

## Skalenübergreifende Modellierung magnetischer Komposite auf Basis neuronaler Netze

*Angebot für eine Projekt- oder Diplomarbeit*

Magnetorheologische Elastomere (MRE) sind aktive Verbundmaterialien, die aus einer elastomeren Matrix mit eingebetteten magnetisierbaren Partikeln bestehen. Unter dem Einfluss magnetischer Felder führen Wechselwirkungen zwischen den Partikeln zu Veränderungen der effektiven Materialeigenschaften. Dabei kann die Mikrostruktur von MRE generell vollständig stochastische oder auch strukturierte Partikelanordnungen aufweisen. Aktuelle Forschungsarbeiten an der Professur für Numerische und Experimentelle Festkörpermechanik beschäftigen sich mit der Modellierung und Simulation von MRE mit kettenförmigen Partikelstrukturen, die auf ein stark anisotropes effektives Verhalten führen, s. Abb. 1. Ziel ist es durch einen mehrskaligen Ansatz das effektive Verhalten anisotroper MRE in Abhängigkeit der Mikrostruktur vorhersagen zu können. Dabei wird zuerst durch Homogenisierung eines repräsentativen Volumenelementes (RVE) eine Datenbasis zur Charakterisierung des MRE generiert. Um ein effizientes Ersatzmodell für die numerisch recht aufwendige RVE-Simulation zu erhalten, lässt sich die Datenbasis anschließend zum Training eines konstitutiven KNN verwenden. Mit diesem können dann verschiedene makroskopische Strukturen mit vergleichsweise geringem numerischen Aufwand simuliert werden.

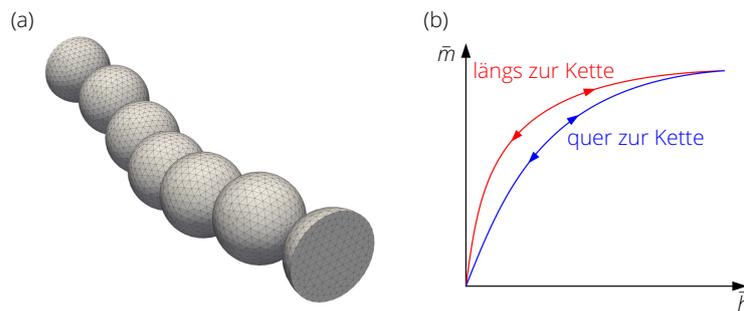


Abbildung 1: Anisotrope MRE: (a) FE-Netz einer Kettenartige MRE-Mikrostruktur und (b) schematische Darstellung des effektiven Magnetisierungs-Verhaltens in Abhängigkeit der Feldstärke für verschiedene Richtungen.

Das Ziel der Arbeit besteht in der Implementierung eines Trainings-Algorithmus, der physikalische Prinzipien wie materielle Symmetrie oder thermodynamische Konsistenz durch die Netzarchitektur automatisch erfüllt. Dabei soll vorerst lediglich das rein magnetische Verhalten untersucht werden. Es sind folgende Aufgaben zu bearbeiten:

- Einarbeitung in das Themengebiet,
- Einarbeitung in Gmsh und Erstellung von RVE,
- Einarbeitung in den Finite-Elemente-Code FEniCS und Durchführung von RVE-Simulationen,
- Transformation in einen die Anisotropie beschreibenden Invariantenraum,
- Anpassung und Implementierung von Trainings-Algorithmen,
- Anwendung des trainierten KNN zur Simulation makroskopischer Strukturen, sowie
- sorgfältige Dokumentation der erzielten Ergebnisse.

### Voraussetzungen:

- Abgeschlossene Module Kontinuumsmechanik und mehrskaligen Materialmodellierung
- Gute Kenntnisse in der Finite-Elemente-Methode und der Programmierung in Python

### Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Karl A. Kalina  
Zeunerbau Raum 356  
[Karl.Kalina@tu-dresden.de](mailto:Karl.Kalina@tu-dresden.de)

Dr.-Ing. Jörg Brummund  
Zeunerbau Raum 350  
[Joerg.Brummund@tu-dresden.de](mailto:Joerg.Brummund@tu-dresden.de)