



# Form-Gedächtnis Mikroventile für Fluid-Systeme Shape-Memory Microvalves for Fluidic Systems

C. Megnin\*, H. Ossmer\*\*, M. Gültig\*\*, T. Hanemann\*\*\* und M. Kohl\*\*

\*Professur für Werkstoffprozesstechnik (WPT), Institut für Mikrosystemtechnik - IMTEK, Universität Freiburg, Germany

\*\*Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT), Karlsruher Institut für Technologie - KIT, Germany

\*\*\*Institut für Angewandte Materialien (IAM), Karlsruher Institut für Technologie - KIT, Germany

## Kurzdarstellung

Dieser Beitrag beschreibt die Entwicklung von Mikroventilen und darauf aufbauender mikrofluidischer Systeme auf Basis strukturierter Folien aus Formgedächtnislegierung (FGL). Im Detail bedeutet dies, die

- Auslegung
- Konstruktion
- Charakterisierung

der Ventilkomponenten sowie deren Integration in mikrofluidische Systeme.

## Formgedächtniseffekt

- Im kalten Zustand (Martensit) leicht durch äußere Kraft verformbar ( $T < A_s$ )
- Rückverformung im warmen Zustand (Austenit) in ursprüngliche Gestalt nach Überschreiten einer materialspezifischen Umwandlungstemperatur ( $T < A_f$ )

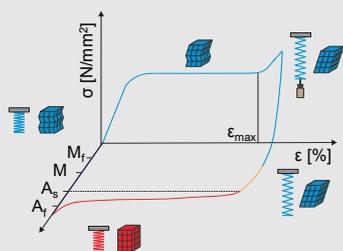


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Verhaltens einer Formgedächtnislegierung mit Einweg-Effekt in einem Spannungs-Dehnungs-Temperatur Diagramm.

- FGL besitzen eine Leistungsdichte von  $10^7 \text{ J/m}^3$  [1]
- Die Folienstärke des Materials beträgt  $17 \mu\text{m}$

## Herstellung und Zusammenbau

- Schichtbasierter Aufbau
- Polymerkomponenten mittels Rapid-Manufacturing (Gehäuse, Abstandshalter und Deckel)
- Strukturierung des FGL-Brückenaktors durch einen parallelen nasschemischen Ätzprozess oder Laser
- Verbindung über Schnappverbindung oder Verschraubung

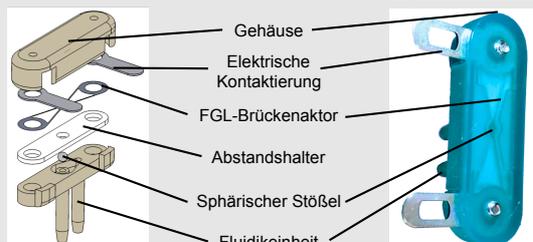


Abbildung 2: Schematische Darstellung des FGL-Mikroventils.

Abbildung 3: Foto eines fertig montierten FGL-Mikroventils.

## FGL-Mikroventile

- Normal geöffnete (NO) und normal geschlossene (NC) FGL-Mikroventile [2]
- Passive Rückstellkraft
  - Fluiddruck (NO)
  - Druckfeder
- Erweiterung zum Regelkreis
  - Durchflusssensor
  - PID-Regelung

Tabelle 1: Statische und dynamische Eigenschaften der NO und NC Mikroventile für flüssige und gasförmige Medien.

		NO	NC
Durchfluss @ 200 kPa	Gas [sccm]	2000	880
	Wasser [ml/min]	12,5	8,5
Zeitkonstanten	Heizen [ms]	10	
	Kühlen [ms]	24	
Regelabweichung	%	1,5	
Leckage	Gas [sccm]	< 1	
	Wasser [ $\mu\text{l}/\text{min}$ ]	< 10	
Berstdruck	$\Delta p$ [kPa]	710	
Heizleistung	[mW]	80	225

## Fluidsysteme

- 4 laterale und 2 vertikale fluidische Anschlüsse
- FGL-Mikroventile schalten Kanäle
- Schaltelektronik zur Ansteuerung der FGL-Mikroventile

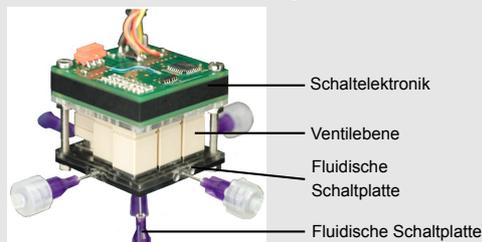


Abbildung 4: Auf einer fluidischen Schaltplatte mittels magnetischem Anschluss verbundene FGL-Mikroventile, die über eine gemeinsame Schaltelektronik angesteuert werden.

## Zusammenfassung

Diese Arbeit präsentiert die Herstellung von NO und NC FGL-Mikroventilen, die Einbindung in einen Regelkreis, deren Integration in ein fluidisches System sowie die Charakterisierung der fluidischen und elektrischen Eigenschaften.

## References

- [1] M. Kohl, "Shape memory microactuators," *Microtechnology and MEMS*, Springer-Verlag, 2004.
- [2] C. Megnin, "Shape memory alloy microvalves for a fluidic control system" *JMM*, vol. 24, no. 2, 2013

Kontakt: [info@smactuators.com](mailto:info@smactuators.com)