

## Brennweitenvariation fluidischer Mikrooptiken (SPP Aktive Mikrooptik)

T. Schultheis<sup>1</sup>, T. Fahlbusch<sup>1</sup>, M. Rahives<sup>1</sup>, L. Spani Molella<sup>2</sup>, E. Reithmeier<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Leibniz Universität Hannover, Institut für Mess- und Regelungstechnik,  
Nienburgerstrasse 17, 30167 Hannover

<sup>2</sup> Leibniz Universität Hannover, Hannoversches Zentrum für optische Technologien,  
Nienburgerstrasse 17, 30167 Hannover

**Ansprechpartner:** Thanin Schultheis, Tel.: 0511 762-17901, Mail: [thanin.schultheis@imr.uni-hannover.de](mailto:thanin.schultheis@imr.uni-hannover.de)

**Abstract:** Folgender Artikel stellt einen Teil des Schwerpunktprogramms 1337 (SPP) Aktive Mikrooptik vor, der sich in seiner Gesamtheit mit der Entwicklung von adaptiven Mikrooptiken befasst. Zu diesem Zweck werden am IMR und HOT optische Strukturen erstellt, die die Grundlage für ein mikrooptisches System bestehend aus einem Antrieb für das Fluid, dem Fluid selbst und einer Ansteuerung bilden. Da Antrieb und Fluid im Kompetenzbereich von Projektpartnern liegen, behandelt der anschließende Teil die sich am IMR und HOT in der Entwicklung befindliche Optik.

### I. Einleitung

Folgend wird das Konzept und ein Demonstrator eines mikrooptischen Systems mit kontinuierlich veränderbarer Brennweite vorgestellt. Dieses beruht auf einem Mikrokanalsystem. Durch Aufbringen einer Kraft  $F$  auf ein Optofluid kann die Krümmung einer Flüssigkeitsmembranlinse [1] gesteuert werden oder eine Kammer mit einem optisch wirksamen Fluid zum Indexmatching befüllt werden. Insgesamt soll ein modular aufgebautes Konzept und damit ein adaptives und nahezu universelles mikrooptisches System hergestellt werden, das unterschiedlichen Applikationen dienen kann. Gleichzeitig

bietet die kompakte Bauweise die Möglichkeit zur platzsparenden Integration in komplexere Systeme. Zusammengefasst wird in diesem Projekt ein neuartiges Konzept durchstimmbarer mikrooptischer Systeme entwickelt, welches sowohl einen durch seine Modularität einen Packaging Aspekt verfolgt, also die Möglichkeit zur Zusammenschaltung mehrerer solcher Systeme bieten als auch kostengünstig und in großer Stückzahl über Heißprägeverfahren [2] produzierbar sein soll.

### II. Konzept

Durch Ausüben einer Kraft  $F$  auf ein Fluid mit definiertem Brechungsindex lässt sich dieses verschieben. Die Volumenbewegung des Fluids beeinflusst direkt den Krümmungsradius der sich aus der Kreisöffnung mit Radius  $S$  ausprägenden Linse. Der Krümmungsradius ist unmittelbar an die Brennweite über den Brechungsindex der Flüssigkeit gekoppelt.

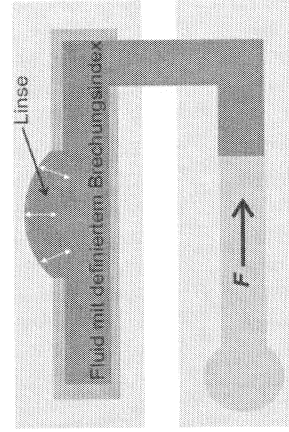


Abb. 1: Schematischer Aufbau der Mikrooptik.

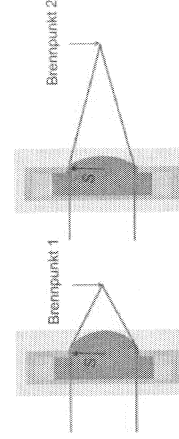


Abb. 2: Mikrolinse mit kleinem (links) bzw. großem

### III. Ergebnisse

Es wurde ein makroskopischer Demonstrator entwickelt, der die Idee visualisieren und das Prinzip des Indexmatching ver-

deutlichen soll. Das folgende Foto zeigt den Demonstrator; eine mikrooptische Linse auf einer optischen Bank. Bestehend aus zwei durchsichtigen Membranen kann der Zwischenraum mit einem optisch wirksamen Fluid befüllt und so zum Indexmatching genutzt werden, wenn man die eine Membran beispielsweise durch eine Fresnellinse oder Ähnliches ersetzt und eine Flüssigkeit benutzt, die entsprechend komplementäre optische Eigenschaften hat.

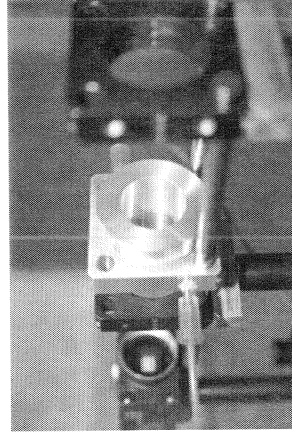


Abbildung 3: Foto des Demonstrators.

Für die Auslegung der Flüssigkeitslinse wurde eine Analyse der Brennweite in Abhängigkeit des Kugelsegmentvolumens für verschiedene Öffnungsradien  $S$  als Parameter durchgeführt. Diese basiert auf der Linsenmachergleichung [3] und ist in der anschließenden Abbildung 4 gezeigt.

Den Kurven kann man entnehmen, dass zunächst eine große Brennweitenänderung bei geringem Volumenzuwachs erfolgt und sich dieses Verhalten mit steigendem Volumen umkehrt. Es ändert sich also die Brennweite bei Annäherung an das Maxi-

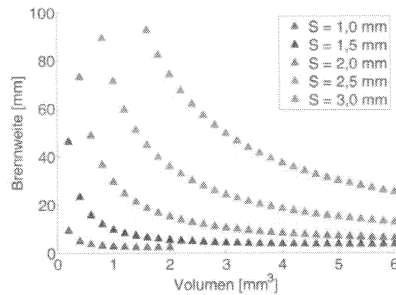


Abb. 4: Brennweite in Abhängigkeit des Linsenvolumens für verschieden Öffnungsradien

malvolumen (Halbkugelvolumen) kaum. Zu beachten ist allerdings, dass diese Betrachtung nicht allgemeingültig ist, sondern die Gleichung, die dieser Analyse zugrunde liegt, durch die Plankonvexität der hier untersuchten Linse zu einer Vereinfachung führt. Dennoch zeigt die durchgeführte Analyse den applikationsbezogenen wesentlichen Teil auf, nämlich eben den Anfangsbereich.

#### IV. Projektpartner

Das Schwerpunktprogramm 1337 (SPP) Aktive Mikrooptik ist ein institutsübergreifendes Projekt, welches, gegliedert nach Kompetenzen, von unterschiedlichen Projektpartnern bearbeitet wird. So arbeiten neben dem Hannoverschen Zentrum für optische Technologien (HOT) und dem Institut für Mess- und Regelungstechnik (IMR) noch weitere Institute an dem SPP. Das Institut für Nano- und Mikroprozessertechnik (NMP) ist für die Herstellung und Bereitstellung von Mikrofluiden zuständig. Das Institut für Mi-

krotechnologie (IMT) stellt die Mikroantriebe im weitesten Sinne her.

#### IV. Literaturverzeichnis

[1] H. Zappe, Flüssigkeiten und Polymere für durchstimmbare Mikrooptiken, Erster Workshop Optische Technologien, Seiten 86-109 (2008).

[2] M. Rahlves, A. Gräper, A Kraft, E. Reithmeier, DGaO Proceedings, 107 Tagung, Posterbeitrag P51 (2006).

[3] J.W. Goodman, Fourier Introduction to Fourier Optics, Seite 100, Roberts & Company Publishers, dritte Auflage (2005).