

B4: Modellierung und Simulation eines kraftkompensierten piezoresistiven Chemosensors 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.

Kraftkompensation verhindert weitgehend das Quellen des Hydrogels durch die Messlösung, in dem ein Gegendruck erzeugt wird. Deshalb soll in Zusammenarbeit mit dem Institut für Festkörperelektronik (IFE) am Institut für Festkörpermechanik (IFKM) ein Hydrogelsensor mittels Kraftkompensation numerisch untersucht werden.

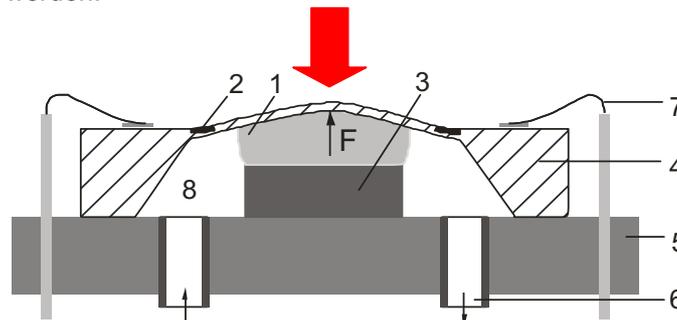


Abbildung: Piezoresistiver Hydrogelsensor bestehend aus: (1) Hydrogel, (2) Piezowiderstand, (3) Silizium-Substrat, (4) Silizium Drucksensorchip, (5) Sockel, (6) fluidischer Kanal, (7) elektrischer Kontakt (Bonddraht), (8) Messflüssigkeit

Stand der Forschung und eigene Vorarbeiten:

Experimentelle Untersuchungen zu chemischen und pH-detektierenden Hydrogel-Sensoren wurden u.a. in [1] dokumentiert. Hierbei zeigte es 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 Projekts soll – aufbauend auf Untersuchungen von [4] – ein Hydrogelsensor in einem definierten gequollenen Zustand numerisch untersucht werden. Durch eine Änderung der Konzentrationen oder der Zusammensetzung der zu untersuchenden Lösung muss eine modifizierte Gegenkraft auf den Sensor aufgebracht werden, um den definierten geometrischen Zustand des Sensors zu erhalten. Mittels einer kontinuumsmechanischen chemo-elektro-mechanische Feldformulierung soll untersucht werden, wie schnell und in welcher Art der Sensor anspricht. Ein Abgleich der numerischen Ergebnisse erfolgt mit experimentell ermittelten Werten des IFE-Sensordemonstrators, vgl. Abbildung. Ziel des Projekts ist es, mittels des entwickelten numerischen Modells, das gekoppelte chemo-elektro-mechanische Verhalten des vorhandenen Sensors nachzurechnen, sowie die Sensor-geometrie 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, *Proceedings of SPIE 9430, Electroactive Polymer Actuators and Devices (EAPAD)* **2015**, 94301I-1...94301I-12