

A8: Aktive Hydrogelverbunde

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 Kombination von weichen Hydrogelen mit anderen Hydrogelen oder mit starren Elementen innerhalb von Verbundsystemen ermöglicht die Anwendung realer technischer Systeme. Hauptaugenmerk der aktuellen Untersuchungen soll die Kombination mit aktiven oder passiven Fasern sein, welche zu orthotrop aktiven Eigenschaften des Gesamtsystems führen: Bei passiven Fasern dominiert in Faserrichtung die hohe Steifigkeit der Fasern, welche auch der aktiven Eigenschaften der Hydrogelquellung entgegenwirkt. Dies soll die Hauptbelastungsrichtung im mechanischen Sinne sein. Senkrecht zur Faserrichtung hingegen können die aktiven Quelleigenschaften des Hydrogels nutzbar gemacht werden. Dies können zum Beispiel Änderungen der Opazität/Farbe und Steifigkeit sein. Derartige Fasern können in Form von zweidimensionalen Geweben genutzt werden, welche auf diese Art aktuierbare Poren bilden.

Werden die inneren Fasern aus leitfähigem Material hergestellt, können lokale Temperaturänderungen z.B. über Ohmsche Verlustwärme aufgebracht werden. Diese „innere Aktuation“ ändert die Eigenschaften des Hydrogels.

Die Aufgaben in Modellierung und Design am Institut für Festkörpermechanik (IFKM) sollen im Rahmen des Graduiertenkollegs auch experimentell unterstützt werden.

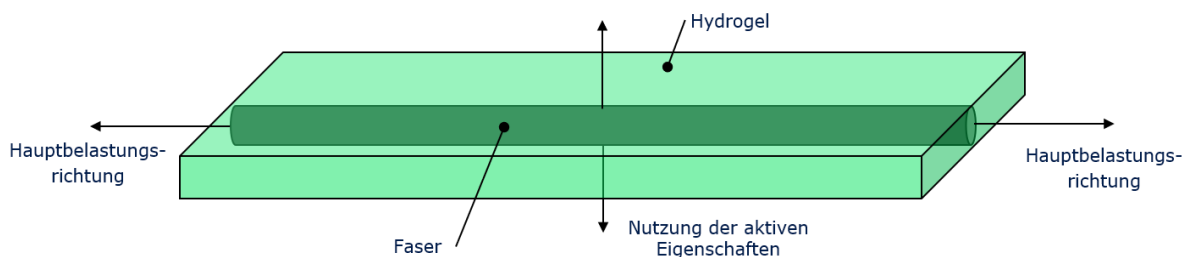


Abbildung 1: Nutzung von Hydrogelen in Kombination mit Fasern. Senkrecht zur Hauptbelastungsrichtung können die aktiven Eigenschaften des Hydrogels genutzt werden.

Stand der Forschung und eigene Vorarbeiten:

In Vorarbeiten wurde ein einfaches Modell entwickelt, welches die grundsätzlichen Quelleigenschaften von Hydrogelen auf Basis der thermischen Expansion wiedergibt [1]. Dies erlaubt die einfache simulative Umsetzung im Rahmen kommerzieller Finite-Elemente-Programme wie Abaqus oder Ansys. Im Rahmen der Vorarbeiten wurden außerdem Hydrogelkomposite [2] sowie ein aktives Membransystem untersucht, bei der durch Kombination mit einer PET-Stützmembran aktive Poren realisiert werden konnten [3].

Wissenschaftliche Fragestellung und Projektziele:

Ziel ist es, stimuli-sensitive Polymere in Kombination mit Fasern (eindimensional) und innerhalb von Geweben (orthotrop zweidimensional) zu untersuchen. Durch die Verwendung der entwickelten Modelle sollen derartige Systeme entworfen und in Kooperationen auch experimentell umgesetzt werden. Des Weiteren soll die innere Aktuation der Strukturen detailliert betrachtet werden.

Literatur:

- [1] Ehrenhofer, A.; Elstner, M.; Wallmersperger, T.: Normalization of Hydrogel Swelling Behavior for Sensoric and Actuator Applications, *Sensors and Actuators B: Chemical*, 255, 1343-1353, **2018**.
- [2] Sobczyk, M.; Wallmersperger, T.: Modeling and simulation of the electro-chemical behavior of chemically stimulated polyelectrolyte hydrogel layer composites. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 27(13), 1725-1737, **2016**.
- [3] Ehrenhofer, A.; Bingel, G.; Paschew, G.; Tietze, M.; Schröder, R.; Richter, A.; Wallmersperger, T.: Permeation Control in Hydrogel-Layered Patterned PET Membranes with Defined Switchable Pore Geometry - Experiments and Numerical Simulation *Sensors and Actuators B: Chemical*, 232, 499-505, **2016**.