

B7: Kraftkompensierte piezoresistive pH-Sensoren auf Hydrogelbasis

G. Gerlach (IFE) in Kooperation mit S. Zschoche (IPF) und T. Wallmersperger (IFKM)

Motivation:

Polyelektrolytische Gele sind elektroaktive Materialien, die durch Aufnahme bzw. Abgabe von Lösungsmittel große Volumenänderungen erzielen können. Sie besitzen sowohl sensorische als auch aktorische Fähigkeiten. Bisher vorhandene Sensoren auf Hydrogelbasis ermöglichen zwar bereits Messungen von Konzentrationen mit Genauigkeiten im Bereich einiger Prozent, benötigen jedoch aufgrund des Ionentransports und des Kriechverhaltens des Materials 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. In der ersten Periode des Graduiertenkollegs ist die Anwendung des Kraftkompensationsprinzips für einen pH-Hydrogelsensor untersucht worden [1, 2]. Dabei wurde die durch pH-Wertänderung hervorgerufene Quellung durch einen temperaturgesteuerten Hydrogel-basierten Aktor [2] kompensiert. Dadurch wird erreicht, dass der Sensor idealerweise konstant in einem definierten Zustand verbleibt, wodurch sich Kriech- und Hystereseeffekte vermindern lassen und das Einlaufverhalten nach pH-Wertänderungen deutlich verkürzt wird [4].

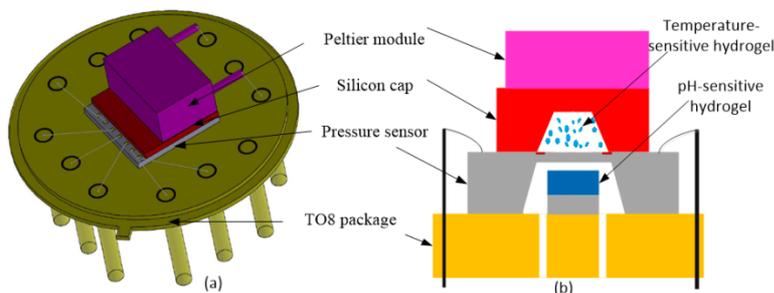


Abbildung: Piezoresistiver Hydrogel-basierter pH-Sensor nach dem Kraftkompensationsprinzip [2].

Stand der Forschung und eigene Vorarbeiten:

Kangfa Deng hat in der ersten Periode des Graduiertenkollegs einen Hydrogel-basierten pH-Sensor nach dem Kraftkompensationsprinzip aufgebaut und untersucht [1, 2], bei dem die durch die pH-Änderung erzeugte Quellung durch den Drucksensor detektiert wurde. Mit diesem Signal wurde die Temperatur eines Peltier-Elementes so gesteuert, dass das temperatursensitive Hydrogel im darüber befindlichen Aktor einen entsprechenden Gegendruck aufgebaut hat [3]. Die Regelung erfolgte dabei so, dass die Auslenkung der Druckmembran und damit auch der Quellzustand möglichst konstant blieben. Es konnte gezeigt werden, dass sich dadurch eine beträchtliche Verkürzung der Einschwingzeiten nach pH-Änderungen erreichen lässt.

Wissenschaftliche Fragestellung und Projektziele:

Im Rahmen des Projekts soll das Prinzip des kraftkompensierten pH-Hydrogelsensors erheblich vereinfacht werden, indem das Hydrogel in der Kavität des Drucksensors gleichzeitig als Sensor- und als Aktor-Element dient. Das soll durch Nutzung von Hydrogelen auf der Basis interpenetrierender Netzwerke erreicht werden. Das entsprechende Hydrogel soll dabei sowohl pH- als auch temperatursensitiv sein, wobei die pH-Abhängigkeit für die sensorische und die Temperaturabhängigkeit für die aktorische Funktion genutzt wird. Für die Integration beider Funktionen mit dem Drucksensorchip soll ein geeigneter Aufbau auf der Basis von MEMS-Technologien gefunden werden.

Die Bearbeitung der Aufgabe umfasst interdisziplinäre Fragestellungen der Sensorik und Messtechnik, der MEMS-Technologien und der Chemie.

Literatur:

- [1] K. Deng, G. Gerlach, M. Guenther: Force-compensated hydrogel-based pH sensor. In: W.-H. Liao, G. Park, A. Erturk (eds.): Active and Passive Smart Structures and Integrated Systems 2015. Proceedings of SPIE, Vol. 9431, 943112-1...8.
- [2] K. Deng, M. Rohn, G. Gerlach: Design, simulation and characterization of hydrogel-based thermal actuators. Sensors and Actuators B (2016), online available, doi:10.1016/j.snb.2016.03.060.
- [3] K. Deng, M. Rohn, M. Guenther, G. Gerlach: Thermal microactuator based on temperature-sensitive hydrogel. Procedia Engineering 120 (2015) 57-62.
- [4] V. Schulz, G. Gerlach, K. Röbenack: Compensation method in sensor technology: a system-based description. Journal of Sensors and Sensor Systems 1 (2012), 5-27.