

LaborPraxis

Journal für Labor, Analytik und Life Science

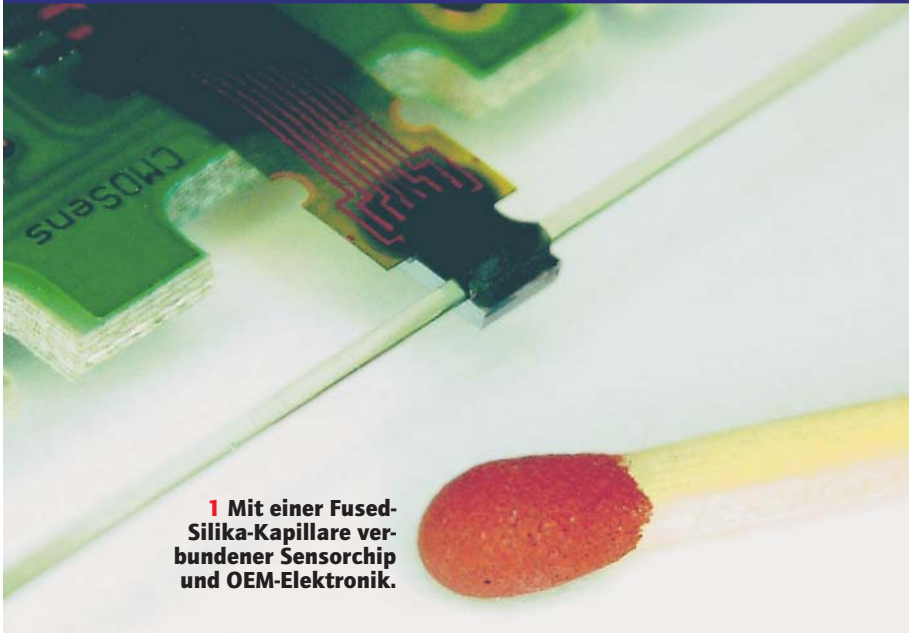
www.laborpraxis.de



■ **SENSORIK**

Liquid-Flow-Sensorik neu definiert

Sonderdruck



1 Mit einer Fused-Silika-Kapillare verbundener Sensorchip und OEM-Elektronik.

Die präzise Handhabung von kleinsten Flüssigkeitsströmen spielt eine zentrale Rolle in vielen Bereichen der Labortechnik. Aus der Halbleitertechnik kommt nun eine neue Sensortechnologie, die bis hinunter in den Nanoliterbereich die zuverlässige und schnelle Überwachung von kleinen Massenströmen ermöglicht.

ULF KANNE UND CHRISTOPH KLEINLOGEL*

Liquid-Flow-Sensorik neu definiert

Aus den zunehmend steigenden Anforderungen an die Reproduzierbarkeit, Präzision und Effizienz (geringere Volumina der sehr teuren Reagenzien) ergibt sich immer häufiger die Aufgabe, kleine Flüssigkeitsströmungen zu messen.

Aufgrund der eingesetzten Gerätetechnik war das präzise Überwachen der verschiedensten Förder-, Trenn-, Pipettier- und Mischvorgänge in der Vergangenheit jedoch häufig nur sehr eingeschränkt möglich. Man verließ sich häufig darauf, dass Pumpen oder Pipetten eine vorgegebene Flüssigkeitsmenge bewegen. Luftblasen, Lecks und mechanische Ungenauigkeiten waren so, je nach Prozess, wesentliche Unsicherheitsfaktoren. Der Einsatz konventioneller Sensoren scheiterte dabei bisher an verschiedenen Punkten wie langsamen Reaktionszeiten von mehreren Sekunden, Temperaturerhöhung des Mediums um einige Grad, großem Platzbedarf und hohen Kosten.

Herkömmliche Pipettiersysteme arbeiten deshalb meist ohne geschlossenen Regelkreis, sondern mit einem elektronisch überwachten Schrittmotor,

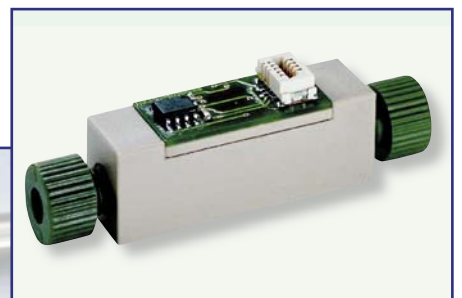
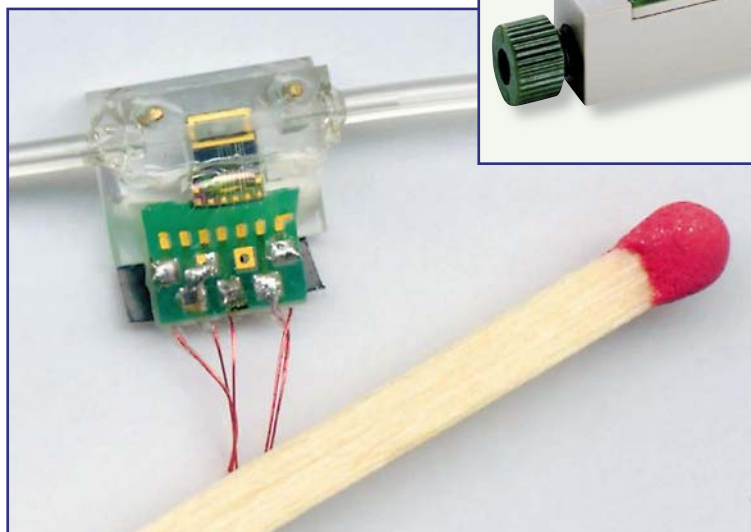
der eine präzise Bewegung des Spritzenkolbens bewirkt und so ein definiertes Volumen an Systemflüssigkeit, Luft oder Reagenzien in Bewegung versetzt. Ähnliche Verfahren finden sich in Systemen mit Peristaltik-, Membran oder Kolbenpumpen. Mechanische Ungenauigkeiten, thermische Effekte, Luftblasen im Medium und Lecks im System erschweren dabei die Reproduzierbarkeit der Prozesse und senken die absolute

und relative Genauigkeit. Eine Verifizierung der Sollwerte kann häufig nur aufwändig über präzise Wägetechnik oder eine physikalische Bestimmung von resultierenden Mischungsverhältnissen erfolgen.

Sensorik auf Halbleiterbasis

Eine neue Möglichkeit zur Überwachung und Regelung entsprechender Prozesse kommt nun von einem technologieorientierten Anbieter von Sensorlösungen auf Halbleiterbasis.

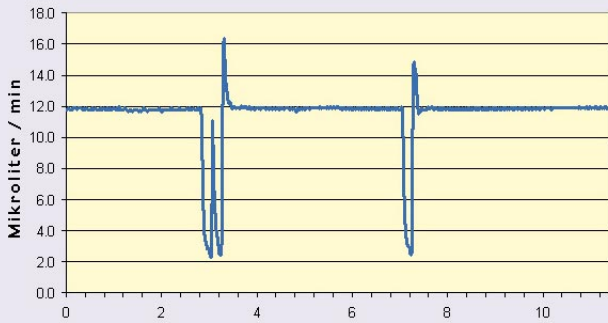
Anfangs wurde die neue Technologie „CMOSens“ für die Gas-Durchflussmessung entwickelt. Führende Anbieter in diesem Markt stellten im vergangenen



2 a, b Anwendungsspezifische Sensorlösungen (OEM).

*U. Kanne, Ch. Kleinlogel, Sensirion AG, Eggbühlstr. 14, CH-8052 Zürich.

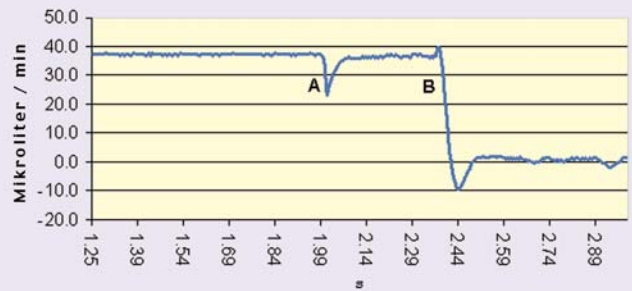
Mikro-Luftblasen im Medium



3 Drei Luftblasen im System erzeugen ein eindeutiges Messsignal.

Tropfenablösung im Mikroliterbereich

200 Messwerte pro Sekunde; Abstand zum Liquid Flow Sensorchip 40mm
 A: Tropfen löst sich von Pipettenspitze
 B: Prozess wird gestoppt



4 Ein sich ablösender Tropfen.

Herbst erste, darauf basierende OEM-Serienprodukte vor. Aufbauend auf dieser weltweit verkauften Technologie entwickelte man nun die CMOSens-Liquid-Flow-Sensorik für Durchflussmengen im Bereich von Nano- bis Milliliter pro Minute. Ein auf dieser neuen Technologie basierender Standardsensor ist ohne spezielle Optimierung schon 100mal schneller, 10mal kleiner und 25mal leichter als bisherige konventionell aufgebaute Flow-Meter. Genauso bahnbrechend sind die Eckdaten bezüglich Messgeschwindigkeit und Präzision der neuen Sensortechnik. So ergeben sich völlig neue Einsatzgebiete.

Grundlage der neuartigen Sensorlösungen sind speziell entwickelte Mikrochips, die über ein kalorimetrisches Prinzip innerhalb von wenigen Millisekunden den aktuellen Massenstrom erfassen. Sensorelement, Verstärker und A/D-Wandler bilden dabei auf demselben CMOS-Siliziumchip eine Einheit. Die mit dem Sensor verbundene digitale Intelligenz erlaubt die Ausgabe eines vollständig kalibrierten, temperaturkompensierten Messsignals. Dies ermöglicht eine denkbar einfache Verarbeitung der ausgegebenen Daten über digitale Standardschnittstellen wie z.B. RS232.

Mediengetrennte Erfassung kleinster Strömungen

Zur mediengetrennten Bestimmung des Massenstroms flüssiger Medien gibt es nun eine erstaunliche Lösung: Hochsensible CMOSens-Mikrochips sind in Verbindung mit einem speziellen Packaging in der Lage, durch die Wandung von z.B. PEEK-, Stahl- und Fused-Silica-Kapillaren hindurch zu messen. Die neue Lösung ist extrem schnell, klein, leicht und in großen Stückzahlen herstellbar. Der maximale Messfehler be-

trägt dabei typischer Weise 1% des Messwertes.

Durchflussmessung am Ort des Geschehens

Die Verfügbarkeit einer derartigen Sensortechnologie schafft für die Prozesstechnik der unterschiedlichsten Labor- und Analysengeräte völlig neue Möglichkeiten.

Wichtigste Anwendung ist sicherlich die genaue Mengenbestimmung beim Mischen und Dosieren von extrem kleinen Flüssigkeitsmengen. In vielen Fällen ist der aktuelle Fluss im System bisher, wenn überhaupt, dann nur indirekt bekannt. So wird beispielsweise über den Druckabfall im System oder die mechanische Bewegung eines Kolbens auf den aktuellen Volumenstrom geschlossen.

Die neue Technologie ermöglicht die direkte Messung des Durchflusses bis zu Werten unter einem Nanoliter pro Minute. Sie bringt in vielen Fällen wertvolle Zusatzinformationen und lässt nebenbei auch die Detektion von Lecks im System zu.

Ein kontinuierliches Aufintegrieren der Messwerte, die im Abstand von einigen Millisekunden (200 Messwerte pro Sekunde) direkt am Ort des Geschehens erfasst werden, macht die wirkliche Menge bisher bewegter Flüssigkeit jederzeit digital verfügbar. Durch die mit der neuen Technologie erreichte hohe Geschwindigkeit und die geringe Bau-

größe der Sensoren ist dieses Verfahren die ideale Möglichkeit, um die Sicherheit und Reproduzierbarkeit verschiedenster Prozesse zu steigern.

Erkennung von Luftblasen

Die Erkennung von Luftblasen im System, bisher eine schwierige Aufgabe, löst die neue Sensorik mit Hilfe ihrer hohen Empfindlichkeit (Abb. 3). Anhand der Signalform sind Position und Größe der Blase in einer Kapillare erfassbar. In Dosieranwendungen kann auf die neue Information sofort reagiert werden. Die Prozesssicherheit steigt.

Zur Medientrennung eingesetzte Luftblasen in einzelnen Abschnitten einer Kapillare können ebenso sicher erkannt werden. Damit lassen sich einfache und kostengünstige Lösungen für Mikrofluidiksysteme realisieren.

Überwachung von Pipettierprozessen

Es bleibt den Entwicklern von Laborgeräten überlassen, sich weitere Anwendungsmöglichkeiten ausdenken. Selbstverständlich ist die Mengenerfassung bei Flüssigkeitstransfers eine interessante Möglichkeit. Sogar die Bewegung des flüssigen Mediums beim Ablösen eines Tropfens von einer Pipettenspitze ist mit dem wenige Zentimeter entfernt angebrachten Sensorchip sofort messbar (Abb. 4).

Ebenso ließe sich mit der neuen Sensorik die Berührung der Pipettenspitze mit der Fluidoberfläche in einem Well detektieren.

5 Standardsensor ASL1400 für Durchflussraten bis 500 Mikroliter/Minute.



Was versteht man unter ...

... CMOSens

CMOSens (Ce-mo-sens) ist eine neue Basistechnologie, die Maßstäbe für höchstpräzise Sensorsysteme setzt. Durch die Verschmelzung von Halbleiterchip (CMOS) und Sensortechnologie entstehen hochintegrierte Systemlösungen, welche durch exzellente Sensorpräzision sowie digitale Intelligenz und Zuverlässigkeit bestechen.

Bei CMOSens bilden Sensorelement, Verstärker und A/D-Wandler eine Einheit auf demselben Siliziumchip. Die mit dem CMOSens Sensor verbundene digitale Intelligenz erlaubt die Ausgabe eines vollständig kalibrierten, temperaturkompensierten Ausgangssignals. Die auf dem Chip integrierte CMOSens-Intelligenz ermöglicht damit eine denkbar einfache Verarbeitung der ausgegebenen Messda-

ten über digitale Standardschnittstellen wie beispielsweise SPI.

Dank dem kompakten Single-Chip-Design sind CMOSens-basierte Sensoren äußerst resistent gegenüber elektromagnetischen Störungen (EMV), ein gewichtiger technischer Vorteil dieser hochmodernen Sensortechnologie.

... CMOS

CMOS ("Ce-mos") ist eine Standardtechnologie zur Herstellung integrierter Schaltkreise.

CMOS-Chips sind allgemein bekannt als "Halbleiterchips", "Siliziumchips" oder "Computerchips". Sie finden breite Verwendung in fast allen Bereichen des täglichen Lebens. Das beste Beispiel für einen CMOS-Chip ist ein Intel Pentium Prozessor, der in fast jedem PC zu finden ist.

Fazit

CMOSens, die neue Sensortechnologie, stellt für Analysegeräte einen Quantensprung im Sensorikbereich dar. Hohe Messgeschwindigkeit, vollständige Medientrennung und extrem hohe Präzision einerseits und digitale, kalibrierte Ausgangssignale andererseits sind Eigenschaften, die bisher unerreicht waren.

Die mediengetrennte Messung des Durchflusses in handelsüblichen Fused-Silika-Kapillaren ist ein weiteres Novum. Neben den bereits laufenden Entwicklungen von OEM-Lösungen wird in Kürze auch ein Standardsensor für Durchflussraten unter einem Milliliter pro Minute angeboten.

Die Analytica 2002 wird die Möglichkeit bieten, diese neuartige Sensortechnik auf dem Stand der Sensirion AG (Stand B2.352) genauer in Augenschein zu nehmen und die zukünftigen Entwicklungen zu diskutieren.