

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Strömungsmechanik in Mikromembranventilen	6
2.1.	Grundlagen der Strömungsmechanik	7
2.2.	Entwurf von Strömungsmodellen für mögliche Ventildesigns	10
2.2.1.	Schalten eines Fluids durch Verschließen einer Blende	10
2.2.2.	Schalten eines Fluids durch Verschließen eines Kanals	13
2.2.2.1.	Einstufiges Design.....	13
2.2.2.2.	Zweistufiges Design	15
2.3.	Simulation von Druckverteilungen mit der Finite Elemente Methode	17
2.4.	Systementwurf	20
2.5.	Zusammenfassung der Ergebnisse	21
3.	Vergleich verschiedener thermischer Aktorprinzipien	22
3.1.	Thermo-mechanischer Bimetallaktor	22
3.1.1.	Theorie des Bimetalls.....	22
3.1.2.	Mögliche Ventildesigns mit Bimetall als Ventilaktor.....	24
3.1.2.1.	Bimetallstreifen	25
3.1.2.2.	Runde Bimetallscheibe	26
3.1.2.3.	Vergleich beider Designmöglichkeiten	27
3.1.3.	Auswirkung des Herstellungsverfahrens auf die Aktorfunktion	29
3.1.4.	Ergebnis der Untersuchung eines thermo-mechanischen Aktors	30
3.2.	Thermo-pneumatischer Aktor	30
3.2.1.	Wirkungsprinzip des Aktors	30
3.2.1.1.	Erwärmen von Luft.....	31
3.2.1.2.	Verdampfen einer Flüssigkeit.....	32
3.2.1.3.	Mehrstoffsysteme	35
3.2.2.	Energieeinkopplung in den Aktor	36
3.2.2.1.	Elektrische Energieeinkopplung.....	36
3.2.2.2.	Optische Energieeinkopplung.....	38
3.2.3.	Einfluß der Membraneigenschaften auf das Aktorverhalten.....	39
3.2.4.	Finite Elemente Rechnungen zur Untersuchung von Membranverhalten.....	42
3.2.5.	Ergebnis der Untersuchung eines thermo-pneumatischen Aktors.....	45

4.	Design und Herstellungsverfahren gefertigter Ventilsysteme.....	47
4.1.	Das LIGA Verfahren	47
4.2.	Mit der Röntgentiefenlithografie hergestelltes Ventilsystem	49
4.2.1.	Vereinzelungstechniken	49
4.2.2.	Justier- und Klebetechniken	53
4.2.2.1.	Justieren.....	53
4.2.2.2.	Kleben.....	55
4.2.3.	Design und Funktion	58
4.2.4.	Herstellung des Mikroventilsystems	60
4.3.	Mit dem Abformverfahren hergestelltes Ventilsystem	64
4.3.1.	Das Abformverfahren.....	64
4.3.2.	Design und Funktion	65
4.3.3.	Herstellung des abgeformten Mikroventilsystems	68
4.3.3.1.	Herstellung der abgeformten Strukturen	68
4.3.3.2.	Integrieren der Membran und des elektrischen Aktorantriebs.....	72
4.4.	Zusammenfassung	75
5.	Messungen	76
5.1.	Messungen zum integrierten thermo-pneumatischen Aktor.....	76
5.1.1.	Elektrische Energieeinkopplung.....	76
5.1.2.	Optische Energieeinkopplung	80
5.1.3.	Vergleich der Energieeinkopplungen	84
5.2.	Durchflußmessungen	85
5.2.1.	Röntgentiefenlithografisch hergestelltes Ventilsystem	86
5.2.2.	Abgeformtes Ventilsystem	88
5.3.	Schließen eines abgeformten Ventils mit integriertem Aktor	89
5.4.	Ergebnisse der Messungen	90
6.	Zusammenfassung und Ausblick.....	92
7.	Literaturverzeichnis.....	97
	Anhang.....	105
	Liste der verwendeten Symbole	105
	Physikalische und chemische Daten verschiedener Alkane und Wasser	107