

B6: 3D Hochintegration hydrogel-basierter mikrofluidischer Schaltkreise

A. Richter (IHM) in Kooperation mit B. Voit und D. Appelhans (IPF)

Motivation:

Gängige mikrofluidische Schaltkreise bestehen aus passiven Bauelementen, deren Steuerung von außen mit Ventilen und Pumpen gewährleistet wird. Durch diese externe Steuerung ist eine Skalierbarkeit der mikrofluidischen Chips nicht gewährleistet und bedarf einer komplexen Laborausstattung. Daher werden an der Professur für Mikrosystemtechnik intrinsische aktive Schaltelemente erforscht, die in mikrofluidische Schaltkreise integrierbar sind. Diese Schaltelemente besitzen ein transistorartiges Schaltverhalten und ermöglichen aktive Schaltungskonzepte für die chemische Informationsverarbeitung, die unter anderem zur Steuerung enzymbeladener Reaktoren (A6) für die chemische Verfahrenstechnik eingesetzt werden können.

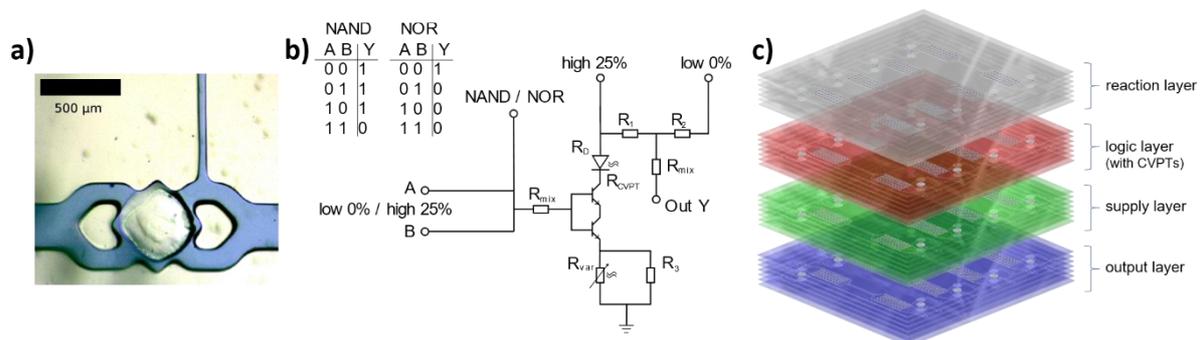


Abbildung: Chemofluidische Schaltkreise. A): Chemofluidischer Volumenphasenübergangstransistor (CVPT), b): Schaltkreis des NAND oder NOR Gates auf Basis des planaren CVPTs, c): mikrofluidisches Mehrlagenkonzept für einen Multireaktorchip

Stand der Forschung und eigene Vorarbeiten:

Der Designentwurf, die Modellbeschreibung (Mehner et al. 2017) und die Charakterisierung des CVPT sind abgeschlossen. Zudem sind erste Schaltungen für die planare Logik (Paschew, Pini, Häfner et al. 2016, 2018) und membran-isolierten Logik (Frank et al. 2017), entstanden. Erste Anwendungen im Bereich der mikrofluidischen, enzymbeladenen Reaktoren (Simon et al. 2018) wurden demonstriert. Ein lithografischer Herstellungsprozess für die Schaltkreise ist etabliert und erweitert auf eine folienbasierte Herstellung. Mit der Erweiterung der Laserablationsanlage und einem Multikanal-3D-Polymerdrucker für den sub 50 µm ist die Herstellung komplexer, aktiver fluidischer Schaltkreise gewährleistet.

Wissenschaftliche Fragestellung und Projektziele:

Ziel des Projektes ist der Entwurf mehrlagiger, aktiver Schaltkreise mit hydrogel-basierten chemofluidischen Transistoren. Dabei soll bei der Herstellung ein Konzept für den Mehrkanal-3D-Drucker und der Laserablationsanlage entwickelt sowie ein effizientes Ansteuerungskonzept etabliert werden. Es sind Designregeln für robusten Schaltkreisentwurf zu formulieren und die Funktionalität der Schaltkreise nachzuweisen. Dabei können auf bestehende Messstände für die Charakterisierung und Ansteuerung zurückgegriffen werden. Die ermittelten Parameter des Schaltkreises sollen in die bestehenden Kompaktmodelle eingepflegt und gegebenenfalls erweitert werden. Die Realisierung der logischen Ansteuerung der Schaltkreise erfolgt in Zusammenarbeit mit Projekt B5.