

B4: Modellierung und Simulation strukturintegrierter Chemosensoren auf Hydrogelbasis

T. Wallmersperger (IFKM) in Kooperation mit G. Gerlach und M. Guenther (IFE)

Motivation:

Polyelektrolytische Gele sind elektroaktive Materialien, die durch Aufnahme bzw. Abgabe von Lösungsmittel große Volumenänderungen erzielen können. Bisher vorhandene Sensoren auf Hydrogelbasis ermöglichen zwar bereits Messungen von Konzentrationen mit Genauigkeiten im Bereich einiger Prozent, benötigen jedoch längere Zeit bis zur Bereitstellung eines stationären reproduzierbaren Ergebnisses.

Um den sensorischen Prozess schnell und effizient zu gestalten, sollen Chemosensoren in Strukturen integriert und hinsichtlich ihrer Ansprechbarkeit und Funktion optimiert werden. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Festkörperelektronik (IFE) und dem Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V. (IPF) sollen am Institut für Festkörpermechanik (IFKM) strukturintegrierte Chemosensoren auf Hydrogelbasis numerisch untersucht werden.

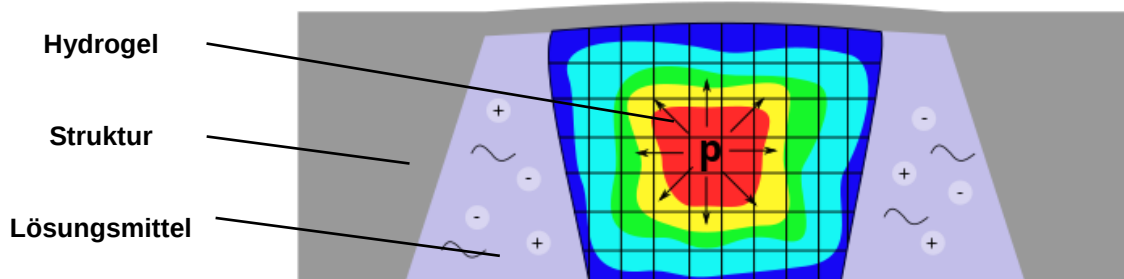


Abbildung: Beispieldarstellung eines strukturintegrierten Hydrogelsensors

Stand der Forschung und eigene Vorarbeiten:

Experimentelle Untersuchungen zu chemischen und pH-detektierenden Hydrogel-Sensoren wurden u.a. in [1] dokumentiert. Hierbei zeigte sich, dass diese Arten von Sensoren bereits ein viel versprechendes Verhalten hinsichtlich der Detektion der Zusammensetzung der Messflüssigkeit liefern.

Im Rahmen der Modellierung wurden erste numerische Untersuchungen für dynamische Zustandsänderungen in Gelen von Brock et al. [2] entwickelt.

In eigenen Arbeiten wurde eine gekoppelte Mehrfeldformulierung für intelligente Hydrogele entwickelt. Mit dieser Formulierung wurden numerische Simulationen für polyelektrolytische Gele als Aktoren und Sensoren durchgeführt [3]. Des Weiteren wurde eine gekoppelte Formulierung basierend auf der Theorie poröser Medien umgesetzt und verifiziert [4].

Wissenschaftliche Fragestellung und Projektziele:

Im Rahmen des Projektes soll – aufbauend auf Untersuchungen von [4] – ein strukturintegrierter Hydrogelsensor in einem definierten gequollenen Zustand mittels der Theorie poröser Medien numerisch untersucht werden. Durch Änderung der Konzentrationen oder der Zusammensetzung der zu untersuchenden Lösung werden spezielle Zustände des Sensors erzielt. Im Rahmen des Projektes sollen chemische und elektrische Größen für das Modell identifiziert werden. Ein Abgleich der numerischen Ergebnisse des Chemosensors erfolgt mit experimentell ermittelten Werten eines IFE-Sensordemonstrators, vgl. Abbildung. Ziel des Projektes ist es, mittels des entwickelten numerischen Modells, das gekoppelte chemo-elektro-mechanische Verhalten des vorhandenen Sensors nachzurechnen, sowie die Sensorgeometrie zu modifizieren, um die Funktion des Sensors zu optimieren.

Literatur:

- [1] G. Gerlach, M. Guenther, J. Sorber, G. Suchanek, K.-F. Arndt, A., *Sensors and Actuators B: Chemical* **2005**, 111-112, 555–561
- [2] D. Brock, W. Lee, D. Segalman, W. Witkowski, *Journal of Intelligent Material Systems and Structures* **1994**, 5, 764–771
- [3] T. Wallmersperger, D. Ballhause, B. Kröplin, M. Günther, G. Gerlach, *Journal of Intelligent Material Systems and Structures* **2009**, 20(12), 1483–1492
- [4] P. Leichsenring, T. Wallmersperger, *Smart Materials and Structures* **2017**, 26 (3), 035007