

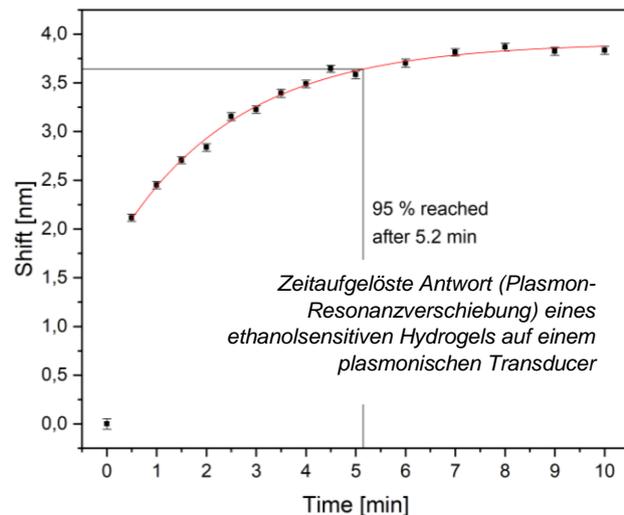
B1: Multiplexing eines plasmonischen Fluidsensors mit Hydrogel-Transducer PD M. Günther (IFE) und Prof. T. Härtling (Fraunhofer IKTS)

Motivation:

Für die Inline-Prozessüberwachung in der Prozessmesstechnik, im Bereich Wasseraufbereitung sowie in der Biotechnologie, Lebensmittel- und Pharmaindustrie sind Tauchsensoren zur Bestimmung flüssigkeitsrelevanter Parameter (pH-Wert, Temperatur, Zucker- und Ethanolkonzentration uvm.) von großem Interesse. Ziel ist es, derartige Sensoren inline für die schnelle Konzentrationsbestimmung bzw. Fluidparameterbestimmung zu verwenden. Neue Herausforderung sind dabei die Integration von Hydrogelen auf optisch aktiven (plasmonischen) Sensorchips sowie eine robuste, prozessintegrierbare Abfrage der optischen Eigenschaften des Sensors. In einer Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Festkörperelektronik (IFE) der TU Dresden und dem Fraunhofer Institut für keramische Technologien und Systeme IKTS soll ein derartiges ganzheitliches Sensorsystem für Flüssigkeiten entwickelt werden.

Stand der Forschung und Vorarbeiten:

Viele herkömmliche Analysetechniken erzielen hohe Nachweisempfindlichkeiten, erfordern jedoch einen hohen apparativen Aufwand. Die Nutzung plasmonischer Sensorsubstrate mit einer analytsensitiven Hydrogelschicht ermöglicht hingegen preiswerte und robuste chemische Sensoren, die miniaturisierbar und inlinefähig sind. In Vorarbeiten wurde ein Demonstrator für die optische Abfrage plasmonischer Sensoroberflächen entwickelt, welcher es erlaubt, die Änderung der Brechzahl im Analyten zu registrieren [1]. Die Brechzahländerung wird dabei durch das analytsensitive Schwellverhalten der Hydrogelschicht auf einem plasmonisch aktiven Substrat hervorgerufen. Dieser Ansatz ist attraktiv, da damit sehr dünne Hydrogelschichten (im Bereich von 100 nm) und somit sehr schnell ansprechende Sensoren aufgebaut werden können. In Arbeiten vorangegangener Mitglieder des Kollegs konnten die Immobilisierung von Hydrogelen auf der plasmonischen Transducerschicht, die Reduktion der Schichtdicke und somit eine deutliche Verkürzung der Ansprechzeit auf etwa 5 min nachgewiesen werden [2].



Wissenschaftliche Fragestellung und Projektziele:

Aufbauend auf diesen bisherigen Ergebnissen sollen in dem hier ausgeschriebenen Vorhaben das Verständnis und die Beherrschung des Sensoreffekts vertieft werden. Ziel ist es, verschiedene Messgrößen gleichzeitig auf einem Sensorsubstrate erfassen zu können (Multiplexing). Auf diesem Wege wird zum einen den Anforderungen von Anwendern (z.B. Brauereien) Rechnung getragen. Zum anderen können Querempfindlichkeiten unterschiedlicher Hydrogele erfasst bzw. eliminiert werden. Insgesamt wird so ein wichtiger Schritt hin zu realen Anwendungen hydrogelbasierter optischer Sensoren anvisiert. Konkret sind folgende Fragestellungen zu lösen:

- Parallele Immobilisierung von pH- und ethanolsensitiven Hydrogelen auf einer plasmonischen Sensoroberfläche
- Test verschiedener glukosesensitiver Hydrogele auf plasmonischem Transducer und Einbindung des sensitivsten in die parallele Immobilisierung
- Optimierung der lateralen Strukturierung sowie weitere Verringerung der Schichtdicke der Hydrogele auf $\sim 1\mu\text{m}$ zur weiteren Erhöhung der Empfindlichkeit und weiteren Senkung der Ansprechzeit (hierfür steht ein Mikrokontaktdrucker am Fraunhofer IKTS zur Verfügung)
- Erstellung eines Messaufbaues zum direkten und robusten Sensoranschluss an Flüssigkeitsprobenvolumina unter Integration eines Temperatursensors und gleichzeitiger Erfassung der Messwerte pH, Ethanol- und Glukosegehalt und Temperatur (Multiplexing)
- Bestimmung und Untersuchung von Querempfindlichkeiten und Degradation der Hydrogele
- Entwurf und Demonstration von Messprotokollen zur Elimination von Querempfindlichkeiten
- Untersuchung der Nachweisgrenzen und des Ansprechverhaltens sowie Demonstration der gleichzeitigen Erfassung der genannten Messwerte in realen Medien (v.a. Maische)

[1] R. Wuchrer, S. Amrehn, L. Liu, T. Wagner, T. Härtling: A compact readout platform for spectral-optical sensors, J. Sens. Sens. Syst., JSSS, 5 (2016), 157–163, doi:10.5194/jsss-5-157-2016

[2] C. Kroh, R. Wuchrer, M. Günther, T. Härtling, G. Gerlach: Evaluation of the pH-sensitive swelling of a hydrogel by means of a plasmonic sensor substrate, J. Sens. Sens. Syst., 7 (2018), 51–55, https://doi.org/10.5194/jsss-7-51-2018