

A7: Komplexe bisensitive Hydrogelsysteme

B. Voit und J. Gaitzsch (IPF) in Kooperation mit A. Richter (IHM) und G. Gerlach (IFE)

Motivation:

Die Kopplung stimuli-sensitiver Eigenschaften und funktionaler Komponenten in einer Hydrogelmatrix geeigneter Dimensionen stellt eine Grundvoraussetzung für Mikrofluidsysteme dar. Die Kombination kann bereits in segmentierten polymeren Bausteinen der Hydrogele oder durch Kombination verschiedener Polymernetzwerke erfolgen. Von der Durchdringung auf molekularem Niveau bei interpenetrierenden Netzwerken (IPN), semi-IPN und Netzwerken mit spezifischen Seitenketten bis hin zur physikalischen Mischung von sensitiven Beads sind hier Lösungen geeignet. Ein wichtiger Aspekt aller Hydrogelsysteme stellt deren Morphologie dar, welche sich mit der Netzwerkbildung einstellt und die wesentlich die Beweglichkeit von Molekülen in der Matrix bestimmt und damit die Dynamik der Zustandsänderungen der Hydrogelmatrix selbst nach entsprechender Stimulierung. In Zusammenarbeit mit dem Projekt B5 (AG Richter) und B7 (AG Gerlach) sollen hier die Grundlagen für Hydrogelsysteme geschaffen werden, die sich für steuerbare mikrofluidische Prozessoren mit hoher Leistungsfähigkeit und kraftkompensierte piezoresistive pH-Sensoren eignen.

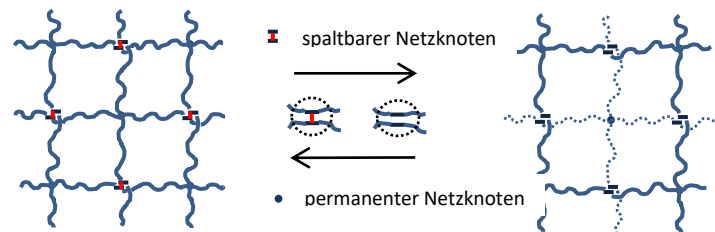


Abb.: Veränderung der Netzstruktur

Stand der Forschung und eigene Vorarbeiten:

Stimuli-responsive Hydrogele werden vielfältig für Anwendungen in Aktorik und Sensorik diskutiert, wobei die thermodynamische und kinetische Beschreibung des Quellvorganges grundlegend für deren Einsatz in der Mikrosystemtechnik ist. Neben den verbesserten mechanischen Stabilitäten eines IPN gegenüber einzelnen Netzwerken wurden auch netzwerkspezifische Diffusionskoeffizienten für die Stimuli-induzierten Quellvorgänge für pH- und Temperatur-sensitive Netzwerke in Form eines IPN bestimmt (Krause et al. Soft Matter 2016). IPNs konnten erfolgreich in kraftkompensierte Sensoren integriert werden (Sensors Letters 2017). Mittels redox-sensitiven Disulfidgruppen konnten erstmalig zyklisch reversibel-schaltbare Gele mit (nicht-)permanenten Hauptnetzwerkknoten etabliert werden. Dieses Prinzip ist noch nicht ganz auf reversibel-schaltbare Seitenkettennetzwerkknoten übertragen worden.

Wissenschaftliche Fragestellung und Projektziele:

Auch für die 3. Projektphase bleibt es das generelle Ziel, stimuli-sensitive Hydrogelmatrixen zu schaffen, die nach Eigenschaften, Form und innerer Struktur für mikrofluidische Systeme (Sensor- und Ventilmaterial) geeignet sind. Dazu dient eine weitere Variation der Art der Polymersegmente entsprechend neuer erforderlicher Sensitivitäten. Die zu detektierende Sensitivität soll über eine intrinsische oder auch extrinsische Änderung der Netzwerkstruktur erreicht werden. Das Konzept der reversiblen Netzwerkknotenverknüpfung via Seitenketten soll in dem Sinne erweitert werden, dass die frei werdenden Knüpfungsgruppen zur Detektion von Biomolekülen und/oder Komplexierung von Analyten, aber auch in kraftkompensierten Sensoren zu nutzen sind. Weiterhin soll das Konzept der reversiblen Seitenkettenvernetzung mittels Wirt-Gast-Wechselwirkungen bzw. fotochemische Reaktionen in einem gequollenen Gel (Nutzung als offenes Ventil) Antworten auf die Diffusionsbarriere von Nanopartikeln in mikrofluidischen Devices untersucht werden. Der Wirkmechanismus sollte so funktionieren, dass keine größere Quellbarkeit des Gels nach Aufhebung der Seitenkettenknoten unter Anwendung eines bestimmten Stimulus auftritt.