

Multiphysik-Simulation für Lab-on-a-Chip-Systeme

In miniaturisierten biologischen Test- und Analysesystemen beeinflussen u.a. fluidische, elektrokinetische, thermische und biochemische Effekte die Funktion. Aufgrund der Vielfalt der Effekte und ihrer komplexen Abhängigkeiten ist oft nicht ohne weiteres vorhersagbar, ob ein bestimmtes Systemdesign auch tatsächlich das gewünschte Verhalten zeigen wird.

Das NMI unterstützt die zielgerichtete und effiziente-Entwicklung Ihrer MEMS (Mikro-Elektro-Mechanische Systeme) durch 1D, 2D und 3D Multiphysik-Simulationen dieser Phänomene. Wir untersuchen Ihr Systemdesign und optimieren es auf Ihre Anwendungsziele.

Ihr Vorteil

Zeit- und Kostenreduktion bei Prototypenherstellung. Geringere Anzahl experimenteller Versuchsreihen.

Zu den berechneten Phänomenen gehören u.a.:

- Elektrische/elektromagnetische Felder
- Kräfteverteilungen
- Strömungsprofile
- Temperaturverteilungen
- Durchmischung: Diffusion und Konvektion
- Kapillarkräfte, Oberflächenspannung
- Oberflächenreaktionen

Der Aufbau Ihres MEMS kann direkt aus Ihren CAD-Daten, aber auch aus Handzeichnungen übernommen werden. Die eingesetzten numerischen Verfahren beinhalten das Finite Volumen Verfahren, das Finite Elemente Verfahren und die Boundary Element Methode.

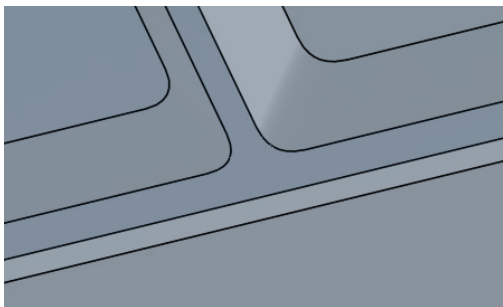


Bild 1

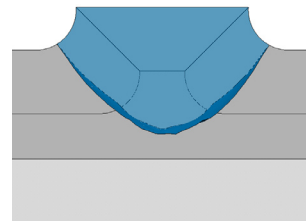


Bild 3

CAD-Zeichnung (Bild 1), Simulation (Bild 3+4) und Experiment (Bild 2):

Befüllung eines Mikrofluidikkanals (Bild 1) in einem Lab-on-Chip-System. Die Simulation (Bild 4) zeigt den Druckverlauf in der Flüssigkeit während der Befüllung der Gabelung mit Wasser.



Bild 2

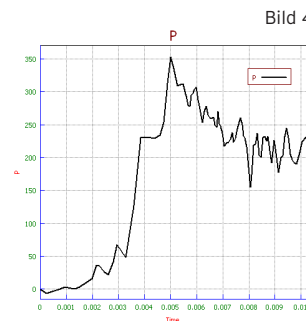


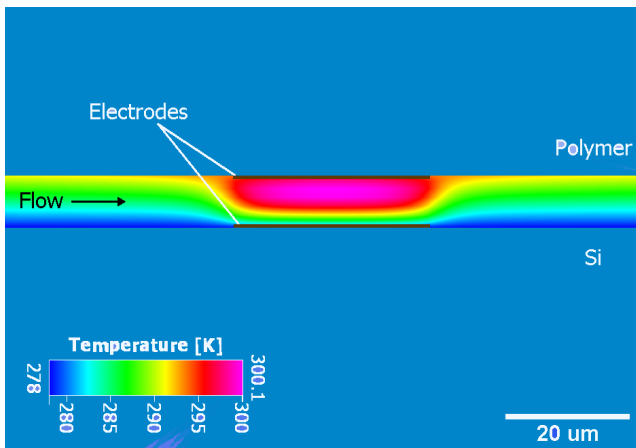
Bild 4

In der Simulation tritt beim Erreichen der Gabelung ein Druckanstieg in der Flüssigkeit auf. Dieser Druckanstieg konnte im Experiment durch verzögerte Befüllung der Gabelung beobachtet werden (Bild 2), ebenso wie die Wölbung der Flüssigkeitsoberfläche während der Befüllung der Gabelung.

**Naturwissenschaftliches und
 Medizinisches Institut
 an der Universität Tübingen**

Markwiesenstraße 55
 72770 Reutlingen, Germany
 Telefon +49 7121 51530-0
 Telefax +49 7121 51530-16
www.nmi.de

Multiphysik-Simulation für Lab-on-a-Chip-Systeme

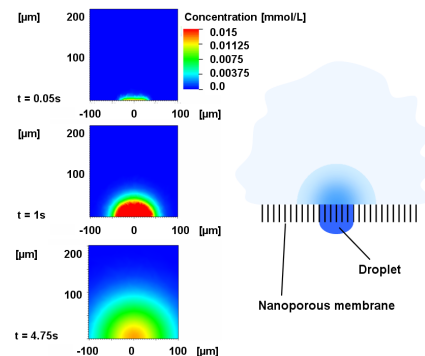


Temperaturverteilung in strömender Flüssigkeit aufgrund Joulescher Erwärmung

Durch Anlegen eines elektrischen Wechselfeldes wird Pufferflüssigkeit, die durch einen Mikrokanal strömt zwischen den Elektroden kurzzeitig erwärmt. Die Simulation ergab, dass ein hoch-temperaturleitfähiges Substratmaterial erforderlich ist, um für ausreichende Wärmeableitung zu sorgen und die Temperaturerhöhung zwischen den Elektroden auf ein für biologische Partikel verträgliches Maß zu begrenzen. Die Wärmeabfuhr durch die vorbeiströmende Flüssigkeit ist demgegenüber vernachlässigbar gering.

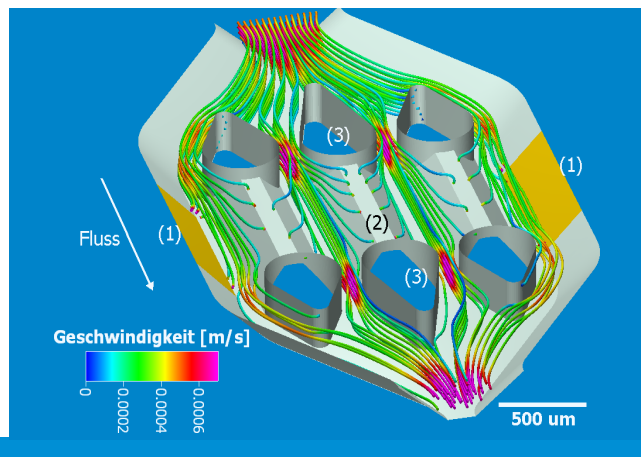
Diffusion und Konvektion

Aus einem Tropfen mit einem Volumen im Picoliter-Bereich gelangt Flüssigkeit aufgrund von Diffusion und Konvektion durch die Poren nanoporöser Membranen. Multiphysik-Simulationen liefern ein qualitatives und quantitatives Bild der Verteilung des Wirkstoffes im Medium nach Durchtritt durch die Membran.



Trajektorien biologischer Zellen in 3D-strukturierten Mikrofluidikkammern unter dem Einfluss hydrodynamischer und elektrischer Kräfte

Durch ein Wechselfeld zwischen zwei Elektroden (1) können Zellen, die in Flüssigkeit suspendiert sind mit Hilfe dielektrophoretischer Kräfte (pDEP) manipuliert werden. Dadurch ist es möglich, Zellen auf Mikrostrukturen (2) anzusammeln, die sich in den strömungsberuhigten Bereichen zwischen je zwei Säulen (3) befinden. Die Simulation liefert Aussagen über die Akkumulationseffizienz und auch über potentielle, unerwünschte Adhäsionspunkte.



Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut an der Universität Tübingen

Markwiesenstraße 55
72770 Reutlingen, Germany
Telefon +49 7121 51530-0
Telefax +49 7121 51530-16
www.nmi.de

Kontakt

Britta Hagmeyer
Telefon +49 7121 51530-832
britta.hagmeyer@nmi.de

