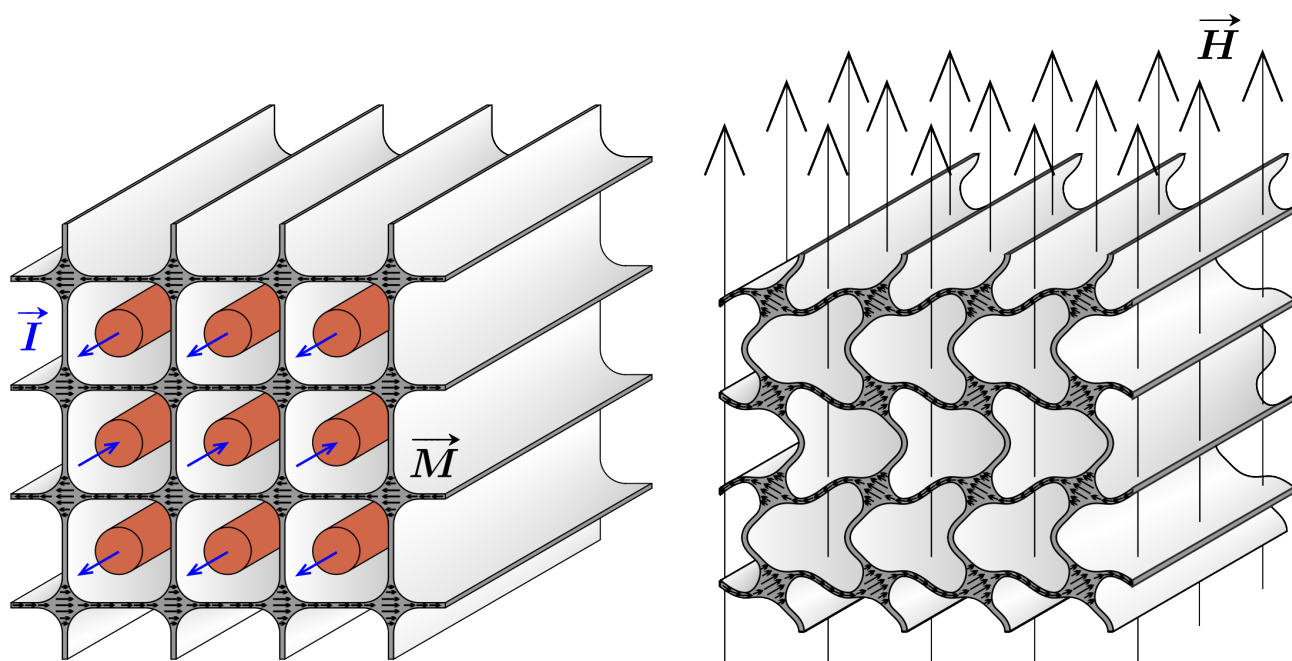


Aktives Materialverhalten eines flexiblen, magnetischen Schaums - Studien zur Magnetisierung und Untersuchung der Struktur unter Berücksichtigung von Stabilität

Marek Fassin

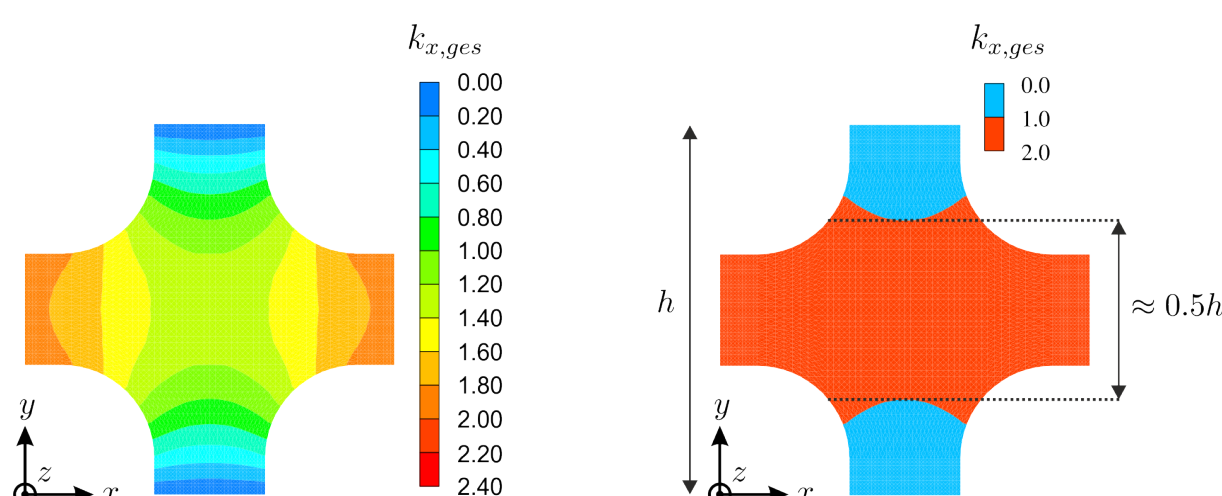
1. Einleitung

Materialien werden als aktiv bezeichnet, wenn sich deren mechanische Deformation durch äußere nicht-mechanische Felder provozieren lässt. Im Rahmen der Diplomarbeit wurde eine flexible, magnetische Schaumstruktur untersucht, dessen Grundmaterial ein kunststoffgebundener Dauermagnet (Elastomermatrix mit eingebetteten Magnetpartikeln) ist. Nach Herstellung der Schaumstruktur werden die in der Elastomermatrix befindlichen magnetischen Partikel mit durch die Struktur geführten stromdurchflossenen Leitern gezielt ausgerichtet. Mit entgegengesetzten Stromflussrichtungen $\vec{I}$ der Leiter in übereinanderliegenden Ebenen kann die gewünschte horizontale, alternierende Magnetisierung $\vec{M}$ realisiert werden. Nach erfolgter remanenter Magnetisierung der Partikel können die Leiter wieder aus der Struktur entfernt werden. Wird der Magnetschaum nun einer äußeren magnetischen Erregung $\vec{H}$ ausgesetzt, verdrehen sich die Zellebenen gegeneinander und der Schaum kontrahiert.



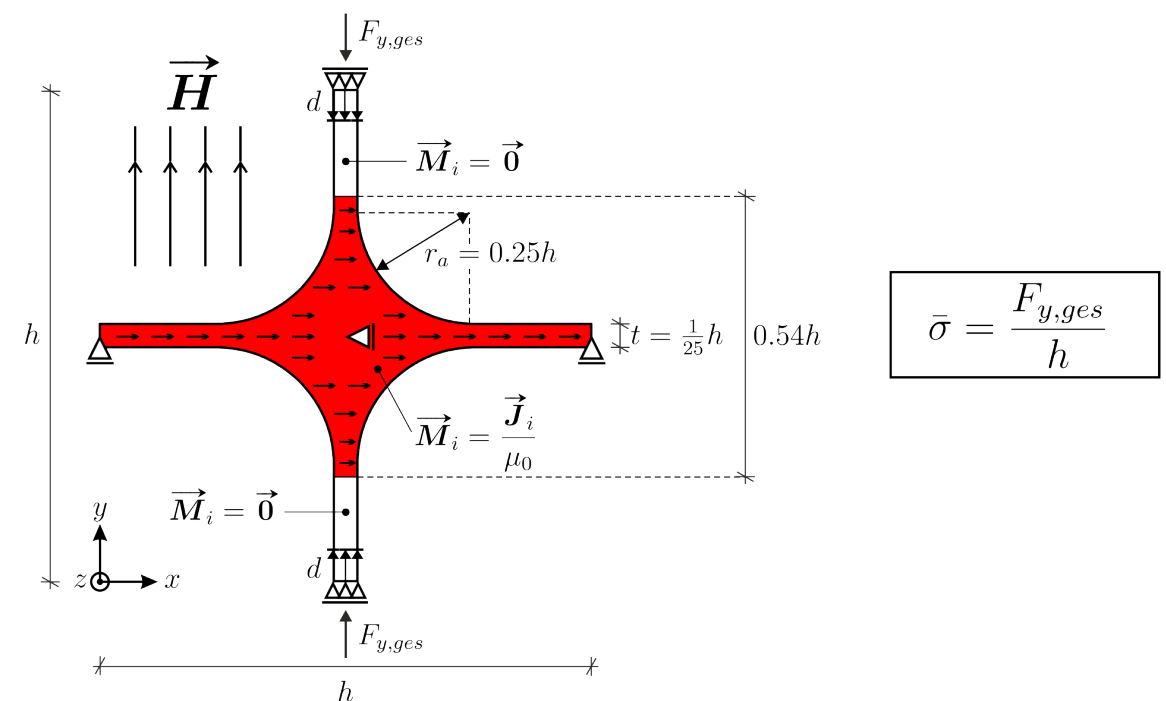
2. Spezielle Magnetisierung

Da sich das Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters umgekehrt proportional zum Abstand verhält ($|\vec{B}| \sim 1/r$), müssen bei der Bestimmung der Magnetisierung der Einheitszelle auch weit entfernte Leiter berücksichtigt werden. Die unten dargestellten horizontalen Magnetisierungsfaktoren $k_{x,ges}$ der gedrunghenen Referenzzelle berücksichtigen alle Leiter innerhalb eines Einflussradius von $R_E = 500h$. Wird zur Bestimmung der erforderlichen Stromstärke $k_{x,ges} = 1$ gesetzt, so sind die horizontalen Stege und der Zellkern über eine Höhe von ca. $0.5h$ remanent magnetisiert, wohingegen die vertikalen Stege unmagnetisiert bleiben.

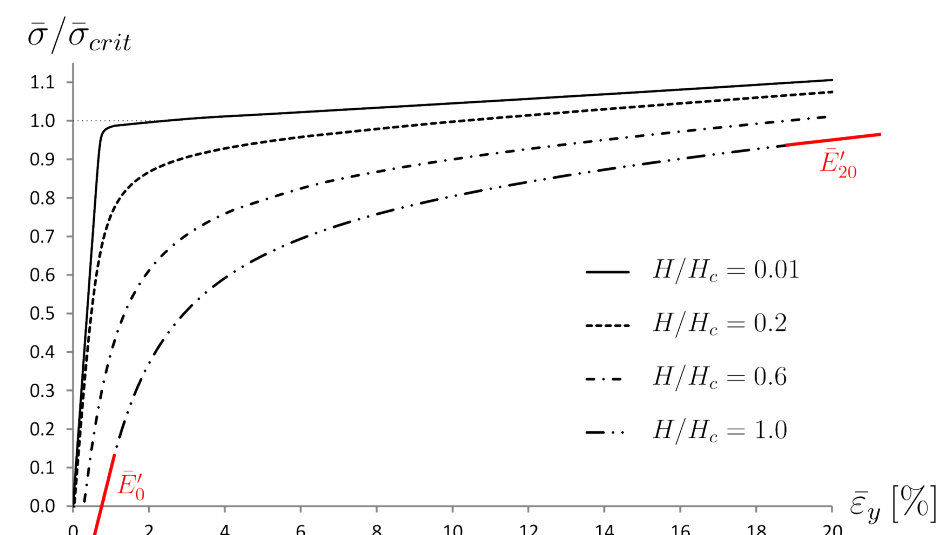


3. Numerisches Beispiel

Alle numerischen Untersuchungen werden an der periodisch kleinsten Einheitszelle durchgeführt und die Ergebnisse dann auf die Gesamtstruktur übertragen. Als Beispiel soll hier die kombinierte Beanspruchung vorgestellt werden, bei der die Einheitszelle bei Einwirkung der äußeren magnetischen Erregung $\vec{H}$ durch kontinuierliche Steigerung der Verschiebung d zusammengedrückt wird. Die dazu notwendige Kraft $F_{y,ges}$ wird zur Bestimmung der phänomenologischen Spannung $\bar{\sigma}$ auf die Zellenbreite h bezogen.



Für das gewählte Design ($r_a = 0.25h$, $h/t = 25$) ergeben sich bei Normalisierung mit der phänomenologischen Knickspannung $\bar{\sigma}_{crit}$ die unten dargestellten charakteristischen Spannungs-Dehnungskurven. Dabei zeigen die Kurven für verschiedene relative äußere magnetische Erregungen H/H_c unterschiedliche Anfangssteifigkeiten $\bar{E}'_0$ und Endsteifigkeiten $\bar{E}'_{20}$. Es besteht also folglich die Möglichkeit, die Steifigkeit des flexiblen, magnetischen Schaums über die äußere magnetische Erregung zu steuern.



4. Anwendungen

Die eben vorgestellte Möglichkeit zur Variation der Steifigkeit des Magnetschaums kann sich beispielsweise bei der gezielten Anpassung von Lagersteifigkeiten (Beispiel Maschinenaufleger) zu Nutzen gemacht werden, um den Resonanzfall zu vermeiden. Neben diesem Anwendungsbereich wurden außerdem die Funktion als Aktor und die Möglichkeit zur Energiegewinnung diskutiert.