



## Physikalische Modellierung und Simulation von elektromagnetischen Mikroventilen

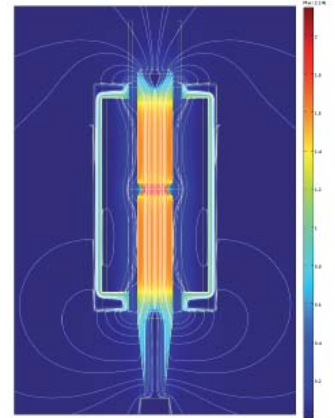
Mikroventile werden in der Druckindustrie oder in Dosierautomaten eingesetzt. Die Entwicklungsparameter solcher Ventile werden in langwierigen Versuchen experimentell ermittelt, wobei für jeden Versuch ein neuer Prototyp hergestellt werden muss. Mittels mechatronischer Gesamtsimulation sollen nun die Parameter beliebiger Ventile ohne Prototypenbau schnell und zuverlässig ermittelt werden. Die dabei aufgebaute Kompetenz lässt sich auf eine Vielzahl technischer Problemstellungen übertragen.

Um eine Gesamtsimulation eines Ventils zu erstellen, müssen Elektromagnetik, Fluidik, Dynamik und Mechanik, aber auch die elektronische Ansteuerung nachgebildet werden. Insbesondere sind auch die Wechselwirkungen dieser Teilsysteme aufeinander zu berücksichtigen. Als Systemeingang dient die elektrische Ansteuerung, über welche die Dosierung gesteuert werden kann. Je nach angelegter Spannung wird im elektromagnetischen Teilsystem unter Berücksichtigung von Induktionsströmen und der nicht linearen magnetischen Materialien die Ankerkraft berechnet. Mit dieser Kraft wird im mechanischen Teilsystem die Dynamik des Ankers unter Berücksichtigung von Rückstellfeder und Endanschlägen bestimmt. Die Bewegung des Ankers wird ans elektromagnetische Teilsystem zurückgegeben und beeinflusst die Induktion und somit auch die Magnetkraft. Die Ankerbewegung öffnet nun den Ventilsitz, wodurch das Fluid in die Düse strömen kann. Die Ankergeschwindigkeit verursacht eine Scherung des Fluids, welche die Strömung beeinflusst und zu verschiedenen Effekten wie Kavitation führen kann. Die fluidische Scherkraft wird als Last an das mechanische Teilsystem zurückgegeben.

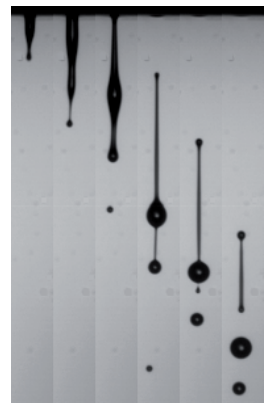
Sobald das Fluid aus der Düse austritt, bilden sich durch die Oberflächenspannung Tropfen. Dies wird mit einer Zweiphasenströmung (Arbeitsfluid / Luft) modelliert. Zudem lässt sich auch der Tropfenabriss an der benetzten Düsenoberfläche untersuchen.

Die Simulationsergebnisse konnten mit verschiedenen Messungen wie z.B. Hochgeschwindigkeitsaufnahmen der Tropfenablösung verglichen werden.

Von dieser Arbeit wurde auch ein Paper verfasst, welches an der European Comsol Conference 2009 präsentiert und mit dem 1. Platz des "Best Paper Award" ausgezeichnet wurde.



Elektromagnetische Mikroventile werden in vielen Gebieten eingesetzt. Die Entwicklung solcher Ventile erfolgt oftmals experimentell, was zu hohen Entwicklungskosten führt. Am Institut für Drucktechnologie in Burgdorf, werden Simulationen aus den Bereichen der Fluidik, Elektromagnetik, Dynamik und Mechanik kombiniert und ausgeführt. Dadurch lassen sich komplexe Gesamtsysteme simulieren.



Karl-Heinz Selbmann  
Berner Fachhochschule  
Institut für Drucktechnologie  
Postfach  
Pestalozzistrasse 20  
3401 Burgdorf

karl-heinz.selbmann@bfh.ch  
+41 (0)34 426 43 29  
<http://www.drucktechnologie.ch>