

WHITEPAPER

Die Mikropumpe mit Eigensensorik

IMPRESSUM

Herausgeber

Fraunhofer EMFT München | Hansastrasse 27d | 80686 München
RAPA Healthcare | Albert-Pausch-Ring 1 | 95100 Selb

Bildnachweis

Fraunhofer EMFT | RAPA S.E. | Freepik

Bei der Erstellung des Bandes wurde mit großer Sorgfalt vorgegangen; trotzdem lassen sich Fehler nie vollständig ausschließen, Autoren und Herausgeber können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen. Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung unzulässig und strafbar.

Zu Gunsten der besseren Lesbarkeit wird im vorliegenden Bericht weitgehend auf eine genderneutrale Schreibweise verzichtet. Bezeichnungen wie Mitarbeiter, Kunden, Partner, etc. stehen selbstverständlich immer alle grammatikalischen Geschlechter.

INHALT

TEIL 1 – EINLEITUNG

Herausforderungen mikropumpenbasierter Dosierung	4
Mikropumpe mit Eigensensorik-Technologie	4

TEIL 2 – HAUPTTEIL

Grundlagen und Funktionsprinzip	5
Stand der Technik	6
Lösungsansatz Eigensensorik	7
Theorie der elektromechanischen Kopplung	9
Konzept der Mikropumpenüberwachung	11

TEIL 3 – RAPA PIEZO-MIKROPUMPE

Technologie- und Leistungsdaten	12
Fazit und Ausblick	13

Autorenteam	14
-------------	----

Unternehmensinfo Kontakt	15
----------------------------	----

TEIL 1 – EINLEITUNG

Herausforderungen mikro- pumpenbasierter Dosierung

Viele Analyse- und Verarbeitungsaufgaben in der Medizintechnik, Biotechnologie oder chemischen Industrie erfordern den Umgang mit äußerst geringen Flüssigkeitsmengen. Die präzise Dosierung von Flüssigkeiten oder Gasen stellt eine anspruchsvolle Aufgabe dar. Daher werden Mikropumpen für diese Dosieraufgaben eingesetzt.

Um eine hohe Dosiergenauigkeit und -zuverlässigkeit zu gewährleisten, ist es wichtig, mögliche Störungen und Ausfälle zu überwachen. Eine der Hauptstörgrößen in der Mikrodosierteknik sind kleine Gasblasen, die im praktischen Betrieb unvermeidbar sind. Diese Störungen können zu Dosierfehlern führen oder sogar die Sicherheit von Patienten bei der Medikamentendosierung gefährden, wenn die benötigte Menge an Medikamenten nicht korrekt dosiert wird.

Für die Überwachung der Mikrodosierung und die Erkennung von Störfällen und Anomalien, wie der Blasenerkennung, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Diese erfordern jedoch zusätzliche externe Sensoren, was das Dosiersystem komplexer und teurer macht. Dies stellt eine Herausforderung und ein breites Forschungsfeld für Wissenschaftler dar, die stets nach innovativen Lösungen suchen.

In diesem Whitepaper präsentiert das Fraunhofer-Institut EMFT für Elektronische Mikrosysteme und Festkörper-Technologien eine neue Eigensensorik-Technologie (Self-Sensing), die für die Zukunft der Mikrodosierung in der Medizintechnik von großer Bedeutung sein wird.

Mikropumpe mit Eigensensorik- Technologie (Self-Sensing)

Experten des Fraunhofer-Instituts EMFT haben eine Eigensensorik für eine piezoelektronische Mikropumpe entwickelt, die die Dosiergenauigkeit und -zuverlässigkeit verbessert und die Entwicklung neuer Produkte und Technologien vorantreibt.

Die Pumpe überwacht ihren eigenen Zustand ohne zusätzliche externe Sensoren und erkennt Anomalien im laufenden Betrieb. Sie liefert den Status des Dosiersystems in Echtzeit und bietet zudem neue Einsparpotenziale bei Bauraum und Herstellungskosten – besonders wichtig bei Einwegprodukten und kleinen, tragbaren Dosiersystemen. Die Basis für diese Innovation bildet die bereits erfolgreich serienreif entwickelte und auf dem Markt erhältliche „Piezo-Mikropumpe“ von RAPA und Fraunhofer EMFT.

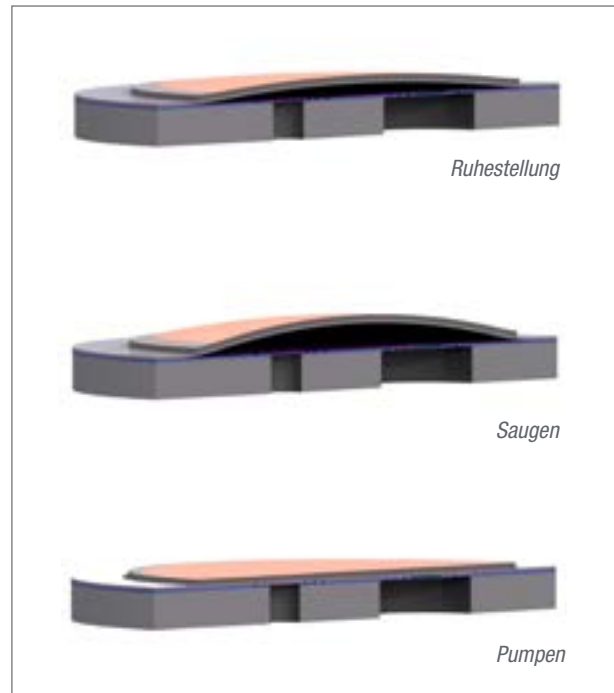
Die neue Eigensensorik-Technologie schafft jetzt einen weiteren Kundennutzen und erhöht die Sicherheit in der Anwendung. Mithilfe von Künstlicher Intelligenz und des Piezoeffekts wird das Ansteuersignal der Mikropumpe erfasst und ausgewertet. Dadurch können auftretende Gasblasen und ihre Größe zuverlässig erkannt werden. Neben der Blasenerkennung hat diese Technologie das Potenzial, weitere Störgrößen wie Gegendruckererkennung, Katheterverschluss oder Langzeitermüdung der Mikropumpe zu erkennen.

Die vorgestellte Mikropumpe wurde speziell entwickelt, um die Rahmenbedingungen einzuhalten. Insgesamt lässt sich festhalten, dass das vorliegende Eigensensorik-Konzept die Machbarkeit erfolgreich belegt und eine solide Grundlage für die praktische Umsetzung konkreter Leitprojekte darstellt. Es ist geplant, dass RAPA die Überführung dieses wegweisenden Konzepts in die Serienreife sowie die Fertigung übernimmt.

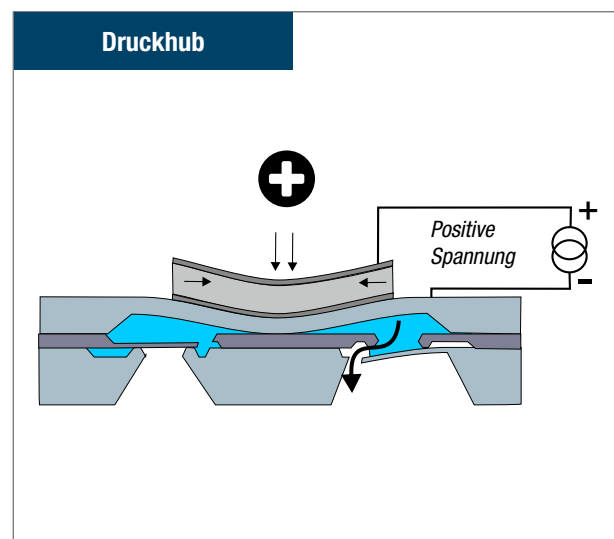
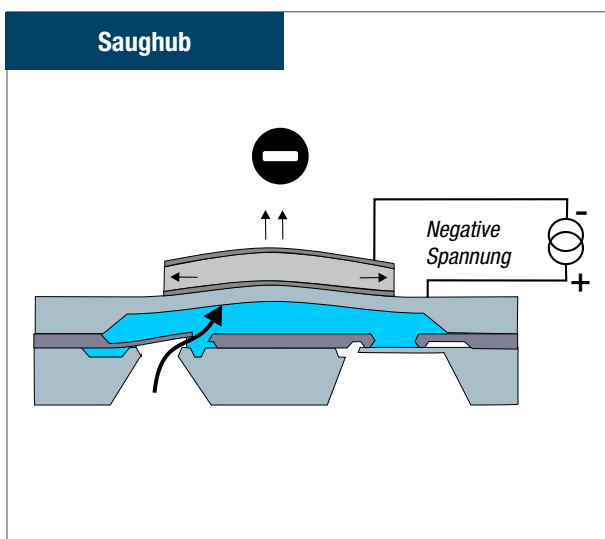
TEIL 2 – HAUPTTEIL

Grundlagen zum Funktionsprinzip einer piezoelektrisch angetriebenen Mikropumpe

Piezoelektrisch angetriebene Mikropumpen bestehen aus mehreren strukturierten Schichten, die eine Pumpkammer formen. Während die oberste Schicht die Antriebsmembran darstellt, auf die oben eine Piezokeramik geklebt wird, formen die unteren Schichten passive Rückschlagventile, ein Einlass- und ein Auslassventil.



Aufbau der RAPA Mikropumpe aus Edelstahlfolien



Funktionsprinzip einer piezoelektrisch angetriebenen Mikropumpe, bestehend aus Saughub und Druckhub

Stand der Technik zur Überwachung von Mikropumpen

Eine Möglichkeit zur Überwachung einer Mikrodosierung oder zur Erkennung von Störungen besteht in der Verwendung von Strömungssensoren wie Anemometer, die Druckdifferenzen oder Kapazitätsänderungen messen können. Strömungs- oder Drucksensoren können auch zur Erfassung von Störungen eingesetzt werden. Ein Nachteil besteht jedoch darin, dass separate Komponenten in das Mikrodosiersystem integriert werden müssen.

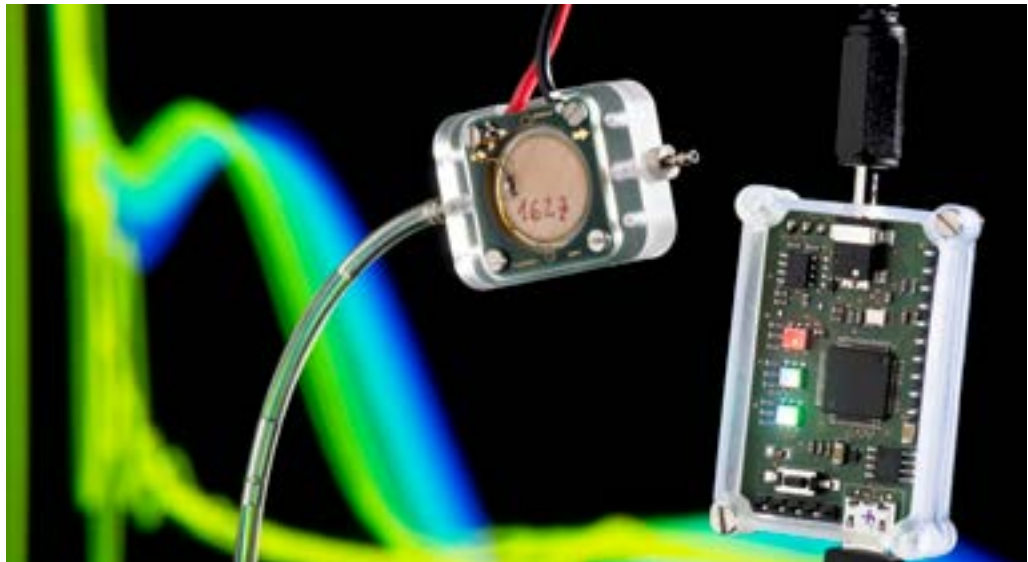
Eine weitere Herangehensweise zur Erkennung von Störungen ist der Einsatz von Sensorik in der Aktormembran. Dabei werden spezielle Sensoren direkt in die Membran der Mikropumpe integriert, um unter anderem den Spannungszustand der Membran zu ermitteln. Alternativ können zusätzliche Elektroden auf der Piezokeramik angebracht werden. Nachteilig ist hierbei, dass eine zusätzliche Kontaktierung benötigt wird, dass die Herstellung insgesamt komplexer wird und dass keine direkte Information über den pneumatischen oder hydraulischen Zustand ermittelt werden kann. Zudem muss die Sensorik in kritischen Bereichen der Mikropumpe untergebracht werden, wo hohe elektrische und große mechanische Spannungen herrschen.

Eine weitere Möglichkeit zur Erkennung von Störfällen oder Fehlerzuständen besteht in der Verwendung von zwei in Reihe geschalteten Mikropumpen mit einem Piezoelement. Die beiden piezoelektrisch angetriebenen Mikropumpen sind so geschaltet, dass eine der beiden Pumpen in Betrieb ist, während die andere inaktiv ist. Die Wirkung des fluidischen Signals der aktiven Mikropumpe wird nun durch die Sensoreigenschaften des Piezoelements der ausgeschalteten zweiten Mikropumpe erkannt.

Auch in diesem Fall wird, zusätzlich zur Mikropumpe, ein zusätzliches Sensorelement benötigt, hier in Form einer zweiten Mikropumpe. Weiterhin wird das fluidische Signal der Mikro-

pumpe durch die Fluidleitungen zwischen den beiden Mikropumpen beeinflusst und bildet nicht mehr den Vorgang in der Pumpkammer der aktiven Mikropumpe ab.

Daher wäre es wünschenswert, bisherige Systeme zur Störfallerkennung und Zustandsüberwachung von Mikropumpen dahin gehend zu verbessern, dass keine zusätzliche Sensorik oder Elektroden benötigt werden. Es wäre auch wünschenswert, dass die Mikropumpe nicht speziell angesteuert werden muss, sondern dass eine Zustandsüberwachung im regulären Betrieb erfolgen kann.



System einer piezoelektrischen Membranpumpe mit der Treiberschaltung auf der Unterseite und der intelligenten Steuerungseinheit auf der Oberseite.

Lösungsansatz Eigensensorik

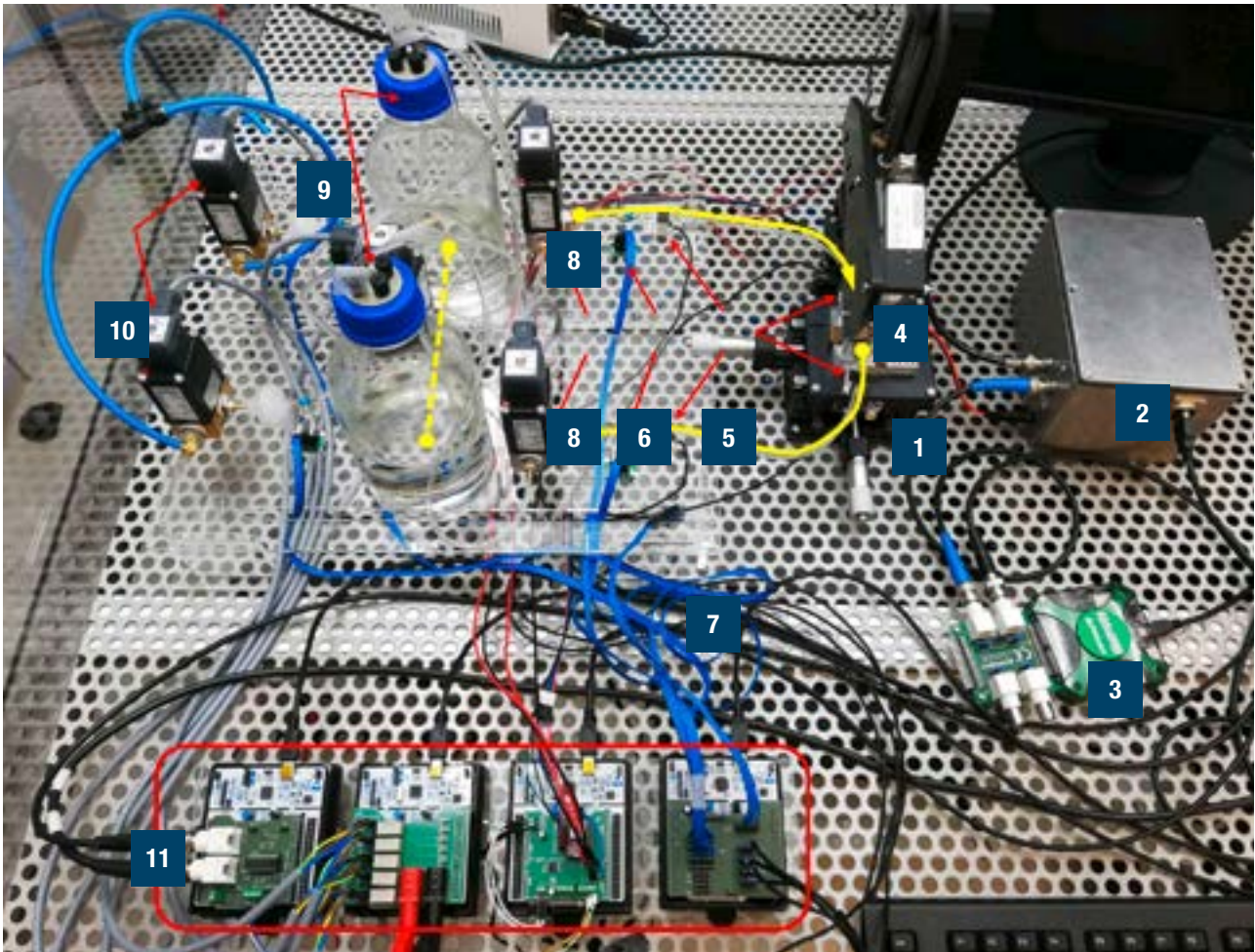
Klassische piezoelektrische Aktoren nutzen den indirekten piezoelektrischen Effekt, um durch ein elektrisches Ansteuer-signal eine mechanische Auslenkung zu bewirken. Im Gegen-satz dazu verwenden piezoelektrische Sensoren den direkten piezoelektrischen Effekt, um aus einer mechanischen Ver-formung ein elektrisches Signal zu erhalten. Die intelligente Pumpe des Fraunhofer EMFT nutzt zusätzlich zum indirekten piezoelektrischen Effekt (Aktor) auch den direkten piezoelek-trischen Effekt (Sensor) in ein und derselben Pumpe, um die gewünschte Eigensensorik (Self-Sensing) zu erzielen.

Durch die fluid-mechanischen Kopplungen des Systems mo-duliert der Sensorstrom den Ladestrom auf eine vielfältige Art und Weise, sodass diverse Systemzustände einen charakte-ristischen „Fingerabdruck“ im „Self-Sensing“ Signal erzeu-gen. Um diese zusätzliche Information zu erhalten, wird das Self-Sensing Signal durch eine lastfreie Verstärkerschaltung gemessen. Um die vielfältigen und komplexen Signalformen zu analysieren und zu bewerten werden ML-Algorithmen verwendet. Diese werden direkt auf die Treiberschaltung der piezoelektrischen Membranpumpe integriert, wodurch die Vergrößerung des Footprints der gesamten Schaltung minimal bleibt. Des Weiteren kann auf zusätzliche Druck- und Luft-blasensensoren verzichtet werden, was die Baugröße und die Systemkosten weiter senkt.

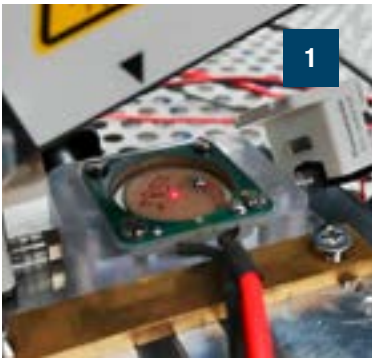
Für eine anwendungsorientierte Nutzung der Self-Sensing Ei-genschaft werden die ML-Algorithmen mit geeigneten Mess-daten trainiert. Diese Trainingsdaten werden an einem eigens für diesen Zweck entwickelten Messplatz am Fraunhofer EMFT generiert. Somit können verschiedene Fehlerzustände, wie eine Änderung der Viskosität, Luftblasen, Änderungen der Systemdrücke, Verstopfungen und elektronische Fehler, ge-zielt erzeugt und dem Messsignal eindeutig zugeordnet wer-den.

Die ML-Algorithmen werden mit den so gewonnenen Daten auf einem performanten Rechner trainiert und auf Laufzeit und Speicherauslastung optimiert. Die ursprüngliche Treiber-schaltung der Mikropumpe wird mit diesen ML-Algorithmen erweitert und ist somit in der Lage, komplexe Systemzustände zu erkennen und entsprechend zu reagieren.

Durch den kontrollierten Produktionsprozess von RAPA ist die Steuerung der Pumpen so gering, dass ein einmal generierter ML-Algorithmus auch für später produzierte Pumpen dersel-ben Generation verwendet wird.



KI-Trainingsplatz für Mikropumpen



- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 Piezoelektrische Membranpumpe 2 Sensorstrom-Messschaltung 3 Oszilloskop zur Messung des Sensorstromes 4 Optischer Abstandssensor zur Messung der Membranauslenkung | <ul style="list-style-type: none"> 5 Luftblasen-Sensoren 6 Drucksensoren 7 Temperatursensor 8 3/2 Wege-Ventil zum Wechsel des Fördermediums 9 Einlass- und Auslassreservoir 10 3/2 Wege-Ventil zum Wechsel des Umgebungsdruckes 11 Elektronik zur Steuerung der Aktorik, Sensorik des Messplatzes 12 Nicht im Bild: Funktionsgenerator, Piezoverstärker, Druckcontroller, DC-Powersupply, Desktop-PC |
|---|--|

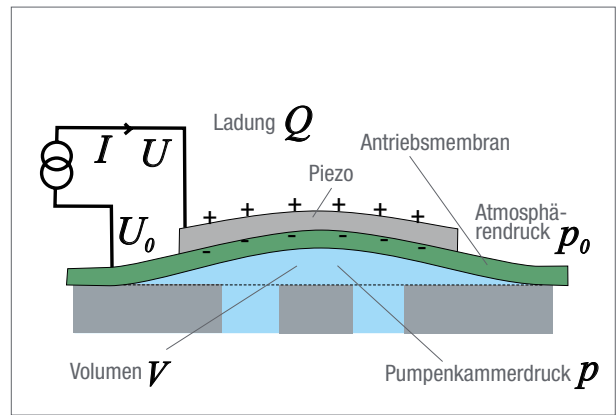
Theorie der elektromechanischen Kopplung von Mikropumpen

Das gesuchte zeitabhängige Signal ist bereits inhärent im Piezoantrieb enthalten und durch eine geeignete Messchaltung und Signalauswertung aus dem Ansteuersignal extrahiert worden, ohne dass die Mikropumpe oder die Spannungsamplituden verändert werden müssen.

Der piezoelektrische Membranantrieb der Mikropumpe nutzt den indirekten Piezoeffekt aus (Gleichung 1). Durch Anlegen einer elektrischen Spannung U wird ein Volumen V verdrängt, der Skalierungsfaktor ist der Volumenkopplungskoeffizient C_E^* . Gleichzeitig gibt es auch den direkten Piezoeffekt (Gleichung 2).

Eine Änderung der Spannung U verändert die Ladung Q auf der Piezokeramik, skaliert durch die elektrische Kapazität C_{el} . Der Pumpkammerdruck p unter der Membran beeinflusst beide Gleichungen: beim indirekten Piezoeffekt verschiebt eine Änderung des Pumpkammerdrucks zusätzliches Volumen V (Skalierungsfaktor ist hier die fluidische Kapazität C_p), während beim direkten Piezoeffekt eine Pumpkammerdruckänderung zusätzlich zu einer Ladungsänderung Q führt, die durch den Volumenkopplungskoeffizient C_E^* skaliert wird.

Die Abbildung auf der nachfolgenden Seite, zeigt das Beispiel eines transienten Stromsignals für den Saughub, wie es bei einer Metall-Mikropumpe auftritt. Da dieses Stromsignal $I(p,U)$ die einfache Ableitung von $Q(p,U)$ nach der Zeit repräsentiert (Gleichung 3), es viele Informationen über Störgrö-



ßen, die den zeitabhängigen Pumpkammerdruck beeinflussen (Gleichung 4 und 5).

Dieses Signal fällt bei jedem Pumpzyklus an, sowohl beim Saughub als auch beim Druckhub. Der eher „uninteressante“ Ladestrom I_U , der mit Abstand größte Anteil (Amplitude ca. 100 mA), ist innerhalb einer Millisekunde mit der elektrischen Zeitkonstante $\tau = R_{el} C_{el}$ verschwunden. Danach dominiert der „interessante“ Eigensensorik Term I_p , überlagert vom Piezo-Großsignal Strom $I_{Piezo,1} + I_{Piezo,2}$. Aus diesem Grund schneidet die Elektronik alle Stromamplituden über ein mA ab, um den interessanten Teil des Sensorstromes genau zu verstärken.

Beim Betrieb der Mikropumpe mit 10 Hz pro Sekunde erhält man 20 „Fingerabdrücke“ der Vorgänge in der Pumpkammer, je einen für den Saug- und Druckhub. Im Folgenden werden die „Fingerabdrücke“ einer Gasblase diskutiert, die sich im fluidischen System befindet. Zwischen den einzelnen Kurven liegen 100 ms Zeit, in der ein Pumhub mit dem Hubvolumen 6 μ l verrichtet wurde.

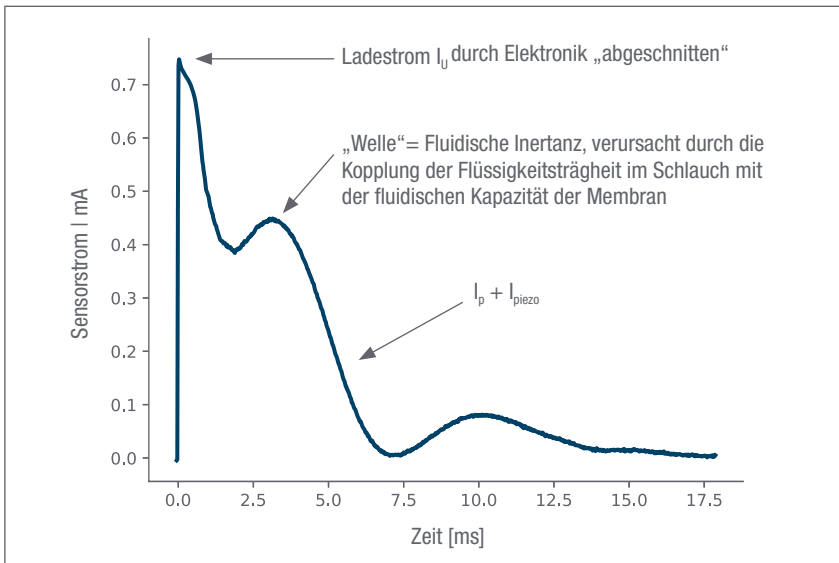
1 $Q(p, U) = C_{el}(U - U_0) + C_E^*(p - p_0)$

2 $V(p, U) = C_p(p - p_0) + C_E^*(U - U_0)$

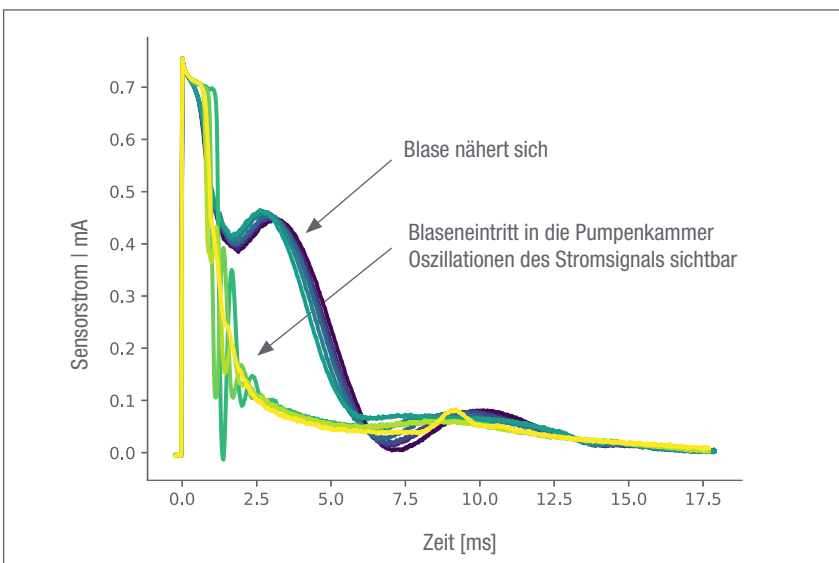
3 $I(p, U) = \frac{dQ(p,U)}{dt}$

4 $I(p, U) = C_{el} \frac{d(U-U_0)}{dt} + (U - U_0) \frac{dC_{el}}{dt} + (p - p_0) \frac{dC_E^*}{dt} + C_E^* \frac{d(p-p_0)}{dt}$

5 $I(p, U) = I_U + I_{Piezo,1} + I_{Piezo,2} + I_P$



Transientes Stromsignal für den Saughub: charakteristischer Signalverlauf einer Metall-Mikropumpe während des Druckhubes beim Pumpen von Wasser mit der Betriebsfrequenz 10 Hz



Mehrere Signalverläufe des Eigensensorik-Signals beim Durchgang einer Luftblase durch die Mikropumpe während des Druckhubes beim Pumpen von Wasser mit der Betriebsfrequenz 10 Hz. Zu erkennen ist, dass aufgrund der Kopplung von Flüssigkeitsträgheit im Schlauch und fluidischer Kapazität, die Blase von der Eigensensorik erkannt wird, bevor sie die Pumpkammer erreicht. Nach dem Eintritt in die Pumpkammer ändert sich das Signal signifikant, Oszillationen treten auf. In diesem Fall wurden diese starken Änderungen für drei Pumpzyklen gemessen, bevor die Blase die Pumpkammer verlässt.



Kooperationen von Unternehmen und Wissenschaft erzeugen einen Mehrwert für beide Seiten, um aus angewandter Forschung ein marktfähiges Produkt zu entwickeln.

Dr. Martin Richter

Konzept der Mikropumpenüberwachung

Durch eine präzise Messung des Ansteuersignals des Piezoaktors, der ohnehin für den regulären Antrieb des Piezoaktors benötigt wird, können zeitabhängige fluidische und mechanische Vorgänge in einer Pumpkammer gemessen werden. Dies macht das Konzept äußerst vorteilhaft, da weder an den Komponenten der Mikropumpe noch an der Ansteuerung selbst Änderungen vorgenommen werden müssen. Es ist ausreichend, lediglich die entsprechende Messfunktion in die Treiberelektronik der Mikropumpe zu integrieren, um in Kombination mit der oben beschriebenen Datenerfassung und -auswertung relevante Daten zu erhalten.

Mit diesem Konzept kann aus dem regulären Ansteuersignal, rein elektrisch und ohne weitere Vorrichtungen, sowie in Echtzeit, eine Information extrahiert werden, die zeigt, wie der Piezoaktor mit seiner Umgebung interagiert. Aus dieser Information können weitere relevante fluidische Veränderungen abgelesen werden. Beispielsweise lässt eine Gegendruckveränderung bzw. Vordruckänderung, Rückschlüsse auf Verstopfungen und/oder externe mechanische Einwirkungen auf das Dosiersystem zu.

Anhand einer Signalauswertung des zeitlichen Verlaufs des Ansteuersignals kann also eine Zustandsüberwachung der Mikropumpe erfolgen. Das heißt, die Mikropumpe kann sich im laufenden Betrieb, und insbesondere im regulären Betrieb, ohne eine individuelle Kalibrierung der einzelnen Pumpen, selbst überwachen.

Dr. Martin Richter, Leiter der Abteilung für Mikrodosiersysteme am Fraunhofer EMFT im München stellt hier abschließend fest: „Mit dieser Systemerweiterung stoßen wir in neue Bereiche von Genauigkeit und Anwendungsfunktionen wie Betriebsüberwachung oder Datenlogging vor. Zusammen mit RAPA Healthcare wollen wir die neue Technologie rasch in die Anwendung überführen“.

TEIL 3 – RAPA PIEZO-MIKROPUMPE

Technologie- und Leistungsdaten

Die Mikropumpe wurde in enger Zusammenarbeit zwischen dem Fraunhofer-Institut EMFT und dem Unternehmen Rapa Healthcare entwickelt und hergestellt. Das Fraunhofer-Institut EMFT hat sein fundiertes Fachwissen und seine langjährige Erfahrung in der Mikrosystemtechnik und Sensorik eingebracht und das ursprüngliche Konzept der Mikropumpe entwickelt. Rapa Healthcare hat als erfahrenes Entwicklungs- und Zulieferunternehmen im Bereich der Medizintechnik die notwendigen Schritte unternommen, um das Konzept weiterzuentwickeln und die Mikropumpe in die Serienreife zu überführen. Das Resultat ist eine hochwertige Mikropumpe, die den Anforderungen verschiedener Branchen gerecht wird und auf dem Markt verfügbar ist. RAPA Healthcare stellt sicher, dass die Mikropumpe zuverlässig und in hoher Qualität produziert wird.

Die Mikropumpe basiert auf fortschrittlicher Piezotechnologie und zeichnet sich durch herausragende Eigenschaften aus:

- Extrem langlebig
- Exzellente Gegenruck-Charakteristik
- Große Blasentoleranz

Ein weiterer großer Vorteil der Mikropumpe ist ihre Anpassbarkeit an die spezifischen Anforderungen der Kunden. Die technologischen Parameter wie Dosiergenauigkeit, Gegenrucksteifigkeit, Baugröße, Energieverbrauch, Partikelresistenz, Blasentoleranz und »free flow«-Schutz können flexibel auf die individuellen Bedürfnisse angepasst werden.

Die Anwendungsfelder der Mikropumpe erstrecken sich sowohl auf den medizinischen als auch auf den industriellen Bereich und machen sie zu einer äußerst flexiblen Lösung.



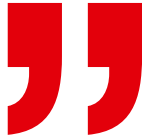
Anwendungsfelder in der Medizin

- Dosierung von „Biologicals“ wie beispielsweise monoclonale Antikörper, auch mit höherer Viskosität
- Patch Pumpen für Biologicals in Home Care Anwendungen
- Negative Pressure Wound Therapy (Unterdrucktherapie bei Wundbehandlung)
- Tragbare Blutdruckmessgeräte
- Pharmakologie, beispielsweise Medikamentendosiersysteme
- Diagnostik
- Schmerztherapie mit PCA-Systemen (Patientenkontrollierte Analgesie)
- Lab-on-Chip-Systeme
- Dosieren von Spülflüssigkeiten
- Intelligente Inhalationssysteme

Anwendungsfelder in der Industrie

- Probenzuführung für Gassensorsysteme
- Duftstoffdosiersysteme (Olfaktometer, Trainingssysteme, Consumer, Automotive)
- Mikrokühlsysteme
- Dosiermodule für Brennstoffzellen
- Labortechnik (z. B. Luftpolsterpipettierung, Mikrotiterplattendosierung)
- Dosiersysteme für Aromamischungen

Weitere Informationen und die technischen Daten der Mikropumpe finden Sie auf der Webseite www.rapa.com



Die applikationsspezifische Entwicklungsanpassung der Mikropumpe ist in den meisten Fällen unausweichlich. Als Spezialist für Ventile und Fluidtechnik liegt die Kompetenz von RAPA Healthcare insbesondere darin, Konzepte in die Produkt- und Serienreife zu überführen.

Jörg Manzer, Geschäftsführer RAPA Healthcare

Fazit

Das neue Eigensensorik-Konzept zeigt, dass die Integration dieser innovativen Technologie in die Mikropumpe zahlreiche Vorteile mit sich bringt. RAPA Healthcare arbeitet dazu aktiv mit interessierten Unternehmen zusammen, um konkrete Entwicklungsprojekte zu etablieren, in denen die erweiterten Funktionalitäten und disruptiven Eigenschaften der Eigensensorik der Mikropumpe genutzt werden können.

Philipp Höllein, Projektleiter in der Entwicklung der Mikropumpe bei RAPA Healthcare, betont die etablierten Verfahren und Prozesse zur kosteneffektiven Herstellung von Pumpen mit hoher Genauigkeit und Qualität, um sowohl kleine als auch große Mengen realisieren zu können. Die Steuerelektronik wurde von RAPA Healthcare konzipiert, serienreif gemacht und kann nun einfach um die wenigen Bauteile für die Eigensensorik erweitert werden. Die neuen Entwicklungen von Fraunhofer ergänzen perfekt das bestehende Mikropumpen-Portfolio von RAPA Healthcare. Durch die Integration des Eigensensorik-Konzepts können teure Bauteile wie separate Sensoren eingespart werden.

Zum jetzigen Zeitpunkt sind viele Anwendungen der neuen Technologien schwer vorhersehbar. Eines ist jedoch sicher: Sie werden unseren Kunden viele Chancen und Vorteile bieten. Die innovative Lösung ermöglicht eine frühzeitige Erkennung und Meldung von Störungen. Die Mikropumpe kann detailliertere Betriebsparameter und Meldungen an die Geräteelektronik übermitteln. Die Integration des Konzepts der Selbstüberwachung eröffnet somit ein breites Anwendungsspektrum in der Mikropumpentechnik.

Ausblick Mikrodosiersysteme

Der Trend zur Miniaturisierung und Mikrotechnik in der Medizintechnik wird in den kommenden Jahren weiter anhalten und durch die steigende Nachfrage nach personalisierten Therapien und der Notwendigkeit, Kosten zu senken, getrieben werden. Insbesondere Mikropumpen spielen eine wichtige Rolle bei der Dosierung von Medikamenten, da sie eine präzise und kontrollierte Verabreichung ermöglichen. Die Anwendungsbereiche von Mikropumpen sind vielfältig und reichen von der Mikrofluidik, Mikroanalytik und Mikroreaktionstechnik über die Schmerztherapie bis hin zur Entwicklung neuer Medikamente und Therapieverfahren.

Eine Herausforderung bei der Entwicklung von Mikrodosiersystemen liegt in der Anpassung an unterschiedliche Kundenanforderungen und in der Flexibilität, um den aktuellen Trend zur Kosteneinsparung in der Gesundheitsbranche zu erfüllen. Dennoch wird erwartet, dass die Branche in den kommenden Jahren große Fortschritte machen wird und dass innovative Mikrodosiersysteme neue Möglichkeiten für eine verbesserte Therapieführung und eine Senkung der Behandlungskosten eröffnen werden. Insgesamt wird die Miniaturisierung und die gezielte Anwendung von Mikrotechniken die Medizintechnik revolutionieren und die Entwicklung von Mikrodosiersystemen wird eine treibende Kraft für die Branche bleiben.

AUTORENTEAM



Dr. Martin Richter
Leiter der Abteilung für
Mikrodosiersysteme
Fraunhofer EMFT

T +49 89 54759-455
martin.richter@emft.fraunhofer.de



Kristjan Axelsson, M.Sc.
Wissenschaftlicher
Mitarbeiter
Fraunhofer EMFT

T +49 89 54759-454
kristjan.axelsson@emft.fraunhofer.de



Philipp Höllein
Produktentwickler F&E
RAPA Healthcare

T +49 9287 884-530
phoellein@rapa.com



GET IN TOUCH

Wir hoffen, dass dieses Whitepaper dazu beigetragen hat, Ihnen einen Einblick in die Welt der Mikrodosiersysteme und insbesondere Mikropumpen in der Medizintechnik zu geben. Wenn Sie weitere Fragen haben oder eine konkrete Anwendung für Ihre mikrofluidische Herausforderung benötigen, stehen unsere Experten gerne zur Verfügung. Kontaktieren Sie uns noch heute, um gemeinsam eine Lösung zu finden. Bei Interesse an der Mikropumpe und der Zusammenarbeit mit Rapa Healthcare können Sie ebenfalls gerne Kontakt aufnehmen. Wir freuen uns darauf, von Ihnen zu hören und Ihre Anforderungen zu besprechen.


HILFREICHE LINKS

Auf den folgenden Seiten finden Sie weitere hilfreiche und interessante Informationen.

Erklärvideo Mikropumpe

www.emft.fraunhofer.de/de/forschung-entwicklung/mikropumpen.html 
https://youtu.be/lb_7_MpV5Jo 

Datenblatt Mikropumpe

www.rapa.com/de/wp-content/uploads/Datenblatt_Mikropumpe_A4_10_2021_DE_Web.pdf 

UNTERNEHMENSINFORMATION

Über Fraunhofer EMFT

Das Fraunhofer-Institut für Elektronische Mikrosysteme und Festkörper-Technologien (EMFT) hat sich in dem Geschäftsbereich Mikrodosiersysteme auf die präzise Dosierung von Gasen und Flüssigkeiten im Nanoliter-Bereich spezialisiert. Dabei hat das Institut eine herausragende Expertise im Design von Mikropumpen entwickelt, die weltweit einzigartig ist. Dabei werden technologische Parameter wie Dosiergenauigkeit, Gegendrucksteifigkeit, Baugröße, Energieverbrauch, Partikelresistenz, Blasentoleranz und »free flow«-Schutz an die spezifischen Anforderungen angepasst. Diese Kompetenz wird für die Entwicklung neuer Schlüsselkomponenten in verschiedenen Bereichen wie der Medizintechnik, der Industrie und dem Verbrauchermarkt eingesetzt. Das Fraunhofer EMFT bietet ein Portfolio an Silizium-, Edelstahl- und Titanmikropumpen für verschiedene Anwendungsbereiche. Ein Schwerpunkt liegt auf der Miniaturisierung von Siliziummikropumpen, mit dem Ziel die Herstellungskosten zu senken und den Zugang zu Massenmärkten zu erleichtern. Das Institut hat die weltweit kleinste Siliziummikromembranpumpe mit Abmessungen von 3,5 x 3,5 x 0,6 mm³ entwickelt. Das F&E-Portfolio des Fraunhofer EMFT umfasst neben Mikropumpen auch unterschiedlichste Mikrodosierkomponenten und das Team verfügt über umfassende Systemkompetenz. Mikrodosiertechnik als Querschnittstechnologie erfordert ein breites Wissen in verschiedenen Bereichen wie Strömungsmechanik und Oberflächenphysik oder Chemie, um ein reibungsloses Zusammenspiel aller Komponenten zu gewährleisten.



Fraunhofer EMFT München
Hansastraße 27d
80686 München
T +49 89 54759-0
F +49 89 54759-100
contact@emft.fraunhofer.de
www.emft.fraunhofer.de

Über RAPA Healthcare

RAPA Healthcare ist eine hundertprozentige Tochter der RAPA-Firmengruppe aus Selb (Bayern), die über Niederlassungen in USA und China verfügt. Die Medizintechnik-Sparte produziert anwendungs- und kundenspezifische Komponenten oder komplette Baugruppen für den internationalen Medizintechnikmarkt, wie zum Beispiel Magnetventile und Fluidiksysteme. RAPA Healthcare fungiert aber nicht nur als Zulieferer namhafter Hersteller, sondern wirkt als Entwicklungspartner an Innovationen mit.

Eine wichtige Rolle spielen die RAPA-Produkte bei der Herstellung von medizintechnischen und analytischen Geräten sowie der Biomedizin oder in pneumatischen und hydraulischen Integrationslösungen. Die fluidtechnischen Komponenten kommen unter anderem bei der Flüssigkeitsregelung (Fluid Control) zum Einsatz, um Gase und Flüssigkeiten präzise zu steuern, den Durchfluss zu dosieren oder den Druck zu regeln. Alle Komponenten können an spezielle Kundenanforderungen angepasst werden.

RAPA Healthcare ist international tätig und wird von Jörg Manzer als Geschäftsführer geleitet. Alle erforderlichen Akkreditierungen und Zertifizierungen für den Medizinmarkt liegen vor – so auch die wichtige EU-harmonisierte Norm ISO 13485. Bereits seit mehr als 20 Jahren ist RAPA Zulieferer für medizingetrennte Ventile, die in Dialysegeräten des Marktführers Fresenius Medial Care zum Einsatz kommen.



RAPA Healthcare GmbH & Co.KG
Albert-Pausch-Ring 1
D-95100 Selb
T +49 9287 884-0
F +49 9287 884-223
healthcare@rapa.com
www.rapa.com/healthcare

Fraunhofer EMFT München
Hansastraße 27d
80686 München
www.emft.fraunhofer.de

RAPA Healthcare
Albert-Pausch-Ring 1
95100 Selb | Germany
www.rapa.com