

A8: Modellierung von Hydrogel-Schichtsystemen

T. Wallmersperger (IFKM) in Kooperation mit B. Voit, S. Zschoche (IPF) und A. Richter (IHM)

Motivation:

Polyelektrolytische Gele können durch Aufnahme bzw. Abgabe von Lösungsmittel eine große Volumenänderung erzielen. Hierbei treten lokale Phasentransformationen innerhalb der Gele auf, die einhergehen mit lokalen Änderungen der mechanischen Eigenschaften, wie z.B. der Steifigkeit. Die Kopplung unterschiedlicher stimuli-sensitiver Eigenschaften kann durch eine Verwendung von komplexen Hydrogelsystemen bestehend aus beschichteten Hydrogelen bzw. bi-sensitiven Hydrogelkompositen oder interpenetrierender Netzwerke erfolgen.

Am Institut für Festkörpermechanik (IFKM) sollen in Zusammenarbeit mit dem Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V. (IPF) und dem Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik (IHM) sowohl theoretische als auch experimentelle Untersuchungen von komplexen Hydrogelsystemen als Anwendung neuartiger fluidischer Bauelemente durchgeführt werden.

Bi-sensitive Komposite

Kationisch-anionischer Polymergel-Verbund

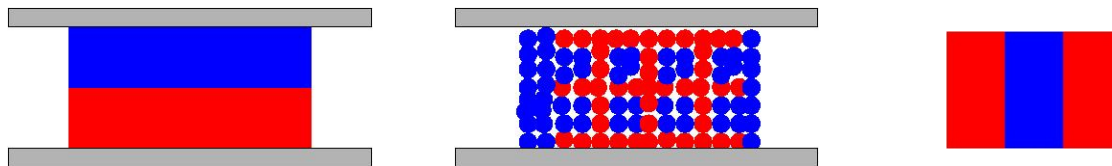


Abbildung: Bi-sensitive und beschichtete Hydrogele

Stand der Forschung und eigene Vorarbeiten:

Die Modellierung und Simulation des Quellungsverhaltens von Hydrogelen wurde zuerst im Rahmen von globalen makroskopischen Untersuchungen mittels thermodynamischen Gleichgewichtsmodellen durchgeführt. Einfachere Ansätze, die ein lokales Verhalten des Gleichgewichts sowie der Quellungskinetik von pH-sensitiven und temperatur-sensitiven Hydrogelen beschreiben, sind in [1] und [2] dargestellt.

In eigenen Arbeiten wurde eine Finite-Elemente-basierte chemo-elektro-mechanische Mehrfeldformulierung entwickelt, die in der Lage ist, sowohl chemische, elektrische und mechanische Größen zu ermitteln und für chemische und elektrische Stimulation anwendbar ist [3]. Als Basis für mehrschichtige Hydrogele und interpenetrierende Netzwerke können die Modellierung und Simulation von einzelnen Hydrogelen kombiniert mit Modellierungsmethodiken für mehrschichtige Lamine sowie für große Verformungen herangezogen werden.

Wissenschaftliche Fragestellung und Projektziele:

Ziel ist es, auf der Basis stimuli-sensitiver Polymere mehrschichtige bzw. beschichtete Hydrogele zu schaffen, die nach Eigenschaften, Form und innerer Struktur für mikrofluidische Prozesse geeignet sind. Hierzu sollen sensitive zwei- und mehrschichtige Komponentenhydrogele auf Grundlage von [4] modelliert und hinsichtlich des gekoppelten chemo-mechanischen Verhaltens abhängig von variierender Stimulation simuliert werden. Bei zwei-schichtigen Komponentenhydrogelen soll eine Komponente gezielt steuerbar sein, um die andere Komponente definiert, auch in ihrer Steifigkeit und Sensitivität, beeinflussen zu können. Des Weiteren sollen die Schichten unterschiedliche Sensitivitäten aufweisen, um mehrere Eigenschaften des zu untersuchenden Fluids simultan detektieren zu können.

Im Rahmen des Projekts sollen Untersuchungen mit kombinierten kationisch-anionischen und neutralen Hydrogelen durchgeführt werden, die sowohl das jeweilige sensitive Verhalten der einzelnen Schichten/Komponenten als auch den Einfluss der Schichten untereinander darstellen können.

Literatur:

- [1] K. Keller, T. Wallmersperger, B. Kröplin, M. Günther, G. Gerlach, *Mechanics of Advanced Materials and Structures* **2011**, 18(7), 511-523
- [2] T. Wallmersperger, K. Keller, B. Kröplin, M. Günther, G. Gerlach, *Colloid and Polymer Science* **2011**, 289(5-6), 535-544
- [3] T. Wallmersperger, D. Ballhause, *Smart Materials and Structures* **2008**, 17, 045012
- [4] M. Sobczyk, T. Wallmersperger, *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, **2016**, im Druck, DOI: 10.1177/1045389X15606997