

Elektrokinese als Trick für neuartige Mikropumpen

Eine Mikropumpe, die dank einem elektrokinetischen Pumpprinzip ein einfaches Design aufweist, funktioniert ohne bewegliche Teile und ist in Spritzgusstechnik kostengünstig herstellbar. Angepeilt ist vor allem der Einsatz in Brennstoffzellen für portable Elektronik.



Bild 1: Herzstück der Mikropumpe ist ein kompaktes, thermisches verschweisstes Sandwich, das die Elektroden, Membranen und polarisierbaren Elemente zu einer pumpenden Einheit verbindet. (Bild Osmotex)

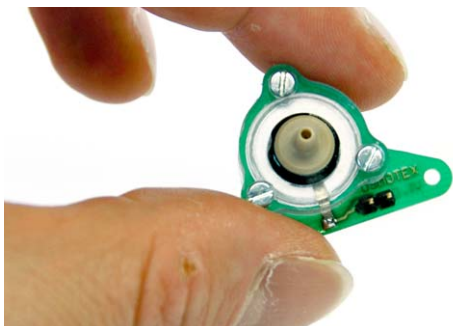


Bild 2: Die Mikropumpe fasst die pumpende Einheit in einem Gehäuse und bietet einfache fluidische und elektrische Anschlüsse. (Bild Osmotex)

tüftelten, ahnten sie wohl kaum, dass ihr Geistesblitz eines Tages im Herzen der Zentralschweiz Gestalt annehmen würde. Die Forscher waren einem elektrokinetischen Phänomen auf die Spur gekommen, mit dem sich hoch skalierbare und leistungsarme Aktoren fertigen lassen, die keine beweglichen Teile und hohe Spannungen benötigen. Das war die Grundlage für ein «Mini-Kraftwerk», das in portablen Geräten Batterien oder Akkus ersetzen könnte. Die Norweger gründeten in Bergen das Start-up Osmotex und suchten sich einen in Mikrofluidik, Elektrokinetik und Mikrointegration versierten Partner, um ihre Idee mikrotechnisch zu verwirklichen.

Wissen unter einem Dach

Doch es war nicht trivial, alle Kompetenzen in einer Hand zu finden. Nach Recherchen in Europa und Amerika fiel ihre Wahl schliesslich auf das CSEM (Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique) in Alpnach. Die Crew am Fuss des Pilatus war sofort dabei, ein mikrofabriziertes Funktionsmodell zu entwickeln und eine erste Mikropumpengeneration herzustellen. Im Jahr 2004 startete die Kooperation mit einer Machbarkeitsstudie, die bewies, dass das Prinzip der Elektroosmose «der 2. Ordnung» (EO2) in einem Mikrosystem funktioniert. Es handelt sich bei diesem EO2 um eine nicht lineare Form der Elektroosmose. Das Innovative am Einsatz solch elektrokinetischer Prozesse liegt darin, dass Ladungen in den Wänden des Devices zu einer La-

dungsdoppelschicht in der wandnahen Flüssigkeit führen. Dadurch bewirkt ein externes elektrisches Feld eine Bewegung der Flüssigkeit und vermag ein quasi konstantes Strömungsprofil über den ganzen Querschnitt zu erzielen (Bild 3). Es erübrigen sich damit mechanische Pumpen für den Flüssigkeitstransport. Mit blossen Schalten von Spannungen im Bereich weniger Volt lassen sich Flüssigkeiten durch die winzigen Kanäle von einigen 10 Mikrometer befördern. Sogar die Pump-richtung ist so rasch zu verändern. «Im Fall der EO2 ist die Flussrate überproportional abhängig vom elektrischen Feld. Wir integrieren deshalb zusätzliche polarisierbare Elemente in den Kanal zwischen den Elektroden», erklärt Dr. Helmut Knapp, Leiter Mikrofluidik und Liquid Handling beim CSEM. Die mikrofabrizierten Elektroden im Kanalinnern ermöglichen das Pumpen von Flüssigkeiten mit wenigen Volt Wechsel- oder Gleichstrom. «Spannungen im Zehner-Volt-Bereich sind damit genügend zur Erhaltung derselben Flussraten wie bei der Elektroosmose 1. Ordnung. Zudem lässt sich mit Anlegen eines entsprechend verzerrten AC-Signals der Effekt der Elektrolyse teilweise kompensieren und damit die Blasenbildung verhindern.» Da die Forscher Elektroden direkt in den Kanal einpassen, entstehen kleine kompakte Pumpeinheiten mit geringem Energieverbrauch. Mit dieser nicht linearen Elektroosmose können selbst wenig polare Flüssigkeiten wie Methanol oder Ethanol wirksam gepumpt werden.

Als Ende der 90er-Jahre Mikrotechniker der Norwegian University of Science and Technology (NTNU) an einer innovativen Mikropumpe

Infos

Autorin:
Elsbeth Heinzlmann
Journalistin Technik und
Wissenschaft

www.csem.ch
www.osmotex.ch



Bild 4: Die KTI-Projektpartner, Dr. Helmut Knapp, Leiter Mikrofluidik und Liquid Handling am CSEM, und Projektleiter Dr. Tormod Volden der Osmotex, mit der elektronischen Steuereinheit. (Bild E. Heinzlmann)

Die Wissenschaftler stellten erste Prototypen her und erzielten damit beim Pumpen von reinem Wasser eine Flussrate von 0,7 Mikroliter pro Minute bei einem Energiebedarf von nur 50 Mikrowatt bei einer Spannung von 30 Volt. Aufgrund dieser positiven Resultate starteten

CSEM und Osmotex gemeinsam ein Projekt, unterstützt von der Förderagentur für Innovation KTI (siehe Kasten). Ziel war die Weiterentwicklung der Prototypen zu einer kostengünstigen, leistungsarmen Mikropumpe, speziell für den Betrieb portabler Elektronik.

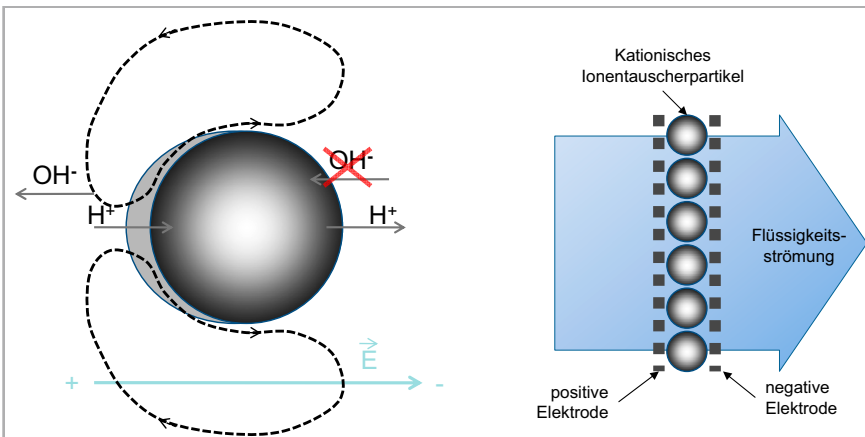


Bild 3: Prinzip der EO2 Mikropumpe (vereinfacht):

Links: Strömung um ein kationisches Ionenaustauschpartikel in Gegenwart eines elektrischen Feldes. Nur die Protonen können das Partikel passieren, wodurch eine stark asymmetrische elektrische Doppelschicht entsteht (grauer Bereich links). Dadurch wird auf der linken Seite des Partikels eine starke Elektroosmose der zweiten Art generiert und auf der rechten nur die klassische Elektroosmose. Diese beiden Strömungen können sich nicht kompensieren und es entstehen geschlossene Strömungswirbel. Rechts: Wenn mehrere Ionenaustauschpartikel zwischen zwei Elektroden eingeklemmt sind, werden die geschlossenen Wirbel gestört. Es resultiert ein gerichteter elektroosmotischer Flüssigkeitstransport durch das Modul, der die Eigenschaften der stärkeren Elektroosmose der zweiten Art aufweist.

antrimon®

BERATUNG · ENGINEERING · VERKAUF

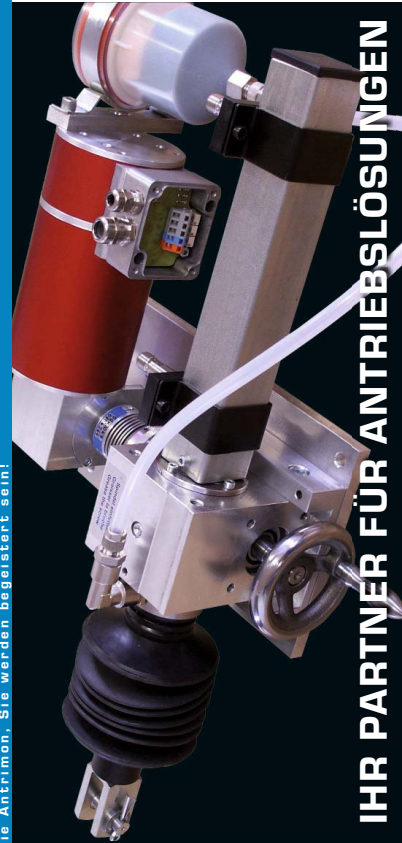
Antrimon AG

Luzernerstrasse 91 · CH-5630 Muri AG

Telefon +41 (0)56 675 40 30 · Fax +41 (0)56 675 40 31

info@antrimon.ch · www.antrimon.ch

Testen Sie Antrimon, Sie werden begeistert sein!



IHR PARTNER FÜR ANTRIEBSLÖSUNGEN

System-
lieferant

antriebs-
technisches
Labor

Entwicklung &
Konstruktion

Vertrags-
partner

Kompetenzen verbinden für Markterfolg

Solch fluidische Mikrostrukturen werden aus speziellen Polymeren mit Mikrostrukturierungsverfahren wie dem Spritzgiessen gefertigt. Zuerst entsteht mit photolithographischen Methoden ein Werkzeug, das die angestrebte fluidische Struktur als Negativ aufweist. Diese lässt sich dann in kostengünstigen Verfahren fast beliebig oft replizieren.

Für die im KTI-Projekt entwickelten Pumpen der zweiten Generation entwarfen die CSEM-Forscher ein neues Design. Es umfasst eine kompaktere Anordnung der Elektroden, diverser Membranen und der polarisierbaren Elemente zu einem thermisch verschweissten Sandwich aus unterschiedlichen Materialien. Die Pumpeinheit lässt sich so in verschiedenen Gehäusen unterbringen, in denen fluidische und

elektrische Anschlüsse leicht anzuordnen sind. Durch eine Anpassung des Sandwiches werden Flussrate, Leistungsaufnahme und erreichbarer Druck sozusagen massgeschneidert auf die jeweilige Anwendung. Die neusten Mikropumpen weisen Flussraten von 80 Mikroliter pro Minute auf bei 14 V und 8 Milliwatt Verbrauch und erreichen einen maximalen Druck von 20 kPa. «Damit entsprechen wir den Anforderungen für kompakte Brennstoffzellen, wie sie für portable elektronische Geräte zum Einsatz kommen», so Helmut Knapp. Selbst die Spannungsversorgung für die Mikropumpe konzipierte das CSEM-Team. «Dank dem 20 x 20 x 7 cm grossen, Batterie getriebenen Gehäuse können wir mehrere Mikropumpen mit Gleich- oder Wechselspannung mit wählbarem Tastverhältnis zum Betrieb der Mikropumpen programmieren.»

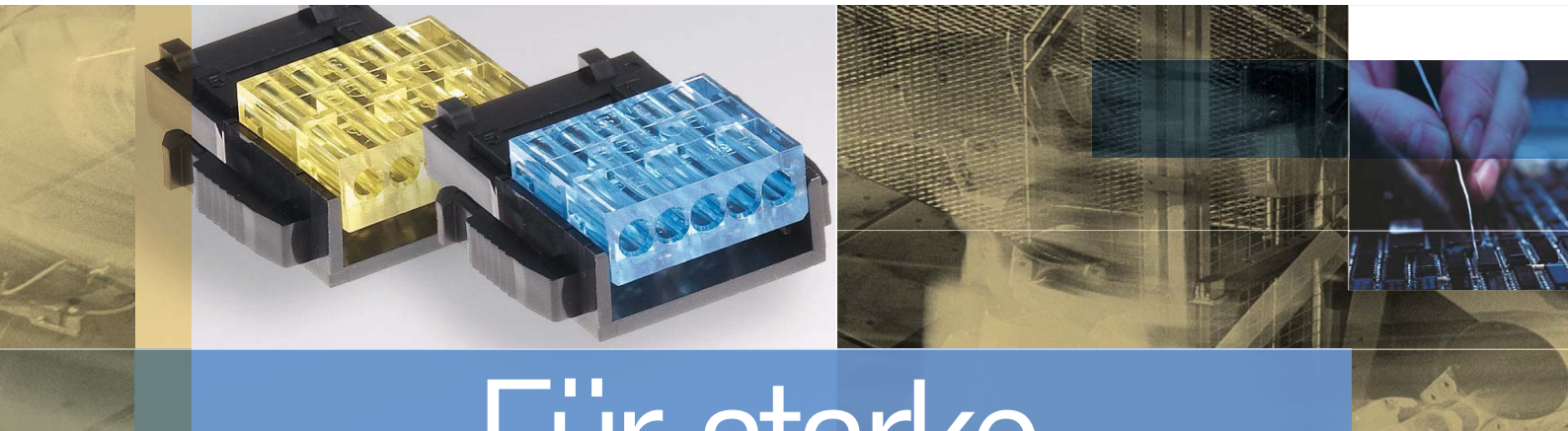
Die Förderagentur für Innovation KTI

Die Kommission für Technik und Innovation (KTI) ist die Förderagentur für Innovation des Bundes. Sie fördert den Wissens- und Technologietransfer zwischen Unternehmen und Hochschulen. Die KTI verfügt über ein Budget von rund 100 Millionen Franken. Unternehmen erarbeiten gemeinsam mit den Hochschulen neues Wissen für Produkte und Dienstleistungen und setzen dieses am Markt um. Die KTI fördert:

- marktorientierte Forschungs- und Entwicklungsprojekte, welche die Unternehmen zusammen mit den Hochschulen in Industrie und Dienstleistungen durchführen
- die Gründung und den Aufbau von wissenschaftsbasierten Unternehmen
- den Wissens- und Technologietransfer

Mit Innovation Marktücke schliessen

In den letzten Jahren ermöglichte technologisch stets anspruchsvol-



Für starke Verbindungen



5-poliges Steckverbindersystem für Spannungen von bis zu 250 V und Ströme bis zu 10 A.

3M Power Clamp Steckverbinder, 3 mm Raster

Die 5-poligen Buchsenstecker haben Schneidklemmkontakte, die für Litzenleiter mit Querschnitten von AWG 18 und AWG 20 und für Leiterdurchmesser von 1,6 mm bis 3 mm ausgelegt sind. Sie nutzen die Vorteile der IDC-Technologie und ermöglichen dadurch eine einfache und kostengünstige Kabelmontage ohne Spezialwerkzeuge.

Zum weiteren Programm gehören Stiftstecker für die Verbindung zur Leiterplatte – mit integrierten Einpressstiften zur genauen Fixierung während des Wellenlötprozesses – sowie ein Abzweigstecker mit drei Ausgängen für Busverbindungen und andere Anwendungen.

Weitere Informationen erhalten Sie unter Telefon 044 724 93 52 oder per E-Mail an hlampe@mmm.com



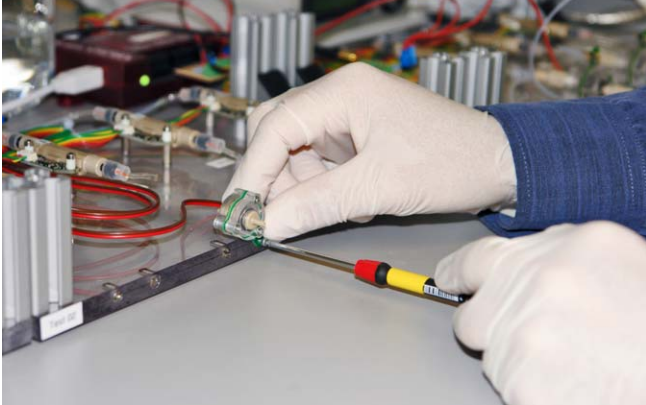


Bild 5: Die am CSEM entwickelte Prüfanlage erlaubt, bis zu neun Mikropumpen parallel auf ihre Leistungsfähigkeit zu testen. (Bild E. Heinzlmann)

lere Mikrofluidik immer mehr komplexe Lab-on-a-chip-Systeme für die chemische und medizinische Analyse. Stichworte sind die Echtzeit-Krankheitsdiagnose, die DNA-Analyse, Proteomik, Life Sciences und die Biotech-Forschung, aber auch Medikamenten-Abgabesysteme wie Insulininjektionen bei Diabetes. Als Brennstoffzellen erschliessen sich der Mikropumpe Anwendungen in portablen Geräten wie Mobiltelefone, Laptops und Spielkonsolen. Möglich ist ihr Einsatz in Mikroprozessoren für die Kühlung von Mikroelektronik, oder im Forschungsmarkt, für die Entdeckung und Entwicklung von Medikamenten. Denkbar sind auf diesem Gebiet Geräte mit gleichen Bauteilen, die jedoch in Qualitätskontrolle und Präzision noch strikteren Anforderungen genügen, handelt es sich doch hier um ein Hochkostensegment.

«Bisher scheiterte der kommerzielle Durchbruch solch mikrofluidischer Geräte am Mangel an zuverlässigen fluidischen Aktoren, also Pumpen, die sich kostengünstig in die Devices integrieren lassen», resümiert Helmut Knapp. Osmotex ist es ernst mit dem Forschungs- und Produktionsstandort Schweiz: Sie siedelte im Sommer 2008 ihren Geschäftssitz in der Schweiz an, bringt die Mikropumpe im Frühjahr 2009 auf den Markt und will in Alpnach eine Fabrikation aufziehen. [pm]

Ein Partner - zwei Technologien

Wir bieten effiziente Fertigungslösungen und professionelle Beratung in den Technologien Fräsen und Funkenerosion

Weitere Informationen:
www.gfac.ch

Die neuen Leistungsträger Ihrer Firma

Erodieren
FI 240 ccS

Fräsen
MIKRON HPM 800U