiskretisierenden Methoden eine effiziente Möglichkeit zur Berechnung des akustischen Feldes darstellt. Im Rahmen des Projektes sollen auch die Vorteile höherwertiger Ansatzfunktionen ausgenutzt werden. Nach erfolgreicher Implementierung werden kommerzielle FE-basierte Berechnungsprogramme, analytische Vergleichslösungen und experimentelle Untersuchungen genutzt, um die entwickelten Methoden ausführlich zu verifizieren und zu validieren.

Projektleitung: Prof. i. R. Ulrich Gabbert
Projektbearbeitung: M.Sc. Anna Pernatii
Kooperationen: Dr.-Ing. Christian Willberg, Deutsches Forschungszentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) Braunschweig
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.05.2021 - 30.09.2024

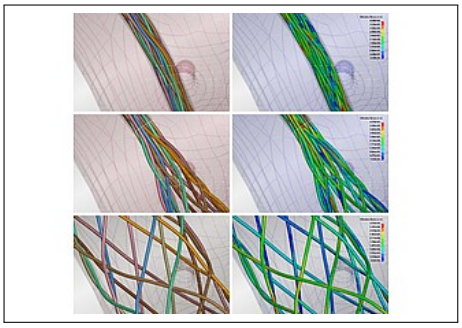
Gekoppelte Peridynamik-Finite-Elemente-Simulationen zur Schädigungsanalyse von Faserverbundstrukturen



Für den Entwurf, die Bewertung und die Zulassung von sicherheitsrelevanten Leichtbaustrukturen ist die Vorhersage des Schädigungsverhaltens und der Restfestigkeit im Rahmen einer Schadens-toleranzbewertung ausschlaggebend. Für Faserverbundwerkstoffe (FVW) fehlen bisher hinreichend genaue und robuste Methoden zur Bewertung einer progressiven Schädigung. Die wesentliche Herausforderung für eine Analyse von FVW-Strukturen im Vergleich zu metallischen Werkstoffen besteht in der Heterogenität der FVW, die zu komplexen Versagensmechanismen führt. Eine Simulationsmethodik zur Festigkeitsbewertung muß daher sowohl die Schadensinitiierung als auch den Schadensfortschritt einschließlich aller wirkenden Mechanismen und deren Interaktion abbilden können.
Im Rahmen des DFG-Projektes wird das Ziel verfolgt, eine verbesserte Methodik zur Schadensanalyse für FVW zu entwickeln. Dafür wird ein neuer adaptiver Lösungsansatz vorgeschlagen, der aus einer Kopplung der Peridynamik (PD) für potentiell geschädigte Modellbereiche mit der FEM für die ungeschädigten Bereiche besteht. Das Ziel des Projektes ist es, die Vorhersagegenauigkeit des Lasttragverhaltens zu erhöhen und dadurch robustere, sichere und ressourcenschonendere Strukturen entwickeln zu können.
Die PD ist eine vielversprechende nicht-lokale Methode zur Beschreibung der Schädigung und des dynamischen Rißwachstum vor allem in spröden Materialien. Allerdings ist der Rechaufwand extrem hoch, um eine hinreichend genaue Beschreibung des Rißverhaltens zu erreichen. Um den Rechenaufwand zu reduzieren, wird die Peridynamik nur in den Teilgebieten einer Struktur eingesetzt, in denen potentiell Risse auftreten können. Die übrigen Strukturgebiete werden mit Hilfe der klassischen Finite Element Methode (FEM) modelliert. Im Projekt werden geeignete Methoden der Kopplung der PD mit der FEM entwickelt, getestet und bewertet und für die Rißausbreitung eingesetzt. Erste gute Ergebnisse wurden mit der Arlequin Methode und der alternierenden Schwarz-Method erzielt. Die dazu im Projekt entwickelte Software wird gemäß des DFG Ziels zur "Nachhaltigkeit von Forschungssoftware" im Rahmen des Förderprogramms "e-ResearchTechnologien" frei zugänglich gemacht werden (Open Source Software), um eine Weiterverwendung durch andere Forscher zu ermöglichen.

Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre
Kooperationen:	Lehrstuhl für Strömungsmechanik und Strömungstechnik, OVGU; Universitätsklinik für Neuroradiologie, Magdeburg; acandis GmbH u. Co. KG, Pforzheim
Förderer:	Bundesministerium für Bildung und Forschung - 01.04.2023 - 31.03.2026

SOFINA -Simulationsgestützte Optimierung von Flow-Divertern zur Behandlung intrakranieller Aneurysmen

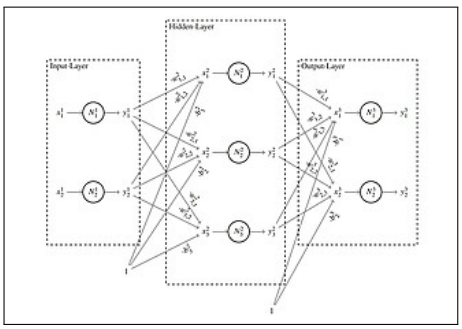


Ziel des Projekts ist die Erforschung von Möglichkeiten zur Optimierung der fluiddynamischen Behandlung intrakranieller Aneurysmen, um die Okklusionszeit zu verkürzen, den Bedarf an Nachbehandlungen zu reduzieren sowie die Gefahr von Rupturen zu eliminieren. Dazu sollen zum einen neuartige, neurovaskuläre Implantate mit verbesserten flussmodellierenden Eigenschaften erarbeitet werden (Zielwerte: lokal reduzierte Porosität, optimierte Anpassungsfähigkeit an die Anatomie). Mögliche individualisierte Lösungsansätze sind die Weiterentwicklung geflochtener Strukturen oder die Verwendung neuartiger Polymervliese auf der Trägerstruktur. Zum anderen werden "intelligente" Software-Tools entwickelt, die auf Basis einer virtuellen Katheterführung durch komplexe 3D-Gefäßmodelle von Patient*innen eine verbesserte Planung und Implantation ermöglichen. Dabei werden Verformungszustände sowohl des Katheters als auch des gecrimpten Implantats auf seinem Weg zum Gehirnaneurysma simuliert. Zur Abschätzung der Wirksamkeit (intra-aneurysmale Thrombosierung) des Implantats wird in Ergänzung dazu eine Blutflusssimulation durchgeführt. Anhand der Ergebnisse sollen den Interventionalist*innen vorab und während der Behandlung Hinweise zur Handhabung des Implantats bereitgestellt werden. Eine solche Software ermöglicht eine gezielte Optimierung der Implantateigenschaften, um bspw. lokalisationsabhängige Geschwindigkeits- und Wirbelstärkenabsenkungen, um bis zu 50 % gegenüber dem

unbehandelten Zustand zu erzielen.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre, Lukas Maurer
Förderer: Haushalt - 01.09.2022 - 31.08.2025

Autoregressive neural networks for predicting the behavior of viscoelastic materials



Neural networks are already used extensively in the field of data analysis. Common material models consist of physically based equations to describe the real behavior as good as possible. Measurements are used to adjust the material parameters, but the accuracy of the model depends on the complexity of the constitutive equations. Neural networks offer the possibility to describe a material with the same test data without the necessity to derive complex and physically based material laws.
Considering a uniaxial stress-strain curve of a hyperelastic material, a classical neural network can be easily set up to describe this behavior. During training, the network finds a good fitting function that depends mainly on the number of weights and biases and the amount of training data. These overall parameters are not physically motivated, as they only connect the stress values to the strain values via multiplication and the sigmoid transfer functions in the range of the trainings set. This is the reason why classical neural networks have a very poor extrapolation performance.
In contrast, autoregressive neural networks can train a time series, such as the stress curve with a constant strain rate, using previous stress values to calculate the next one. Instead of training a stress-strain function, these networks attempt to find a recursive formulation between stress values. With external inputs, other variables can also be used in the recursive formulation, such as the strain rate. If the training data contains different strain rates, the network can take them into account. In addition, other variables are possible, for example, different temperatures.
Due to the recursive or regressive functionality, the network can calculate stress-strain curves, even beyond the range of the training data. With a sufficiently large training data set, it is thus possible to describe more complex material behavior better than with classical material models.
In this project the properties of viscoelastic materials shall be estimated with an autoregressive neural network. Calculating a stress-strain curve with different strain rates and training the networks can be done in a few minutes. Prediction with different strain rates and stress values outside the range of the training data works very well with only a small error and much less computation time. In addition to optimizing the network architecture, the possibility of other external inputs such as temperature or training with a real measurement data set will also be investigated.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre
Projektbearbeitung: Paul Marter
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2023 - 31.03.2025

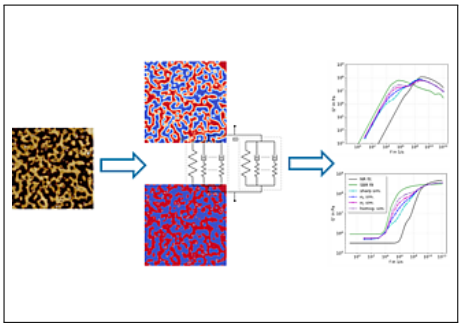
Erweiterung fiktiver Gebietsmethoden für vibroakustische Fragestellungen – Analyse heterogener Dämmmaterialien

Das Projekt widmet sich der Entwicklung einer effizienten Berechnungsmethodik zur Lösung dreidimensionaler vibroakustischer Problemstellungen unter Einsatz poröser Dämmmaterialien. Hierbei ist es das Ziel, die Mikrostruktur des Dämmmaterials aufzulösen, um aktuelle Grenzen der oft eingesetzten Biot'schen Theorie zu

überwinden, die insbesondere für die Modellierung geschlossenporiger Schäume ungeeignet scheint. Um die angestrebte, äußerst aufwendige geometrieaufgelöste Modellierung zu ermöglichen, sollen fiktive Gebietsmethoden mit höherwertigen Ansatzfunktionen eingesetzt werden. Diese lassen sich zum einen sehr vorteilhaft auf Voxel-Daten anwenden und zum anderen ist eine hohe Effizienz für Wellenausbreitungsprobleme zu erwarten.

Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre
Projektbearbeitung:	MSc. Jannik Voges
Kooperationen:	Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e.V.
Förderer:	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2020 - 31.12.2023

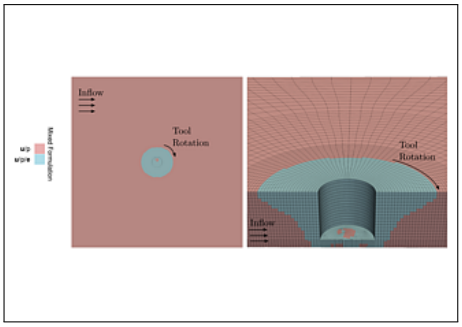
Evaluation of Phase Morphology and its Impact on the Viscoelastic Response of Elastomer Blends



Filler reinforced elastomer blends play a key role in the design and optimization of high performance rubber goods like tires or conveyer belts. In most cases, a phase separated, anisotropic blend morphology develops during the last processing steps (extrusion, calendering, injection moulding), which lowers its free energy by coagulation and relaxation processes, before the morphology is frozen by cross-linking. The development of the detailed phase morphology and its influence on the high-frequency viscoelastic response, affecting e.g. friction, fracture and wear properties, is not well understood at present but of high technological and scientific interest.
Accordingly, one main objective is the physically motivated modelling and numerical simulation of the thermo-chemically driven phase separation of filled elastomer blends with realistic, microscopic input parameters obtained from independent physical measurements. Beside the chemical compatibility of the polymers and the fillers, also the effect of mechanical stress on the phase dynamics shall be investigated. In combination with elaborated experimental methods, the phase field modelling for Cahn-Hilliard and Cahn-Larché type diffusion shall be applied. The local phase field equations, considering at the end three phases, must be implemented into the isogeometric analysis, allowing for the study of complex interaction of multi-phase materials with different material characteristics. The experimental focus lies on the evaluation of thermodynamic polymer-polymer- and polymer-filler interaction parameters that govern the phase morphology and filler distribution. For the simulation of phase boundary dynamics, the collective chain mobility shall be estimated as an input parameter of the Cahn-Hilliard type dynamic equation.
A second objective is the modelling and numerical simulation of the high-frequency linear viscoelastic response of unfilled and filled elastomer blends, which shall be based on the distinct phase morphology including domain and interphase size, filler distribution and cross-linking heterogeneities. The non-linear response will be analysed in a future project.
The results of phase field simulations shall be compared to experimental investigations of phase mixture processes and numerically evaluated viscoelastic moduli shall be correlated with experimentally constructed viscoelastic master curves.
The sum of the both objectives leads to a complete numerical procedure with which it is possible to simulate the complete cycle of producing and using a new polymer blend for later engineering applications by optimizing the involved process and distinctive material parameters.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre
Kooperationen: Prof. Michele Chiumenti, CIMNE, UPC Barcelona, Spanien
Förderer: Sonstige - 02.11.2020 - 31.10.2023

Entwicklung von FE-Technologien im Bereich der gemischten Formulierung anhand von industriellen Anwendungen



Ziel der Dissertation ist die Entwicklung, beziehungsweise Weiterentwicklung, von Finite-Elemente-Technologien im Bereich der gemischten Formulierung. Der Fokus liegt hierbei auf der Verschiebung-Druck-Dehnung-Formulierung (u/p/e), da sie gleichzeitig ermöglicht, inkompressibles Materialverhalten zu meistern sowie eine gesteigerte Genauigkeit in der Berechnung der Spannungen und Dehnungen zu ermöglichen.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Konstantin Naumenko
Projektbearbeitung: Dr. Zhenghao Yang
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.12.2022 - 30.11.2026

Peridynamic Modeling, Identification and Validation of Laminates Responses Beyond Damage Initiation

With the development of advanced manufacturing technologies,composite materials and laminates are widely used in engineering asthey are advantageous over traditional materials. While the deformation behaviour up to the damage initiation can be predicted bythe classical continuum mechanics with satisfactory accuracy,analysis of progressive failure beyond the critical damage state is still a major challenge. Peridynamics (PD) as a non-local continuum mechanics theory is very suitable for analyzing discontinuous problems such as material failure, crack initialization, crack propagation, crack patterns formation and crack interactions. Based on the recent activities of the research group (RG) in OvGU Magdeburg on PD modeling of crack patterns in float glass,identification of long-range forces in peel films, this project aims to contribute novel formulations for composite laminate structures to offer engineers an alternative solution to tackle fracture problems. A novel PD damage constitutive modeling framework to describedamage initiation, damage growth and crack propagation in a unifiedmanner will be developed by RG in OvGU. Based on the previous research on float glass, the available experimental data will be appliedto identify material parameters, to capture initial distribution of flawsand to describe damage patterns in ring bending tests on glassplates. For the validation, ball drop tests will be simulated and results will be compared with experimental data. In addition, non-local models will be developed and calibrated in OvGU to capture long-range
forces observed in peel tests. By the use of the layer-wise approach the developments will be consolidated to formulate a new PD theory for laminates subjected to severe loading in the post-critical damage regime. Based on the available experimental data on laminated glass, a benchmark problem will be developed and solved to verify the theoretical developments as well as analytical and
numerical solution procedures.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Konstantin Naumenko
Kooperationen: Dipartimento di Meccanica, Politecnico di Milano, Italien; SIEC BADAWCZA LUKASIEWICZ - KRAKOWSKI INSTYTUT TEPL; Consiglio Nazionale delle Ricerche
Förderer: EU HORIZON Europe - 01.10.2023 - 30.09.2026

Metallic phase change material-composites for thermal energy management

Thermal Energy Storage (TES) systems can give strategic contribution to efficiency and flexibility of intermittent power sourcesof various nature, but their temporal modulation up to long charge-discharge cycles passes through the tuning the thermal properties of the materials exchanging heat with fluids in TES systems.M-TES project proposes an innovative approach to manufacture by a low-cost one step process, granules of composite metallic Phase Change Materials, m-PCMs. Thus m-PCMs are form stable over the time. They can be tailored in term of enthalpy-temperature relationships and heat transfer properties, and mixed in different amounts to meet the local material requirement for flexible TES systems.The 3-year M-TES project will be focused on immiscible alloy systems based on recycled Al-Si casting alloys and Sn, with no need of Critical Raw Material, adding a new option for re-use and recycle them. M-TES project will: (I) identify thermophysical requirements form-pcms service, (II) study alloys surface and wetting properties to support the (III) study of suitable process conditions, (iv) obtainthermal/mechanical granule properties. A grained system will be tested as proof-of-concept, and (VI) its mechanical and heat transfer potential will be modeled to support further development, toward higher TRL and other alloys. The multidisciplinary project objectives will be accomplished thanks to the knowledge/equipment complementarity of partners: POLIMI, CNR, KIT, OVGU. They will work in strict interaction within and between WPs. The young researchers hired for the project will be forged to curious multidisciplinary and deep understanding. M-TES dissemination plan will spread results preferring openactivities, starting from scientific papers/conferences, widening to open science events for technicians/PhD students, up to the general public.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Konstantin Naumenko
Projektbearbeitung: M.Sc. Alvina Oksanchenko
Förderer: Land (Sachsen-Anhalt) - 01.01.2023 - 31.12.2025

Peridynamic analysis of thin-walled structures in the inelastic range

Peridynamics (PD) is a nonlocal theory without notion of differential line elements, the deformation gradient, its higher gradients or gradients of internal state variables. Unlike the classical continuum mechanics, where only local contact forces are considered, long-range internal forces of interaction between material points are introduced. As a result, the balance equations do not include partial derivatives with respect to spatial coordinates. Therefore peridynamics is found to be attractive for modeling highly heterogeneous deformation processes such as fracture. Many recent numerical studies show the ability of the peridynamic theory to capture complex fracture processes and instabilities, such as crack initiation, crack branching, crack kinking, propagation of frictional cracks, crack interaction with initial heterogeneities, such as holes and pores etc.
The aim of this PhD project is to develop novel peridynamic (PD) theories for rods, beams and thin platesto capture inelastic responses, in particular, damage and fracture phenomena. A novel PD damage constitutive modelling framework to describe both damage initiation, damage growth and crack propagation in a unified manner should be developed and utilized. Based on previous research in the working group of Eingineering Mechanics, the available experimental data will be applied to calibrate the model. For the validation, bending tests will be simulated, and results will be compared with experimental data. The following research questions will be addressed in the work packages

- How to model thin-walled structural components with PD efficiently?
- How to consider crack initiation, crack growth and formation of crack patterns in a unified PD damage model?
- How to incorporate the PD damage models into the theories of rods, beams and plates?
- How to calibrate non-local PD models from test data?
- How to model localized deformation and fracture phenomena in thin-walled structures within

the PD framework?

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Konstantin Naumenko
Projektbearbeitung: MSc. Katharina Knape
Kooperationen: Department for Dynamics and Strength of Machines, State Polytechnical University Kharkiv, Ukraine
Förderer: Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.01.2023 - 31.12.2023

Mechanik digital. Entwicklung von digitalen Komponenten in der Lehre für die Mechanikfächer

Das Projekt soll die bestehende Zusammenarbeit in Forschung und Ausbildung zwischen der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg und der Nationalen Technischen Universität "Polytechnisches Institut Charkiw" weiterführen. Nach erfolgreicher Aufrechterhaltung, Erweiterung und Umsetzung der digitalen Lehre im Wintersemester 2022/2023, soll die Unterstützung der Partnerhochschule im Sommersemester und darüber hinaus beibehalten werden, sodass Studierende in der Ukraine trotz der Einschränkungen durch den Krieg die Möglichkeit bekommen, ihr Studium fortzusetzen.
Für die Studiengänge "Applied Mathematics", "Intellectual and Robotic Systems" und "Applied Mechanics" der Partnerhochschule werden dafür im Rahmen des Programms zusätzlich neue Mechanikfächer, wie Mechanics of Materials und Inelastic Structural Analysis mit dazugehörigen Seminaren und Workshops für Bachelor- und Masterstudierende sowie Doktorandinnen und Doktoranden angeboten.
Für nach Deutschland geflüchtete Doktorandinnen werden erneut Forschungsstipendien vergeben, auch sie werden weiterhin in das Lehrangebot miteinbezogen.
Die Entwicklung einer digitalen Komponente für die zukünftige Vereinfachung des Lehrbetriebs beider Universitäten wird fortgeführt und das Resultat angewendet.
Das Programm "Mechanik digital" soll nun durch die Einbindung weiterer Studiengänge ausgebaut werden, um die Kompetenzen und strukturellen Rahmenbedingungen zur Digitalisierung der OvGU und NTU ChPI zu erweitern.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Konstantin Naumenko
Projektbearbeitung: Sukhanova Olha
Kooperationen: Department for Dynamics and Strength of Machines, State Polytechnical University Kharkiv, Ukraine
Förderer: Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.01.2021 - 31.12.2023

Dynamics of Curved Laminated Glass Panels Under Impact Loading

The aim of the work is to analyze dynamic stress and deformation states of both flat and curved laminated glass composites under impact loading. The work considers modeling of a rigid ball drop on on a panel. Computations using the finite element method (FEM) and the peridynamics theory are performed to predict crack patterns in glass layers. The influence of the soft polymeric interlayer on the strength of the glass laminate will be analyzed.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Konstantin Naumenko
Kooperationen: Department for Dynamics and Strength of Machines, State Polytechnical University Kharkiv, Ukraine
Förderer: Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.10.2022 - 30.09.2023

Leonhard-Euler-Programm. Mechanische Systeme mit komplexen Werkstoffeigenschaften

Die seit 1966 bestehende Zusammenarbeit in Forschung und Ausbildung soll mit diesem Projekt weitergeführt werden. Fachgebiet dieses Projekts ist die Dynamik und Festigkeit von Maschinen mit dem Schwerpunkt Einsatz und Weiterentwicklung computergestützter Strategien zur Lösung praxisorientierter Problemstellungen unter

Einbeziehung von komplexen Werkstoffeigenschaften.
Das Programm ist an Studenten gerichtet, die im letzten Jahr der Masterausbildung sind und bereits in ihrer Abschlussarbeit ein wissenschaftliches Thema zum o.g. Fachgebiet bearbeiten sowie einen Betreuer am Partnerlehrstuhl haben. Bei der Auswahl von Kandidaten stehen das individuelle Projekt sowie die Motivation und persönliche Eignung im Mittelpunkt. Die Kandidaten sollen über Grundkenntnisse der deutschen Sprache verfügen, so dass die Präsentation eigener Forschungserbebnisse möglich ist. Während der Sur-place-Förderung wird u.a. ergänzender Sprachunterricht durch das Institut für Fremdsprachen der Partnerhochschule angeboten.

Während des Studienaufenthalts in Magdeburg werden Nachwuchswissenschaftler an aktuelle Fachliteratur herangeführt und lernen alternative Lösungsansätze (Mikromechanik, Mehrskalenmodellierung von Werkstoffen) kennen. Ferner werden die Kandidaten ihre Forschungsergebnisse auf deutsch im Oberseminar des Instituts für Mechanik präsentieren.
Gleichzeitig soll den Studierenden ein Einblick in das deutsche Universitätsleben gegeben werden. Da im Institut für Mechanik zahlreiche Master-Arbeiten betreut werden, haben die Kandidaten des Partnerlehrstuhls die Möglichkeit, die Besonderheiten des deutschen Masterstudiums direkt von den Studierenden zu erfahren. Beispielsweise sind Wahlpflicht- und Wahlfächer sowie eine Projektarbeit in einer Studentengruppe nicht im Ausbildungsprogramm des Partnerlehrstuhls vorhanden.

Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke
Projektbearbeitung:	M.Sc. Tiasa Ghosh
Kooperationen:	Prof. Thomas Kuttner, Universität der Bundeswehr München
Förderer:	Industrie - 01.04.2022 - 30.06.2026

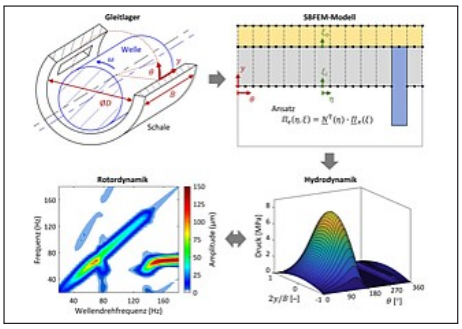
Experimental and analytical investigation of further developments of Fatigue Damage Spectrum (FDS)

The Fatigue Damage Spectrum (FDS) is a popular method used in the industry to execute accelerated vibration testing for mechanical components and structures. This method uses acceleration test signals in time domain to derive vibrational velocity which in turn is used for obtaining induced mechanical stresses. Taking the SN-curve properties (slope and intercept) of the material and linear damage accumulation model (Palmgren/Miner) in account, the damage for the component is derived in frequency domain. The core of the process now comes into action by reducing the time of the test signal and preserving the damage content in each frequency band constant. The accelerated signal is converted back into time signal from frequency domain using a distribution function. This process ensures keeping the damage content in each frequency band constant while accelerating testing times on testbenches.
The process uses the relationship between vibrational velocity and mechanical stress to deduce the damage. Other vibrational parameters like acceleration for the dependency of mechanical stresses has also been investigated in recent times. However, the choice of parameter lies completely with the user. This study aims to aid the user in the choice of parameter by conducting experiments on an electrodynamic shaker and analysing the dependency of mechanical stresses on various vibrational parameters. As mentioned before, the slope of the SN-curve plays an integral part in determining the damages incurred. Here the question arises how would the results of FDS change if SN-curve parameters are varied for the same material (for example, parameters from FKM Guidelines, MIL standard or even from an experimentally determined SN-curve). The limits of FDS are investigated in this scenario. The transformation of the accelerated signal from frequency to time domain is undertaken with the help of a distribution function (often assumed to be Gauss) and a random phase distribution of the load amplitudes. In reality, loads are more often than not, non-Gaussian. From a new perspective, consideration of distribution functions like Lalanne, Dirlik as well as higher statistical moments like skewness and kurtosis are proposed for the reconstruction of the accelerated time signal. The research question arises here to which extent

is the general assumption of a distribution function is valid and if necessary which additional information is required to achieve a better consensus between calculated and experimental results.
Experiments are conducted on an electrodynamic shaker with samples of structural steel and electro-grade copper. Stresses are measured using strain gauges and accelerations are measured using accelerometers as well as laser vibrometer. Test acceleration is done with the help of a data analysis software nCode from HBK. In parallel, FEM simulations as well as spectral methods of damage calculation are used to compare experimental results.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke
Projektbearbeitung: M.Sc. Simon Pfeil
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.07.2022 - 30.06.2025

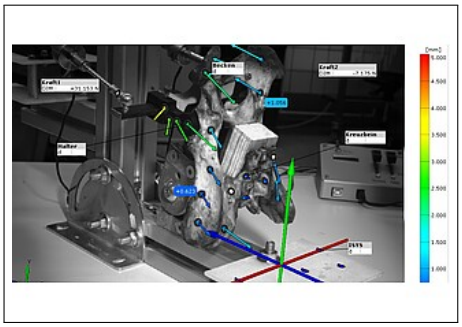
Verbesserung der numerischen Effizienz von Rotordynamiksimulationen durch Anwendung der Scaled Boundary Finite Element Method zur Berechnung der hydrodynamischen Lagerung



Die rotordynamischen Eigenschaften gleitgelagerter Systeme werden entscheidend durch die nichtlinearen Lagerkräfte beeinflusst. Bei schnelldrehenden, leicht belasteten Rotoren kommt es dadurch zu subsynchronen selbsterregten Schwingungen mit häufig großen Amplituden, welche die Lebensdauer der Komponenten reduzieren, kritische Schallemissionen verursachen und den Wirkungsgrad der Maschine beeinträchtigen können. Zur Prädiktion des komplexen Verhaltens, ist eine präzise Simulation erforderlich, welche die nichtlinearen Wechselwirkungen zwischen den Lagerkräften und Wellenschwingungen abbildet. Dazu wird die Bewegungsgleichung der elastischen Welle innerhalb eines Zeitschrittverfahrens mit der Reynoldsgleichung, welche den hydrodynamischen Druckaufbau im Gleitlager beschreibt, gekoppelt. Die Reynoldsgleichung muss daher in jedem Zeitschritt gelöst werden, was mittels numerischer Methoden, analytischer Approximationen oder auf Basis vorab berechneter Kennfelder geschieht. Numerische Berechnungsmodelle bieten eine hohe Genauigkeit, bringen jedoch einen erheblichen und oftmals inakzeptablen Rechenaufwand mit sich. Die deutlich schnelleren, analytischen Lösungen sind wiederum nur im Zusammenhang mit erheblichen Vereinfachungen möglich, welche zu ungenauen Simulationsergebnissen führen. Der Kennfeldansatz stellt gewissermaßen einen Kompromiss dar, wobei die Modellierungstiefe beschränkt bleibt.
Ein vielversprechender Ansatz zur Entwicklung einer numerisch effizienten Lösung ohne die erheblichen Einschränkungen analytischer oder auf Kennfeldern basierender Methoden ist die semi-analytische Scaled Boundary Finite Element Method (SBFEM). Die Grundlagen zur Lösung der Reynoldsgleichung mit der SBFEM wurden im Rahmen verschiedener Vorarbeiten hergeleitet und sollen nun weiterentwickelt werden, um den numerischen Aufwand weiter zu reduzieren und die Modellierungstiefe zu verbessern. Zur Reduzierung des numerischen Aufwands sollen höherwertige Ansatzfunktionen mit einem Algorithmus zur automatischen, adaptiven Netzverfeinerung und -vergröberung kombiniert und unterschiedliche Transformationen der Reynoldsgleichung untersucht werden, um die Lösung zu glätten. Eine weitere Strategie besteht darin, dem Zeitschrittverfahren eine Vorlaufrechnung voranzustellen, in der die in der SBFEM zu lösenden Eigenwertprobleme in einer Reihe entwickelt werden, was eine numerisch effiziente Approximation innerhalb der Zeitintegration ermöglicht. Um außerdem die Modellierungstiefe bzw. die Genauigkeit der SBFEM-Lösung zu verbessern, sind Strategien zur Einbeziehung masseerhaltender Kavitationsmodelle und zur Berücksichtigung der Wellenschiefstellung zu untersuchen. Im letzten Schritt soll die entwickelte Methodik verifizieren und hinsichtlich ihrer Effizienz analysiert werden. Zur Sicherstellung eines realistischen Kontexts erfolgt dies im Rahmen einer Rotordynamik- bzw. MKS-Formulierung, wodurch auch komplexe technische Gesamtsysteme simuliert werden können.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke
Projektbearbeitung: Dr.-Ing. Christian Daniel
Kooperationen: Veterinär-Anatomisches Institut, Universität Leipzig
Förderer: Haushalt - 01.01.2023 - 31.12.2024

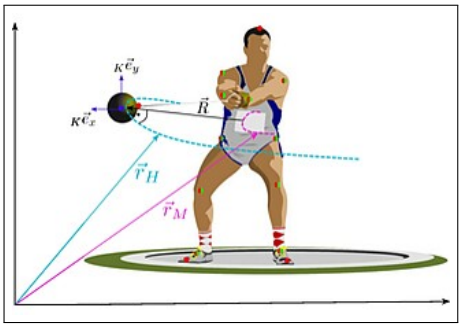
Bestimmung der mechanischen Eigenschaften des Sakroiliakalgelenks eines Hundes durch bildgebende Messverfahren und Modelupdate in einem Mehrkörpermodell



Das Sakroiliakalgelenk (SIG) ist die gelenkige Verbindung zwischen dem Kreuzbein und dem Darmbein und ist ein straffes, zusammengesetztes, nur wenig bewegliches Gelenk. Bei vielen Hunden kommt es im Alter zu einer Versteifung dieses Gelenks, wodurch dem Tier Schmerzen bei der Bewegung entstehen. Für eine Therapie sind bislang zu wenig Informationen über den Grad der Versteifung und dem eigentlichen Bewegungsumfang bekannt.
Folglich stellt eine Erfassung des Bewegungsumfangs von verschiedenen Individuen (gesunden und erkrankten) einen Schritt in die Richtung eines besseren Verständnisses des SIG-Syndroms dar. Die grundlegende Untersuchung der mechanischen Eigenschaften des SIG erfolgt post mortem an verschiedenen Individuen. Zur Bestimmung der Beweglichkeit des Gelenks wird das Kreuzbein fixiert und mittels Aktuatoren eine Bewegung am Darmbein erzwungen. Die dafür notwendigen Kräfte und die daraus folgende räumliche Bewegung von Darm- und Kreuzbein werden messtechnisch erfasst. Aus dem Verhältnis der so ermittelten kinematischen und dynamischen Größen lassen sich prinzipiell die translatorischen und rotatorischen Steifigkeiten des SIG bestimmen.
Da die Aufprägung von gerichteten Lasten am Darmbein zur gezielten Beanspruchung der einzelnen Bänder des Gelenks nicht möglich ist, werden die elastischen Parameter der Bänder mittels heuristischer Verfahren aus den zuvor ermittelten Messdaten bestimmt. Die Validierung dieser Methode erfolgt simulativ mit einem Mehrkörpermodell, welches das Darmbein, die Bänder und die Aktuatoren des Prüfstandes mit deren räumlicher Orientierung beinhaltet.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke, apl. Prof. Dr. habil. Kerstin Witte
Projektbearbeitung: M.Sc. Stefan Tiedemann, Dr.-Ing. Christian Daniel
Förderer: Haushalt - 01.07.2022 - 30.06.2024

Optimierung des Hammerwurfs mittels parametrierter synthetischer Bewegungskinematik in einem Mehrkörpermodell

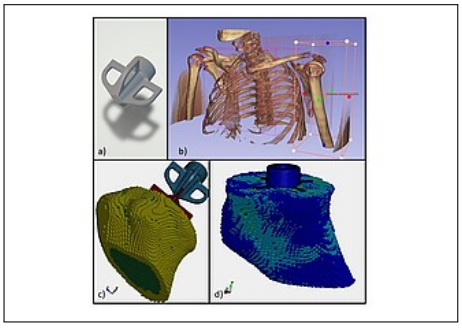


Die Sportart Hammerwurf ist eine sehr technische Disziplin, bei der die Ausführung der Bewegung maßgeblich das Resultat, also eine hohe Wurfweite, beeinflusst. Es gibt viele Ansätze für die Unterstützung des Techniktrainings,

die auf messtechnischen Daten und Bilderfassung beruhen. Dabei werden die Beschleunigungen und Ortskurven von Athlet und Hammer erfasst und können mit Zieldaten verglichen werden. Durch Mehrkörpersimulation des Hammerwurfs, bei dem die Kinematik der Handbewegung mittels einer parametrierten synthetischen Trajektorie beschrieben wird, lässt sich die Bewegung des Hammers und damit auch die finale Wurfweite simulativ bestimmen. Skalare Parameter im Ansatz lassen eine Veränderung der Trajektorie und damit die direkte Analyse von Bewegungsveränderungen zu. Mittels heuristischer Methoden können somit die Parameter der Handbewegung auf eine maximale Wurfweite optimiert und die daraus abgeleiteten Bewegungsabläufe anschließend für die Verbesserung im Training genutzt werden.

Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke
Projektbearbeitung:	Dr.-Ing. Fabian Duvigneau, Dr.-Ing. Cornelius Strackeljan
Kooperationen:	Prof. Dr. rer. nat. Jessica Bertrand
Förderer:	Haushalt - 01.01.2022 - 30.06.2024

Eindringsimulation zur Ermittlung der Knochenbeanspruchung während Gelenkoperationen



Moderne, schaftlose Schulterprothesen (Abbildung a) werden eingesetzt, um einen größeren Anteil der ursprünglichen Knochensubstanz zu erhalten und potenzielle Risiken konventioneller Schaftprothesen zu verringern (Herbster 2020). Sie sind so geformt, dass neu gebildetes Knochenmaterial durch sie hindurchwachsen kann, was eine gute Kraftübertragung zwischen Implanat und Knochen ermöglicht. Wie genau eine optimale Fixierung, also eine optimale Osseointegration erreicht bzw. stimuliert werden kann, ist jedoch nicht vollständig geklärt (Berth 2016).

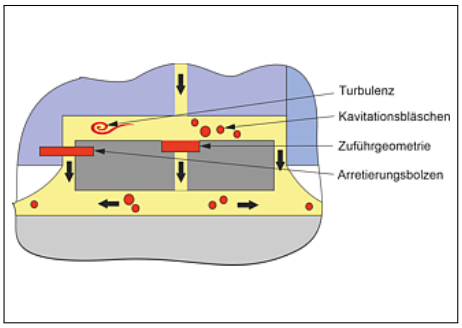
Vor diesem Hintergrund besteht das Ziel dieses Projekts darin, die mechanische Beanspruchung im Oberarmknochen während der Operation unter Nutzung der Finite-Elemente-Methode zu simulieren. Mithilfe der Ergebnisse soll untersucht werden, ob eine oder mehrere mechanische Beanspruchungsgrößen, z.B. Spannungen oder elastische/plastische Dehnungen mit Messdaten der Zellaktivitiät im Knochen, die in Form vom SPECT/CT-Daten vorliegen, korrelliert werden können.

Der entwickelte Workflow sieht folgende Einzelschritte vor:

1. Ableitung der relevanten Knochengeometrien sowie der genauen Lage des Implantats aus SPECT/CT-Daten (Abbildung b).
2. Transformation der Geometrien sowie der Messdaten der Zellaktivität in eine Referenzlage für die Simulation.
3. Ableitung eines FEM-Modells aus den CT-Daten, die in Form einer Punktewolke im dreidimensionalen Raum sowie der dazugehörigen Intensität aus der CT-Messung vorliegen (Abbildung c).
4. Durchführung der Simulation mit geeigneten Materialmodellen und -daten (Abbildung d).
5. Auswertung der Simulationsgergebnisse und Korrelation mit Messdaten der Zellaktivität in der Nähe des Implantats.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke
Projektbearbeitung: M.Sc. Thomas Drapatow
Kooperationen: ABB Turbo Systems AG; MAN Diesel & Turbo SE; Kompressorenbau Bannewitz GmbH; MTU Friedrichshafen GmbH
Förderer: BMWi/AIF - 01.01.2021 - 30.06.2024

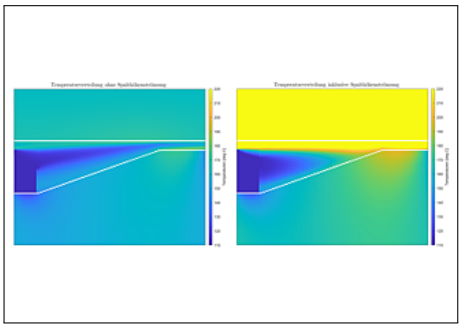
Quetschöldämpfer II - Elemente einer optimierten äußeren Lagerabstützung



Ziel des Forschungsvorhabens ist die Erhöhung der Simulationsgüte rotordynamischer Systeme bzgl. des Einflusses der nichtlinearen Dämpfercharakteristik von Quetschöldämpfern (QOED) unter Berücksichtigung transienter Lastzustände sowie die Ableitung geeigneter Entwurfskriterien für ein verbessertes Ansprech- und Dämpfungsverhalten.
Im Rahmen des Vorläuferprojekts "Quetschöldämpfer - Elemente einer optimierten äußeren Lagerabstützung" wurde ein Tool für die transiente Simulation von QOED unter Berücksichtigung axialer Dichtungen, Fluidträgheitseffekten und Kavitation mittels eines Zweiphasenmodells entwickelt. Im Fokus des aktuellen Projekts steht eine konsequente Erweiterung des Tools um Effekte der Fluidturbulenz und des transienten Blasenwachstums. Ferner soll der Einfluss wirkender Kontaktkräfte zwischen der Dämpferbüchse und den Arretierungsbolzen analysiert und die Fluiddynamik im Bereich der Zuführgeometrie des QOED genauer betrachtet werden. Auf Grund der nichtlinearen Interaktionen der Fluid-, Kontakt- und Rotordynamik wird ein holistischer Ansatz verfolgt, der eine direkte Auswertung der Reynolds-Differentialgleichung im Rahmen einer transienten Mehrkörperdynamiksimulation vorsieht. Die Validierung der Ergebnisse erfolgt direkt anhand von praxisnahen Versuchsdaten der beteiligten Industriepartner.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke
Projektbearbeitung: Dr.-Ing. Cornelius Strackeljan
Kooperationen: Accelleron Industries AG
Förderer: Haushalt - 01.07.2023 - 31.03.2024

Thermo-hydrodynamische Gleitlagerberechnung mit erhöhter Genauigkeit



Dieses Projekt baut auf zwei öffentlich geförderten Vorläufer-Projekten auf, in denen detaillierte Gleitlagermodelle zur Berechnung des komplexen dynamischen Verhaltens gleitgelagerter Rotoren entwickelt wurden. Von größter Bedeutung ist in diesem Kontext die möglichst zutreffende Abbildung des nichtlinearen Lagerverhaltens, das durch nichtlineare Steifigkeits- und Dämpfungseigenschaften, Kavitationsvorgänge und eine nichtlineare Abhängigkeit der Schmiermittelviskosität von der Betriebstemperatur gekennzeichnet ist. Diese Abbildung erfolgt

durch transiente Lösung der den Schmierfilm beschreibenden Differenzialgleichungen: der Reynolds'schen DGL und der Energiegleichung.

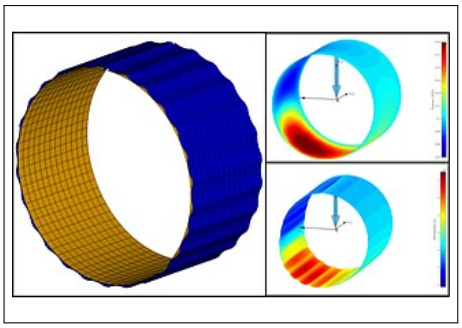
In den hier fortgeführten Arbeiten werden drei Aspekte eingehender untersucht:

1. Genaue Berechnung von Schmierstoffströmungen in Spalthöhenrichtung. Aufgrund der sehr geringen Schmierspalthöhe (Größenordnung h<100μm über alle Baugrößen) sind diese in der Regel sehr klein, können aber dennoch einen wichtigen Beitrag zur Wärmeübertragung innerhalb des Schmierfilms leisten. Das gilt insbesondere für Axialgleitlager bei hohen Drehzahlen. Durch einen besseren Temperaturausgleich in Schmierfilmhöhenrichtung kann die Warmölübertragung signifikant erhöht werden, wodurch das Temperaturniveau insgesamt steigt.
2. Untersuchung des Fliehkraftterms in der Reynolds-DGL für Axialgleitlager, der in vielen Implementierungen nicht vollständig, sondern nur bis zur Ordnung h^3 berücksichtigt wird, was bei hohen Drehzahlen ebenfalls zu Ungenauigkeiten führen kann. In den untersuchten Lastfällen wird der Trägheitseinfluss durch die vereinfachte Implementierung bis zu 15% überschätzt.
3. Untersuchung von geeigneten Temperatur-Randbedingungen am Einströmrand eines Keilsegments im Gleitlager

---

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke
Projektbearbeitung: Dr.-Ing. Steffen Nitzschke
Förderer: Haushalt - 01.05.2021 - 30.11.2023

Analyse des dynamischen Verhaltens von Rotoren in Folienlagern

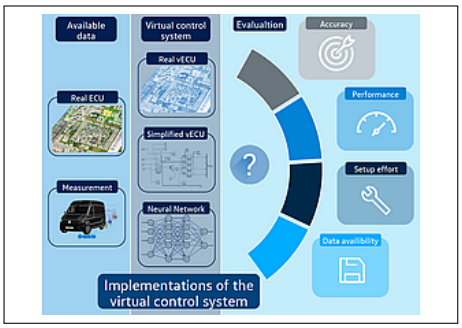


Ein wesentlicher Punkt bei der Auslegung rotordynamischer Systeme ist die Lagerung. Im Vergleich zu herkömmlichen Lagerkonzepten wie Gleit- und Wälzlagern haben Gas- oder Folienlager deutlich geringere Verlustleistungen, was vor allem auf die geringe Viskosität und die damit verbundenen Scherspannungen des verwendeten Fluids (Luft) zurückzuführen ist. Als Folge der niedrigen Viskosität ist ein geringes Spiel erforderlich, um eine angemessene Tragfähigkeit zu gewährleisten. Um den Temperaturanstieg und die Fliehkraftentwicklung der Welle zu kompensieren, ist die Lagerschale so ausgeführt, dass eine elastische Verformung zugelassen wird, was in der Regel durch ein System von Metallfolien realisiert wird, z.B. in Form einer Top- und darunterliegende Bump-Folie. Außerdem sorgt die Relativbewegung zwischen den Folien für zusätzliche Dämpfung. Während des Entwurfsprozesses müssen dynamische Simulationen des Rotors durchgeführt werden, um die Amplituden aufgrund von Unwucht und subsynchronen Schwingungen prädiktieren zu können, wobei letztere die Stabilitätsgrenze des Systems definieren.
Ziel des Projekts ist die Implementierung von Bump-Type-Folienlager in eine rotordynamische Simulation, um Campbell-Diagramme unter Berücksichtigung der Nichtlinearität der Lager sowie nichtlineare Hochlaufanalysen durchführen zu können. Das Vorgehen umfasst eine numerische Online-Lösung der Reynoldsgleichung, die auf das ideale Gasgesetz angewendet und mit verschiedenen Modellen für die Folienverformung kombiniert wird. Ein gängiger Ansatz ist die Verwendung einer 1d-Diskretisierung in Umfangsrichtung unter der Annahme stationärer Bedingungen, wofür häufig eine analytische Formulierung der Steifigkeit der Bump-Folie oder ein Finite-Elemente-Modell der Top-Folie genutzt werden. Dieser Ansatz wird zunächst zu einem 2d-Ansatz erweitert, um eine Fehlausrichtung oder Kippbewegung der Welle zu berücksichtigen. Um zusätzlich die Dämpfung der Folienstruktur in geeigneter Weise zu beschreiben, wird das zeitabhängige Verformungsverhalten der Folie abgebildet, was die Einbeziehung von Trägheitseigenschaften sowie ein Reibungsmodell bedingt. Dies wird zunächst durch eine verschiebungsabhängige Strukturdämpfung mit überlagerter Rayleigh-Dämpfung realisiert.
Die beschriebene Formulierung führt aufgrund der Zeitabhängigkeit zu weiteren Zustandsraum-Gleichungen, die

durch einen Newmark-Algorithmus gelöst werden und in die Zeitintegration der Bewegungsgleichung des Rotors eingebettet sind.
Der Vergleich der Simulationsergebnisse mit den in der Literatur verfügbaren Messungen zeigt eine hohe Modellierungsgüte des erweiterten Ansatzes, die mit quasistationären Simulationen oder vereinfachten Folienmodellen nicht realisiert werden kann, wodurch sich ein signifikanter Mehrwert bei der Auslegung nichtlinearer Rotorsysteme mit Folienlagern ergibt.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke
Projektbearbeitung: M.Sc. Salim Hobusch
Förderer: Industrie - 01.03.2021 - 30.11.2023

Integration von Steuerungs- und Regelungsfunktionalitäten in die Mehrkörpersimulation von Fahrzeugen



Die steigende Produktvielfalt in der Automobilindustrie, verbunden mit erheblichen Zeit- und Kostenbeschränkungen im Entwicklungsprozess, erfordert den zunehmenden Einsatz von computergestützten Simulationen. Als ein Mittel zur Erhöhung der Fahrsicherheit und des Fahrkomforts, nehmen Umfang und Bedeutung aktiver Fahrwerkskontrollsysteme in Fahrzeugen stetig zu. Da diese aktiven Regelsysteme einen erheblichen Einfluss auf Komponentenbelastungen und Lebensdauer haben, ist eine wichtige Aufgabe und Herausforderung für die Simulation die genaue Abbildung der Interaktion. Daher werden im Rahmen der Forschungstätigkeit mögliche Simulationsstrategien für die Integration aktiver Regelsysteme in die Mehrkörpersimulation von Fahrzeugen entwickelt und bewertet.
Die entsprechenden Methoden werden am Beispiel des Bremsregelsystems analysiert, wobei zunächst zur Bewertung der minimal erforderlichen Simulationsgenauigkeit sowie verschiedener Kopplungsstrategien und Regelungsmodelle Qualitätskriterien auf Basis einer statistischen Auswertung von Fahrmessungen definiert werden.
Neben der Modellierung des ursprünglichen Regelsystems wurde zu diesem Zweck ein vereinfachtes parametrisierbares Regelsystemmodell entwickelt. Darüber hinaus wurde eine Methodik zur Modellierung der Regelstrecken mittels neuronaler Netze erarbeitet, wobei die optimalen Methoden in Abhängigkeit von der Projektphase und den Genauigkeitsanforderungen identifiziert werden sollen.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke
Projektbearbeitung: Dr.-Ing. Christian Daniel
Förderer: Haushalt - 01.02.2021 - 30.06.2023

Entwicklung eines Elektro-Boots mit Luftspaltmotor

An der OVGU wurden in den vergangenen Jahren in verschiedenen Forschungsprojekten (ELISA, KEM - Kompetenz in Elektromobilität) elektrische Maschinen entwickelt und optimiert. Grundbauform ist ein permanenterregter Synchronmotor mit einer Luftspaltwicklung, welche besonders wenig Kupfer benötigt. In der aktuellen Bauform handelt es sich um einen Außenläufer, d.h. dass der Stator innen ist und der äußere Teil rotiert. Vorteil dieser Bauform ist, bedingt durch einen großen Durchmesser des Luftspaltes, ein höheres Drehmoment, wodurch ein Getriebe zur Anbindung des Motors an das Rad oder die Schiffsschraube nicht notwendig ist.
Während das zentrale Element der Untersuchungen im Rahmen des Forschungsprojekts KEM die Optimierung der thermischen und akustischen Eigenschaften des Motors war, untersuchen laufende und kommende Projekte eine angepasste Konstruktion, um den Fertigungsprozess effizienter zu gestalten, sowie die Anpassung in entsprechende Applikationen.
Nachdem eine frühe Version des Motors bereits in einem E-Gleiter eingebaut wurde, zeigten Testfahrten weiteren Optimierungsbedarf primär in Bezug auf die Konstruktion der Rumpfschale. Die zweite Version des E-Gleiters zeichnet sich durch konsequenten Leichtbau aus, der mit einer extrem leichten Rumpfschale durch die FVK Dessau realisiert wird. Zudem erfolgt eine Anpassung des Antriebsstrangs mit dem im Rahmen der Forschungsvorhaben optimierten Elektromotor mit Luftspaltwicklung, welcher Bestandteil eines Außenbordantriebs wird.

Technische Daten: E-Gleiter Adelheid 2

- Antrieb: Außenbordmotor
- Motor: optimierter Elektromotor mit Luftspaltwicklung und 12 kW Dauerleistung wassergekühlt - elektrisch begrenzt auf 10 kW
- Traktionsbatterie: 3x2 kWh 48 V LiIo
- Motor-Controller: 1x Hersi HST350 luftgekühlt
- Leermasse: ca. 250 kg

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke
Projektbearbeitung: Braj Bhushan Prasad
Kooperationen: Dr.-Ing. Fabian Duvigneau, (OvGU, IFME); Enercon GmbH
Förderer: BMWi/AIF - 01.12.2019 - 30.04.2023

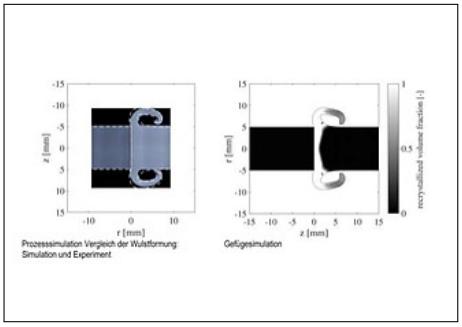
DampedWEA - Innovative Konzepte zur Schwingungs- und Geräuschreduktion getriebeloser Windenergieanlagen

Das Ziel des Verbundvorhabens DampedWEA ist die Erhöhung der Akzeptanz von Windenergieanlagen (WEA). Dadurch sollen neue Gebiete für WEA, insbesondere in der Nähe bewohnter Gebiete, erschlossen werden. Dazu ist eine Verminderung des abgestrahlten Schallpegels erforderlich. In diesem Verbundvorhaben liegt der Fokus auf monofrequenten Emissionen, die durch die erfolgreiche Optimierung hinsichtlich aeroakustischer Emissionen immer stärker in den Vordergrund treten und ein Problem darstellen können. Um diese ausreichend zu reduzieren, kommen innovative Konzepte zur Schwingungs- und Geräuschreduktion zum Einsatz. Eine wesentliche Quelle von störenden Geräusche kann der Generator sein, da sich die Vibrationen aus dem Generator über die Lager und den Antriebsstrang oder über die Generatortragstruktur in die gesamte Windenergieanlage ausbreiten und schließlich als Schall abgestrahlt werden. Geräusche mit eingegrenztem Frequenzbereich sind für die Akzeptanz der Bevölkerung besonders kritisch, da diese als wesentlich störender wahrgenommen werden als ein breitbandiges Rauschen.

In diesem Projekt sollen Transmissionspfade untersucht werden, an denen die Erforschung des Geräuschminderungspotentials erfolgversprechend ist. Darüber hinaus werden viele verschiedene Konzepte erprobt, die teilweise weit über den aktuellen Stand der Technik hinausgehen. Das Projekt wird im Konsortium bestehend aus WRD/Enercon mit den Forschungspartnern DLR, Fraunhofer IFAM, der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und der Leibniz Universität Hannover durchgeführt.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke
Projektbearbeitung: M.Sc. Eric Heppner
Kooperationen: Prof. Sven Jüttner, Lehrstuhl Fügetechnik
Förderer: Sonstige - 01.10.2018 - 30.04.2023

Reibgeschweißte Hybridverbindungen aus Aluminium und Stahl: Simulation, Validierung, Optimierung



Das erklärte Ziel des Projektes ist die kontinuierliche Umsetzung der im Projekt: *Reibgeschweißte Hybridverbindungen aus Aluminium und Stahl: experimentelle Untersuchung und phänomenologische Modellierung*

erstellten Modelle. Dafür wird eigens eine Simulationsplattform entwickelt, in der die Berechnungen für die Prozess-, Werkstoff- und Struktursimulation (virtueller Zugversuch) inkrementell zusammenlaufen. Im Anschluss wird die Modellierungsmethode durch eine Validierung der simulierten Tragfähigkeit mit entsprechenden experimentellen Daten kritisch bewertet. Nach erfolgreicher Validierung soll eine Verbesserung der Tragfähigkeit der Hybridverbindung durch gezielte Prozessoptimierung erfolgen.

8. EIGENE KONGRESSE, WISSENSCHAFTLICHE TAGUNGEN UND EXPONATE AUF MESSEN

- Prof. H. Altenbach; *16th International Conference on Advanced Computational Engineering and Experimenting* (03.-07.07.2023, Heraklion, Griechenland); Co-chair & Plenary lecture: Some Remarks on the History of Mechanics with the focus on Continuum Mechanics
- Prof. H. Altenbach; *Seminar on Advanced Structured Materials (Develeopment - Manufacturing - Characterization)* (20.-24.02.2023 Barcelona, Spanien); Co-chair & Invited lecturer: Continuum Mechanics – Material Independent and Dependent Equations
- Prof. H. Altenbach; *International Scientific Conference "Actual Problems of Mechanics – 2023" to the 145th anniversary of the birth of S.P. Timoshenko* (14.-16.11.2023, Kiev, Dnipro, Lviv, Kharkiv, Ukraine); Program Committee, Plenary lecture: Timoshenko's contributions to the establishment of modern engineering education
- Prof. H. Altenbach; *IV International Conference "Modern Problems in Applied Mathematics"* (13.-15.09.2023, Tbilisi, Georgien); International Scientific Committee & Invited speaker: Variational principles in coupled strain gradient elasticity
- Prof. H. Altenbach; *International Conference on Advanced Mechanical and Power Engineering (CAMPE-2023)* (16.-19.10.2023, Kharkiv, Ukraine); International Scientific Committee
- Prof. H. Altenbach; *International Conference on Plasticity, Damage & Fracture* (03.-.9.01.2023, Barcelo Bavaro Punta Cana, Dominikanische Republik); Member of the International Organizing Committee, Minisymposium organizer
- Prof. H. Altenbach, apl. Prof. K. Naumenko; *IUTAM Symposium Creep in Structures* (18.-22.09.2023, Magdeburg, Deutschland); Chair
- Prof. H. P. Monner; *AIAA SciTech Forum* (23.-27.01.2023, National Harbor, Maryland, USA); Adaptive Structures Technical Committee (ASTC); 3 x Session Chair
- Prof. H. P. Monner; *SMART2023: 10th ECCOMAS Thematic Conference on Smart Structures and Materials* (03.-05.07.2023, Patras, Griechenland); Invited Plenary Lecturer; Session Chair
- apl. Prof. K. Naumenko, Dr. C. Willberg (DLR); *Peridynamic Day* (13.07.2023, Magdeburg, Deutschland); Chair
- Prof. D. Juhre, apl. Prof. K. Naumenko; *XVII. International Conference on Computational Plasticity - Fundamentals and Applications (COMPLAS)* (05.-07.09.2023, Barcelona, Spanien); Minisymposium organizer - Challenges in Non-local Structural Mechanics

9. VERÖFFENTLICHUNGEN

BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFSÄTZE

Abouelregal, Ahmed E.; Marin, Marin; Altenbach, Holm
Thermally stressed thermoelectric microbeam supported by Winkler foundation via the modified Moore-Gibson-Thompson thermoelasticity theory
ZAMM - Berlin : Wiley-VCH . - 2023, Artikel e202300079
[Imp.fact.: 2.3]

Altenbach, Holm; Cate, Andris
From the editorial board of the journal mechanics of composite materials
Mechanics of composite materials - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 59 (2023), Heft 2, S. 171-172
[Imp.fact.: 1.7]

Altenbach, Holm; Ivanova, Elena; Müller, Wolfgang H.
Editorial
ZAMM - Berlin : Wiley-VCH, Bd. 103 (2023), Heft 4, Artikel 202302003
[Imp.fact.: 2.3]

Amare Zeru, Balewgize; Ramayya, Venkata A.; Altenbach, Holm
Modeling of SI engine modification for higher ethanol blended gasoline engine applications - Part I - Parametric study using port flow simulation
Ethiopian Journal Applied Sciences and Technology - Jimma : Jimma University . - 2023, Heft Special issue 2, S. 42-50

Ambos, Eberhard; Gabbert, Ulrich; Dragulin, Dan; Heikel, Christian; Angermeier, Andreas; Katuch, Peter; Wojek, Christian
Aspekte der Weiterentwicklung des Giessens
Gießerei-Rundschau - [Wien]: Proguss austria, Bd. 70 (2023), Heft 02, S. 6-23

Ambos, Eberhard; Gabbert, Ulrich; Schütten, Philip; Wojek, Christian
Digitalisierung der Gussfertigung - besonders in kleineren Unternehmen
Giesserei: die Zeitschrift für Technik, Innovation und Management - Düsseldorf: DVS Media GmbH, Bd. 110 (2023), 2, S. 60-71

Aßmus, Marcus; Altenbach, Holm
Elastic properties of polycrystalline silicon: experimental findings, effective estimates, and their relations
Continuum mechanics and thermodynamics - Berlin : Springer, Bd. 35 (2023), Heft 2, S. 595-624
[Imp.fact.: 2.6]

Aßmus, Marcus; Zabiensky, Max; Weber, Martin; Altenbach, Holm
Size effects in the elastic properties of polycrystalline silicon
Applied research - Weinheim : Wiley-VCH . - 2023, insges. 18 S.

Bazyar, Pourya; Baumgart, Andreas; Altenbach, Holm; Usbeck, Anna
An overview of selected material properties in finite element modeling of the human femur
Biomechanics - Basel, Switzerland: MDPI, Bd. 3 (2023), Heft 1, S. 124-135;

Borzabadi Farahani, E.; Sobhani Aragh, B.; Sarhadi, A.; Juhre, Daniel
A framework to model thermomechanical coupled of fracture and martensite transformation in austenitic microstructures
Thin-walled structures - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 183 (2023), Artikel 110435, insges. 12 S.
[Imp.fact.: 6.4]

Breslavsky, Dmytro; Palamarchuk, Pavlo; Tolstolutska, Galyna; Altenbach, Holm
Stress-strain state and wear modelling for fuel rod-grid contact
Voprosy atomnoj nauki i techniki - Char'kov, Bd. 2 (2023), Heft 144, S. 8-14

Daniel, Christian; Woschke, Elmar
Topology optimisation of lattice structures to increase damping
Proceedings in applied mathematics and mechanics - Weinheim : Wiley-VCH, Bd. 22 (2023), Heft 1, Artikel e202200094, insges. 5 S.

Darwich, Mhd Ayham; Aljareh, Abeer; Alhouri, Nabil; Szávai, Szabolcs; Nazha, Hasan Mhd; Duvigneau, Fabian; Juhre, Daniel
Biomechanical assessment of endodontically treated molars restored by endocrowns made from different CAD/CAM materials
Materials - Basel : MDPI, Bd. 16 (2023), Heft 2, Artikel 764, insges. 17 S.
[Imp.fact.: 3.4]

Darwich, Mhd Ayham; Darwich, Khaldoun; Yousof, Khalil; Szávai, Szabolcs; Nazha, Hasan Mhd; Juhre, Daniel
Computer-assisted reconstruction of an orbital trauma case treated with a patient-specific titanium prosthesis
Cosmetics - Basel : MDPI, Bd. 10 (2023), Heft 2, Artikel 52, insges. 9 S.
[Imp.fact.: 3.3]

Darwich, Mhd Ayham; Ebrahem, Katreen; Shash, Maysaa; Nazha, Hasan Mhd; Szávai, Szabolcs; Zhang, Yicha; Juhre, Daniel
An integrated approach for designing and analyzing lumbar vertebral biomodels with artificial disc replacement
Applied mechanics - Basel : MDPI, Bd. 4 (2023), Heft 4, S. 1227-1239

Drapatow, Thomas; Woschke, Elmar
Influence of a transient bubble dynamics cavitation model for squeeze film dampers on the run-up behaviour of a turbocharger rotor
Proceedings in applied mathematics and mechanics - Weinheim : Wiley-VCH, Bd. 22 (2023), Heft 1, Artikel e202200177, insges. 6 S.

Gabbert, Ulrich; Ringwelski, Stefan; Würkner, Mathias; Kittsteiner, Mario
Stress analysis of aluminium die-cast parts including the STL-data of pores
Engineering computations - Bradford : Emerald . - 2023, insges. 22 S.
[Imp.fact.: 1.6]

Heppner, Eric; Glüge, Rainer; Weber, Martin; Woschke, Elmar
Deformation analysis of friction welded hybrid structures
Proceedings in applied mathematics and mechanics - Weinheim : Wiley-VCH, Bd. 22 (2023), Heft 1, Artikel e202100206, insges. 2 S.

Heppner, Eric; Woschke, Elmar; Schreiber, Vincent; Jüttner, Sven
Modellentwicklung für die prädiktive Auslegung reibgeschweißter Leichtbaustrukturen mittels FEM
Schweissen und Schneiden: Fachzeitschrift für Schweißen und verwandte Verfahren - Düsseldorf: DVS-Media GmbH, Bd. 75 (2023), 1-2, S. 48-54

Hertel, Madeleine; Makvandi, Resam; Kappler, Steffen; Nanke, Ralf; Bildhauer, Petra; Saalfeld, Sylvia; Radicke, Marcus; Juhre, Daniel; Rose, Georg
Towards a biomechanical breast model to simulate and investigate breast compression and its effects in mammography and tomosynthesis
Physics in medicine and biology - Bristol : IOP Publ., Bd. 68 (2023), Heft 8, Artikel 085007
[Imp.fact.: 3.5]

Hobusch, Salim; Nikelay, Ilker; Nowakowski, Christine; Woschke, Elmar
Parameter identification of multibody vehicle models using neural networks
Multibody system dynamics - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V . - 2023, insges. 20 S.
[Imp.fact.: 3.4]

Jariyavidyanont, Katalee; Yu, Qiang; Petzold, Albrecht; Thurn-Albrecht, Thomas; Glüge, Rainer; Altenbach, Holm; Androsch, René
Young's modulus of the different crystalline phases of poly (l-lactic acid)
Journal of the mechanical behavior of biomedical materials - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 137 (2023), Artikel 105546

[Imp.fact.: 3.9]

Jayaprasad Remani, Jijo Prasad; Palanisamy, Saravanakumar; Nallathambi, Ashok Kumar; Oterkus, Selda; Juhre, Daniel; Specht, Eckehard
Peridynamic simulation of heat transfer during quenching of semi-solid plate with occurrence of hot cracks
Journal of thermal stresses - London [u.a.]: Taylor & Francis . - 2023
[Imp.fact.: 2.8]

Kossov, Vladimir; Altenbach, Holm
Diffusion mechanisms of convective instability in liquid and gas mixtures
ZAMM - Berlin : Wiley-VCH, Bd. 103 (2023), Heft 11, Artikel e202300801, insges. 12 S.
[Imp.fact.: 2.3]

Kubaschinski, Paul; Gottwalt-Baruth, A.; Tetzlaff, U.; Altenbach, Holm; Waltz, M.
Modelling and simulation of the hardness profile and its effect on the stress-strain behaviour of punched electrical steel sheets - Modellierung und Simulation des Härteprofils und dessen Einfluss auf das Spannungs-Dehnungs-Verhalten gestanzter Elektrobleche
Materials science and engineering technology - Weinheim : Wiley-VCH, Bd. 54 (2023), Heft 4, S. 512-526
[Imp.fact.: 1.1]

Lurie, S.A.; Volkov-Bogorodskii, D.; Altenbach, Holm; Belov, P.A.; Nazarenko, Lidiia
Coupled problems of gradient thermoelasticity for periodic structures
Archive of applied mechanics - Berlin : Springer, Bd. 93 (2023), Heft 1, S. 23-39
[Imp.fact.: 2.8]

Moers, Cassandra; Dresbach, Christian; Altenbach, Holm
A fatigue lifetime prediction model for aluminum bonding wires
Metals - Basel : MDPI, Bd. 13 (2023), Heft 10, Artikel 1781, insges. 18 S.
[Imp.fact.: 2.9]

Naumenko, Konstantin; Yang, Zhenghoa; Ma, Chien-Ching; Chen, Yanguang
Closed-form series solutions to peridynamic rod equations - influence of kernel function
Technische Mechanik - Magdeburg : Inst., Bd. 43 (2023), Heft 2, S. 259-270

Nazha, Hasan Mhd; Szávai, Szabolcs; Darwich, Mhd Ayham; Juhre, Daniel
Passive articulated and non-articulated ankle-foot orthoses for gait rehabilitation - a narrative review
Healthcare - Basel : MDPI, Bd. 11 (2023), Heft 7, Artikel 947, insges. 18 S.
[Imp.fact.: 2.8]

Nitzschke, Steffen; Woschke, Elmar; Daniel, Christian
Simulation of foil bearing supported rotor systems considering tilting motions
Proceedings in applied mathematics and mechanics - Weinheim : Wiley-VCH, Bd. 23 (2023), Heft 3, Artikel e202300139, insges. 8 S.

Nitzschke, Steffen; Woschke, Elmar; Strackeljan, Cornelius
Nonlinear vibration phenomena in hydrodynamically supported rotor systems
GAMM-Mitteilungen / Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik - Weinheim : Wiley-VCH . - 2023, insges. 21 S.

Pernatii, Anna; Gabbert, Ulrich; Hesse, Jan-Timo; Willberg, Christian
A FEM-PD coupling based on Arlequin approach to impose boundary conditions in peridynamics
Proceedings in applied mathematics and mechanics - Weinheim : Wiley-VCH . - 2023, Artikel e202300176, insges. 8 S.

Pernatii, Anna; Gabbert, Ulrich; Naumenko, Konstantin; Hesse, Jan-Timo; Willberg, Christian
A penalty method for coupling of finite-element and peridynamic models
Proceedings in applied mathematics and mechanics - Weinheim : Wiley-VCH, Bd. 22 (2023), Heft 1, Artikel e202200151, insges. 6 S.

Petö, Márton; Eisenträger, Sascha; Duvigneau, Fabian; Juhre, Daniel
Boolean finite cell method for multi-material problems including local enrichment of the Ansatz space
Computational mechanics - Berlin : Springer . - 2023, insges. 22 S.
[Imp.fact.: 4.1]

Petö, Márton; Gorji, Mahan; Duvigneau, Fabian; Düster, Alexander; Juhre, Daniel; Eisenträger, Sascha
Code verification of immersed boundary techniques using the method of manufactured solutions
Computational mechanics - Berlin : Springer . - 2023, insges. 27 S.
[Imp.fact.: 4.1]

Pfeil, Simon; Duvigneau, Fabian; Woschke, Elmar
Efficient rotordynamic simulations with semi-analytical computation of hydrodynamic forces
Bulletin of the Polish Academy of Sciences / Technical sciences / Polska Akademia Nauk - Warsaw : PAS, Division IV Technical Sciences, Bd. 71 (2023), Heft 6$e148252, insges. 9 S.
[Imp.fact.: 1.2]

Pfeil, Simon; Gravenkamp, Hauke; Duvigneau, Fabian; Woschke, Elmar
Semi-analytical solution of the Reynolds equation considering cavitation
International journal of mechanical sciences - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 247 (2023), Artikel 108164, insges. 20 S.
[Imp.fact.: 7.3]

Pfeil, Simon; Song, Chongmin; Woschke, Elmar
SBFEM with reduced modal basis for hydrodynamic bearings
Proceedings in applied mathematics and mechanics - Weinheim : Wiley-VCH . - 2023, Artikel 202300045, insges. 9 S.

Prasad, Braj Bhushan; Duvigneau, Fabian; Reinboth, Tim; Juhre, Daniel; Woschke, Elmar
Design strategies of particle dampers for large-scale applications
Journal of vibration engineering & technologies - Singapore : Springer Singapore . - 2023, insges. 32 S.
[Imp.fact.: 2.7]

Prasad, Braj Bhusuan; Duvigneau, Fabian; Woschke, Elmar; Juhre, Daniel
Application and damping mechanism of particle dampers
Proceedings in applied mathematics and mechanics - Weinheim : Wiley-VCH, Bd. 22 (2023), Heft 1, Artikel e202200116, insges. 6 S.

Rizov, Victor I.; Altenbach, Holm
Fracture analysis of inhomogeneous arch with two longitudinal cracks under non-linear creep
Advances in materials research - Daejeon : Techno-Press, Bd. 12 (2023), Heft 1, S. 15-29
[Imp.fact.: 2.2]

Rizov, Victor; Altenbach, Holm
Delamination of multilayered beams with non-linear viscoelastic behaviour under strains of step-like varying velocity
Journal of theoretical and applied mechanics - Warsaw : Versita, Bd. 53 (2023), Heft 2, S. 99-115
[Imp.fact.: 0.7]

Rusch, H.; Horn, A.; Altenbach, Holm
Analysis and modeling of semi-open thermoplastic honeycomb core structures for mechanical simulation with representative volume elements
Mechanics of composite materials - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 59 (2023), Heft 2, S. 381-392
[Imp.fact.: 1.7]

Selivanov, M.; Bogdanov, V.; Altenbach, Holm
Solving some problems of crack mechanics for a normal edge crack in orthotropic solid within the cohesive zone model approach
Mechanics of composite materials - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 59 (2023), Heft 2, S. 335-362

[Imp.fact.: 1.7]

Shorkin, Vladimir S.; Vilchevskaya, Elena N.; Altenbach, Holm
Linear theory of micropolar media with internal nonlocal potential interactions
ZAMM - Berlin : Wiley-VCH, Bd. 103 (2023), Heft 11, Artikel e202300099, insges. 27 S.
[Imp.fact.: 2.3]

Tanwar, Anshika; Das, Subir; Craciun, Eduard-Marius; Altenbach, Holm
Interaction among interfacial offset cracks in composite materials under the anti-plane shear loading
ZAMM - Berlin : Wiley-VCH, Bd. 103 (2023), Heft 11, Artikel e20230081, insges. 15 S.
[Imp.fact.: 2.3]

Venghaus, Henning; Chiumenti, M.; Baiges, J.; Juhre, Daniel; Castañar, I.
An accurate approach to simulate friction stir welding processes using adaptive formulation refinement
Finite elements in analysis and design - Amsterdam : North-Holland, Bd. 224 (2023), Artikel 103986
[Imp.fact.: 3.1]

Weber, Martin; Aßmus, Marcus; Glüge, Rainer; Zabiensky, Max; Altenbach, Holm
Size effects in numerical homogenization of polycrystalline silicon
Proceedings in applied mathematics and mechanics - Weinheim : Wiley-VCH . - 2023, Artikel e202300221, insges. 8 S.

Yang, Zhenghao; Naumenko, Konstantin; Ma, Chien-Ching; Chen, Yang
Closed-form analytical solutions for the deflection of elastic beams in a peridynamic framework
Applied Sciences - Basel : MDPI, Bd. 13 (2023), Heft 18, Artikel 10025, insges. 20 S.
[Imp.fact.: 2.7]

Yang, Zhenghao; Naumenko, Konstantin; Ma, Chien-Ching; Oterkus, Erkan; Oterkus, Selda
Peridynamic analysis of curved elastic beams
European journal of mechanics / A - Paris : Elsevier, Bd. 101 (2023), Artikel 105075
[Imp.fact.: 4.1]

Öchsener, Andreas; Altenbach, Holm
Preface
Materials science and engineering technology - Weinheim : Wiley-VCH, Bd. 54 (2023), Heft 4, S. 369-370

BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

Altenbach, Holm
Creep and damage of materials at elevated temperatures
Advanced theories for deformation, damage and failure in materials - Springer Cham ; Altenbach, Holm *1956-* . - 2023, S. 1-62 - (CISM International Centre for Mechanical Sciences; 605)

Altenbach, Holm
Rheological modeling - historical remarks and actual trends in solid mechanics
Advances in mechanics of time-dependent materials - Cham: Springer Nature; Altenbach, Holm . - 2023, S. 1-16 - (Advanced structured materials; volume 188);

Altenbach, Holm; Bogdanov, Viacheslav; Bulat, Anatolii; Guz, Aleksander N.; Nazarenko, Vladimir M.
A brief review of the development of mechanics in the National Academy of Sciences of Ukraine
Advances in mechanics ; Guz, Aleksander N. . - 2023, S. 1-19 - (Advanced structured materials$xl191)

Altenbach, Holm; Breslavsky, Dmytro; Chernobryvko, Marina; Senko, Alyona; Tatarinova, Oksana
Fast fracture of conic shell under the action of belt explosive charge
Konferenz: 14th International Conference on Advanced Mechanical and Power Engineering, CAMPE 2021, Kharkiv, Ukraine, October 18-21, 2021, Advances in Mechanical and Power Engineering - selected papers from The International Conference on Advanced Mechanical and Power Engineering (CAMPE 2021), October 18-21, 2021 - Cham: Springer Nature Switzerland AG; Altenbach, Holm *1956-* . - 2023, S. 366-376;

Altenbach, Holm; Breslavsky, Dmytro; Tatarinova, Oksana
Creep-damage processes in cyclic loaded double walled structures
Creep in Structures VI , 1st ed. 2023. - Cham : Springer Nature Switzerland ; Altenbach, Holm, S. 19-56 - (Advanced structured materials; volume 194)

Altenbach, Holm; Eisenträger, Johanna; Knape, Katharina; Naumenko, Konstantin
Creep mechanics - some historical remarks and new trends
Creep in Structures VI , 1st ed. 2023. - Cham : Springer Nature Switzerland ; Altenbach, Holm, S. 57-68 - (Advanced structured materials; volume 194)

Altenbach, Holm; Eremeyev, Victor A.
On the general strategies to formulate shell and plate theories
Progress in continuum mechanics ; Altenbach, Holm . - 2023, S. 37-46 - (Advanced Structured Materials; 196)

Altenbach, Holm; Ganczarski, Artur
Preface
Advanced theories for deformation, damage and failure in materials - Springer Cham; Altenbach, Holm *1956-* . - 2023, S. v-vi - (CISM international centre for mechanical sciences; volume 605);

Aßmus, Marcus; Javanbakht, Zia; Altebach, Holm
The direct approach for plates considering hygrothermal loading and residual kinetics
Sixty Shades of Generalized Continua - Cham : Springer ; Altenbach, Holm *1956-* . - 2023, S. 21-32 - (Advanced structured materials; volume 170)

Blum, Eike; Kostenko, Yevgen; Naumenko, Konstantin
Various state-of-the-art methods for creep evaluation of power plant components in a wide load and temperature range
Creep in Structures VI - IUTAM Symposium Proceedings , 1st ed. 2023. - Cham : Springer Nature Switzerland ; Altenbach, Holm, S. 69-82 - (Advanced structured materials; volume 194)

Bornemann, Steffen; Henning, Sven; Naumenko, Konstantin; Pander, Matthias; Riedel, Kristin; Würkner, Mathias
Fortgeschrittene Methoden für die Schädigungsanalyse von Glaslaminaten bei dynamischen Beanspruchungen
Glasbau ... ; 2023 - Berlin : Ernst & Sohn ; Weller, Bernhard *195X-*, S. 335-347

Daniel, Christian; Duvigneau, Fabian; Zörnig, Andreas; Woschke, Elmar
Untersuchung der mechanischen und akustischen Emissionen eines elektrischen Gleitboots
Aggregate- und Antriebsakustik - Magdeburg : Universitätsbibliothek . - 2023, Artikel 8, insges. 9 S.

Daniel, Christian; Woschke, Elmar; Prasad, Braj Bhushan; Duvigneau, Fabian
Effectivity of particle dampers with granular filling under rotating conditions
Proceedings of SIRM 2023 - the 15th European Conference on Rotordynamics : 22nd - 24th February 2023, Darmstadt, Germany - Darmstadt : TU Darmstadt ; Rinderknecht, Stephan, S. 108-117

Eisenträger, Johanna; Altenbach, Holm
A constitutive model for non-linear basic creep of plain concrete
Advances in Linear and Nonlinear Continuum and Structural Mechanics , 1st ed. 2023. - Cham : Springer Nature Switzerland ; Altenbach, Holm, S. 135-154 - (Advanced structured materials book series; volume 198)

Gariboldi, Elisabetta; Molteni, Matteo; Vargas Vargas, Diego André; Naumenko, Konstantin
Development of a microstructure-based finite element model of thermomechanical Response of a fully metallic composite phase change material
Creep in Structures VI - IUTAM Symposium Proceedings , 1st ed. 2023. - Cham : Springer Nature Switzerland ; Altenbach, Holm, S. 131-142 - (Advanced structured materials; volume 194)

Michels, Patrick; Dresbach, Christian; Dorp, Esther Ramakers-van; Altenbach, Holm; Bruch, Olaf
Application of nonlinear viscoelastic material models for the shrinkage and warpage analysis of blow molded parts
Creep in Structures VI , 1st ed. 2023. - Cham : Springer Nature Switzerland ; Altenbach, Holm, S. 205-232 - (Advanced structured materials; volume 194)

Nitzschke, Steffen; Woschke, Elmar; Daniel, Christian
Simulation of foil bearing supported rotor systems
Proceedings of SIRM 2023 - the 15th European Conference on Rotordynamics : 22nd - 24th February 2023, Darmstadt, Germany - Darmstadt : TU Darmstadt ; Rinderknecht, Stephan, S. 257-267 ;
[Konferenz: 15th European Conference on Rotordynamics, SIRM 2023, Darmstadt, 22.-24.02.2023]

Prasad, Braj Bhushan; Duvigneau, Fabian; Jehring, Ulrike; Göhler, Hartmut; Büschel, Alexander; Juhre, Daniel; Woschke, Elmar
Einsatz granularer Materialien zur passiven Schwingungsreduktion von Komponenten einer Windenergieanlage
Tagungsband, DAGA 2023 - 49. Jahrestagung für Akustik , 2023 - Berlin : Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. ; Estorff, Otto *1957-*, S. 1135-1138

Prasad, Braj Bhushan; Duvigneau, Fabian; Juhre, Daniel; Woschke, Elmar
Strategies for implementing particle dampers to reduce sound emission from an onshore wind turbine blade
WindEurope Electric City 2021 - WindEurope . - 2023

Schmidtchen, Fabian; Tiedemann, Stefan; Daniel, Christian; Witte, Kerstin; Woschke, Elmar
Hammerwurf-Simulation auf Grundlage von Inertialsensordaten zur Analyse der Wurftechnik
dvs-Biomechanik 2023 Tagungsband - Stuttgart : Steinbeis-Edition ; Witte, Kerstin, S. 167-173

Thoma, Niklas; Duvigneau, Fabian; Juhre, Daniel; Trenner, Michael; Woschke, Elmar
Experimentelle Konzeptstudien zur Anwendbarkeit akustischer schwarzer Löcher und Metamaterialien
Aggregate- und Antriebsakustik - 12. Magdeburger Symposium, 28. und 29. Juni 2023 : Tagungsband - Magdeburg : Universitätsbibliothek, Artikel 15, insges. 16 S.

Thoma, Niklas; Duvigneau, Fabian; Juhre, Daniel; Woschke, Elmar
Akustische Charakterisierung eines Computertomographen
Tagungsband, DAGA 2023 - 49. Jahrestagung für Akustik , 2023 - Berlin : Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. ; Estorff, Otto *1957-*, S. 174-177

Thoma, Niklas; Duvigneau, Fabian; Juhre, Daniel; Woschke, Elmar
Preliminary study of acoustic black holes implemented in CT/MRI housings including validation experiments
INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings - Washington, DC : Institute of Noise Control Engineering . - 2023, S. 995-1994

LEHRBÜCHER

Altenbach, Holm; Altenbach, Johannes; Naumenko, Konstantin
Ebene Flächentragwerke - Grundlagen der Modellierung und Berechnung von Scheiben und Platten
[Heidelberg]: Springer Vieweg, 2023, 1 Online-Ressource (xvi, 581 Seiten, 174 Abb., 53 Abb. in Farbe), ISBN: 978-3-662-68391-0

WISSENSCHAFTLICHE MONOGRAFIEN

Altenbach, Holm
Technische Mechanik Technische Mechanik Festigkeitslehre
[Heidelberg]: Springer Vieweg, 2022, xii, 434 Seiten - (Lehrbuch), ISBN: 3-658-41028-0

Altenbach, Holm [HerausgeberIn]; Eremeyev, Victor A. [HerausgeberIn]
Advances in Linear and Nonlinear Continuum and Structural Mechanics
Cham: Imprint: Springer, 2023., 1 Online-Ressource(XXIII, 590 p. 225 illus., 145 illus. in color.) - (Advanced Structured Materials; 198), ISBN: 978-3-031-43210-1

HERAUSGEBERSCHAFTEN

Altenbach, Holm [HerausgeberIn]; Bruno, Giovanni [HerausgeberIn]; Eremeyev, Victor A. [HerausgeberIn]; Gutkin, Mikhail Yu. [HerausgeberIn]; Müller, Wolfgang H. [HerausgeberIn]
Mechanics of Heterogeneous Materials
Cham: Imprint: Springer, 2023., 1 Online-Ressource(XXXI, 513 p. 271 illus., 201 illus. in color.) - (Advanced Structured Materials; 195), ISBN: 978-3-031-28744-2

Altenbach, Holm [HerausgeberIn]; Cheng, Alexander H.-D. [HerausgeberIn]; Gao, Xiao-Wei [HerausgeberIn]; Kostikov, ndrii [HerausgeberIn]; Kryllowicz, Wladyslaw [HerausgeberIn]; Lampart, Piotr [HerausgeberIn]; Popov, Viktor [HerausgeberIn]; Rusanov, Andrii [HerausgeberIn]; Syngellakis, Stavros [HerausgeberIn]
Advances in Mechanical and Power Engineering - selected papers from The International Conference on Advanced Mechanical and Power Engineering (CAMPE 2021), October 18-21, 2021
Cham: Springer Nature Switzerland AG, 2023, 1 Online-Ressource (XVI, 378 pages) - (Lecture notes in mechanical engineering), ISBN: 978-3-031-18487-1 Kongress: CAMPE 2021 14 Kharkiv, Ukraine 2021.10.18-21

Altenbach, Holm [HerausgeberIn]; Eremeyev, Victor A. [HerausgeberIn]; Igumnov, Leonid A. [HerausgeberIn]; Bragov, Anatoly [HerausgeberIn]
Deformation and destruction of materials and structures under quasi-static and impulse loading
Cham: Springer, 2023, 1 Online-Ressource - (Advanced structured materials$186), ISBN: 978-3-031-22093-7

Altenbach, Holm [HerausgeberIn]; Irschik, Hans [HerausgeberIn]; Porubov, Alexey [HerausgeberIn]
Progress in continuum mechanics
2023, 1 Online-Ressource - (Advanced structured materials; 196), ISBN: 978-3-031-43736-6

Altenbach, Holm [HerausgeberIn]; Kaplunov, Julius [HerausgeberIn]; Lu, Hongbing [HerausgeberIn]; Nakada, Masayuki [HerausgeberIn]
Advances in mechanics of time-dependent materials
Cham: Springer Nature, 2023, 1 Online-Ressource (XIV, 247 Seiten) - (Advanced structured materials; volume 188), ISBN: 978-3-031-22401-0

Altenbach, Holm [HerausgeberIn]; Mkhitaryan, Suren Manuk [HerausgeberIn]; Hakobyan, Vahram [HerausgeberIn]; Sahakyan, Avetik Varazdat [HerausgeberIn]
Solid Mechanics, Theory of Elasticity and Creep
Cham: Springer, 2023, 1 Online-Ressource (XXII, 373 Seiten) - (Advanced structured materials; volume 185), ISBN: 978-3-031-18564-9

Altenbach, Holm [HerausgeberIn]; Naumenko, Konstantin [HerausgeberIn]
Creep in Structures VI - IUTAM Symposium Proceedings
Cham: Imprint: Springer, 2023., 1 Online-Ressource(XX, 334 p. 184 illus., 143 illus. in color.) - (Advanced Structured Materials; 194), ISBN: 978-3-031-39070-8

Altenbach, Holm [HerausgeberIn]; Prikazchikov, Danila [HerausgeberIn]; Nobili, Andrea [HerausgeberIn]
Mechanics of High-Contrast Elastic Solids - Contributions from Euromech Colloquium 626
Cham: Imprint: Springer, 2023., 1 Online-Ressource(XII, 264 p. 83 illus., 67 illus. in color.) - (Advanced Structured Materials; 187), ISBN: 978-3-031-24141-3

Guz, Aleksander N. [HerausgeberIn]; Altenbach, Holm [HerausgeberIn]; Bogdanov, Viacheslav [HerausgeberIn]; Nazarenko, Vladimir M. [HerausgeberIn]
Advances in mechanics - current research results of the NAS of Ukraine
Cham: Imprint: Springer, 2023., 1 Online-Ressource - (Advanced structured materials; volume 191), ISBN: 978-3-031-37313-8

Öchsner, Andreas [HerausgeberIn]; Altenbach, Holm [HerausgeberIn]
Engineering Design Applications V - Structures, Materials and Processes
Cham: Imprint: Springer, 2023., 1 Online-Ressource(XVI, 429 p. 303 illus., 271 illus. in color.) - (Advanced Structured Materials; 171), ISBN: 978-3-031-26466-5

DISSERTATIONEN

Borzabadi Farahani, Ehsan; Juhre, Daniel [AkademischeR BetreuerIn]
A study on coupled martensitic phase transformation and crack propagation - a phase-field approach
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Maschinenbau 2023, 1 Online-Ressource (iii, 111 Seiten, 9,49 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 101-111]

Gläßer, Thomas; Altenbach, Holm [AkademischeR BetreuerIn]
Beitrag zur großserientauglichen Fertigung von thermoplastischen endlosfaserverstärkten Sandwichbauteilen
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Maschinenbau 2023, 1 Online-Ressource (XI, 125 Blätter, 5, 99 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Blatt 108-112]

Rößler, Christoph; Woschke, Elmar [AkademischeR BetreuerIn]; Halle, Thorsten [AkademischeR BetreuerIn]
Numerical assessment of the residual stress formation in rotary friction welding
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Maschinenbau 2023, 1 Online-Ressource (IV, 100, III-XXIV Seiten, 22,63 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite IX-XX]

Schutzeichel, Maximilian; Monner, Hans Peter [AkademischeR BetreuerIn]
Multiphysical and multi scale modelling of composite materials for aircraft De-Icing
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Maschinenbau 2023, 1 Online-Ressource (xli, 191, XVII Seiten, 17,51 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 171-191]

Strackeljan, Cornelius; Woschke, Elmar [AkademischeR BetreuerIn]
Thermo-hydrodynamische Gleitlagermodelle für die instationäre Simulation von Rotorschwingungen
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Maschinenbau 2023, 1 Online-Ressource (XI, 143 Seiten, 11,91 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 135-143]

Voges, Jannik; Juhre, Daniel [AkademischeR BetreuerIn]
Chemomechanical modeling of oxidation with application to a polymer-derived ceramic
Magdeburg, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg 2023, xiv, 128 Seiten ;
[Literaturverzeichnis: Seite 119-128]

Wegner, Sebastian; Woschke, Elmar [AkademischeR BetreuerIn]; Leidhold, Roberto [AkademischeR BetreuerIn]
Schwingungsanalysen unter ganzheitlicher Berücksichtigung elektromagnetischer Lasten
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Maschinenbau 2023, 1 Online-Ressource (XVIII, 140 Seiten, 31,78 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 127-134]

Ziese, Christian; Woschke, Elmar [AkademischeR BetreuerIn]
Analyse des rotordynamischen Systemverhaltens bei dynamischer Belastung unter Berücksichtigung der Kopplung zwischen Radial- und Axiallager
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Maschinenbau 2023, 1 Online-Ressource (XXI, 141 Seiten, 59,02 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 133-141]