

A9 (Fortsetzung): Funktionale Fotopolymerformulierungen für die additive Verarbeitung mittels Mikrostereolithographie

J. Thiele (IPF) in Kooperation mit A. Fery, A. Richter, B. Voit

Motivation:

Die Darstellung von Mikroflusszellen mit funktionalen Einheiten wie Ventilen, Pumpen sowie Mikromischern erfolgt konventionell seit annähernd zwei Dekaden mittels kombinierter Foto- und Soft-Lithographie in einem vielstufigen Verfahren. Während additive Fertigungsverfahren aufgrund ihrer einstufigen Prozessführung zunehmend an Bedeutung gewinnen – zu nennen ist hier insbesondere die Mikrostereolithographie (μ SL) – sind die dabei zum Bau von Mikroflusszellen eingesetzten Materialien zumeist spröde und unelastisch (typische E -Moduli: mehrere MPa - GPa), nicht funktional oder erlauben keine mikroskopische Auflösung unterhalb von 100 μ m, wie für mikrofluidische Anwendungen vielfach gefordert. In diesem Projekt sollen Fotopolymerformulierungen entwickelt werden, die eine Fertigung von funktionalen, schaltbaren Mikroflusszellen mittels μ SL unter höchstmöglicher Auflösung erlauben.

Stand der Forschung und eigene Vorarbeiten:

Fotopolymerformulierungen mit definierter Zusammensetzung wurden vom ThieleLab (<https://thielelab.com>) für die additive Fertigung mittels μ SL eingesetzt, um unter Verwendung kommerzieller Mikrostereolithographie (z.B. ASIGA Pico2 HD, Cerafab 7500) Mikroflusszellen erstmalig mit einer höchstmöglichen Auflösung der Mikrokanäle von 75 μ m (lateral) herzustellen.[1] Diese wurden erfolgreich für die Herstellung von Wasser/Öl-, Öl/Wasser- sowie Wasser/Öl/Wasser- und Öl/Wasser/Öl-Emulsionen verwendet, wobei dank mehrlageriger Kanalgeometrie ein- und dieselbe Flusszelle für Einfach- bzw. Doppelemulsionen eingesetzt werden konnte. Die so hergestellten Emulsionstropfen konnten anschließend als Template für die Darstellung von Mikrogelen herangezogen werden.

Wissenschaftliche Ziele und Fragestellungen:

Projektziel ist die Entwicklung einer Materialbibliothek von Fotopolymerformulierungen für die stereolithographische Darstellung von Polymerbauteilen – insbesondere Mikroflusszellen – mit schaltbaren Funktionen. Der Schwerpunkt wird auf elastischen Materialien für den Bau luftdruck-gesteuerter Ventile (erste Vorarbeiten sind hierzu erfolgt [2]), auf piezoelektrischen Materialien für den Bau elektrisch gesteuerter Pumpen sowie auf plasmonisch heizbaren Materialien für die Schaltung von Polymeren mit LCST-Verhalten liegen. Die Formulierungen werden bezüglich Reaktionskinetik, minimal möglicher Voxelgröße sowie Transparenz, Funktionalität und Homogenität (im Falle der Zugabe von nanopartikulären Zusätzen basierend auf Gold [3] oder Bariumtitanat [4]) optimiert werden.

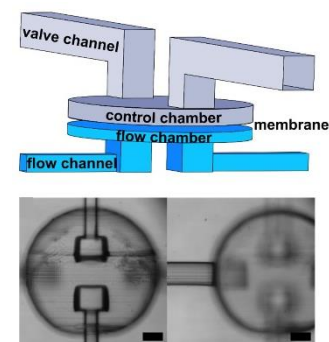


Abbildung 1: Beispiel eines additiv gefertigten, elastischen Ventils auf Basis maßgeschneiderter Fotopolymerresine.

Literatur:

- [1] M. Männel, L. Selzer, R. Bernhardt, J. Thiele, *Adv. Mater. Technol.* **2019**, *4*, 1800408.
- [2] M. Männel, N. Weigel, J. Thiele, „Multifunctional microfluidic devices from tailored photopolymer formulations“, submitted to *SPIE Proc. Microfluidics, BioMEMS, and Medical Microsystems XVII*.
- [3] S. R. Sershen, G. A. Mensing, M. Ng, N. J. Halas, D. J. Beebe, J. L. West, *Adv. Mater.* **2005**, *17*, 1366.
- [4] K. Kim, W. Zhu, X. Qu, C. Aaronson, W. R. McCall, S. Chen, D. J. Sirbulu, *ACS Nano* **2014**, *8*, 9799.