

DYNAMISCHE MIKRO-REAKTOR-PLATTFORM MIT INTEGRIERTEN MIKROPUMPEN UND MIKROSTRUKTUREN

DIE AUFGABE

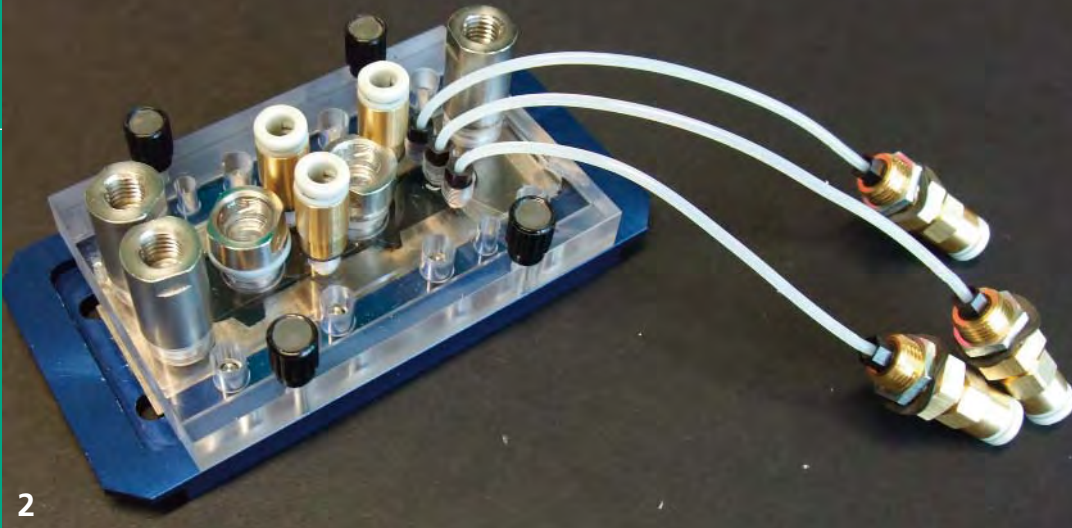
Mikroreaktoren ermöglichen durch ihren hohen Grad an Miniaturisierung und Automatisierung die Umsetzung komplexer chemischer und biologischer Abläufe mit minimalem technischem und personellem Aufwand. Neben geringen Investitions- und Betriebskosten zeichnen sich diese Systeme durch eine sehr kompakte Bauweise, eine hohe Funktionsdichte und ein einfaches Handling aus. Die kurzen Informationswege ermöglichen kurze Reaktionszeiten. Parallel kann durch Einsparung zahlreicher Leitungen und Verbindungsstellen die Zuverlässigkeit erhöht werden. Durch die Intensivierung von Wärme- und Stofftransport ergeben sich reaktionstechnische Vorteile wie verbesserte Produktreinheiten, -ausbeuten und -selektivitäten, höhere Prozesssicherheiten sowie der Zugang zu neuen Verfahren und Applikationen. Die Integration komplexer Mikrostrukturen ermöglicht die Realisierung definierter Mikromilieus.

Mikroreaktoren gewinnen in vielen Bereichen der chemisch-pharmazeutischen Synthese, der Umweltanalytik, der molekularbiologischen Diagnostik, der Wirkstoffforschung oder der Substanztestung zunehmend an Bedeutung. Für die Übertragung bestehender Prozesse auf Mikroreaktoren sowie die Entwicklung neuer Prozesse wird eine dynamische Mikro-Reaktor-Plattform benötigt, mit welcher die notwendigen Grundkomponenten wie Pumpen, Ventile, Reaktionskammern, Mischer und Wärmetauscher schnell und flexibel miteinander kombiniert werden können. Die entstehenden Mikroreaktoren sollen über einen weiten Bereich chemisch, mechanisch und thermisch stabil sein, um ein großes Spektrum an Prozessparametern abzudecken.

UNSERE LÖSUNG

Sehr gute Ergebnisse konnte das Fraunhofer IWS mit anwendungsspezifischen Mikroreaktoren erzielen, die schnell und flexibel als Mehrlagensystem aus der Materialkombination Silikon, Glas und Metall oder Polymer hergestellt werden. Für die Realisierung eines Mikroreaktors wird eine Flusszelle aus Polydimethylsiloxan an eine Anschlussplatte aus Metall oder Polymer angegossen und anschließend gegen eine Abschlussplatte gedichtet. In die An- und Abschlussplatte können Mikrostrukturen, Anschlüsse, Sensoren (Elektroden, Mikrolinsen, Lichtleitfasern) und Aktoren (Heizelemente, Elektromagnete, Piezoschwinger) integriert werden. Die Flusszelle beinhaltet das Mikrofluidiksystem, bestehend aus Kanälen, Mikromischern, Pumpen und Ventilen sowie optionalen Sensoren und Aktoren. Sie wird durch Abformung von einem Masterwerkzeug gefertigt. Dieses wird mit der am IWS etablierten Lasermikromaterialbearbeitungstechnologie oder lithographisch gefertigt. Über die Einschraubtiefe der Formeinsätze kann die Dicke von Pump- und Ventilmembranen definiert eingestellt werden.

Bedingt durch den modularen Aufbau können die Mikroreaktoren schnell und flexibel an die jeweilige Applikation angepasst werden. So können Reaktionsräume durch Verwendung von Glas-, Polymer- und Silikonwerkstoffen optisch zugänglich und elektrisch isolierend gestaltet werden, was eine optische Überwachung der Prozesse und die Integration photo- und elektrochemischer Funktionalitäten ermöglicht. Eine Anschlussplatte aus Metall ermöglicht einen effektiven Wärmetransport.



2

ERGEBNISSE

Basierend auf der etablierten, dynamischen Mikro-Reaktor-Plattform wurden erfolgreich anwendungsspezifische Mikroreaktoren mit integrierten Mikropumpen und Mikrostrukturen realisiert und charakterisiert.

Beispiel 1:

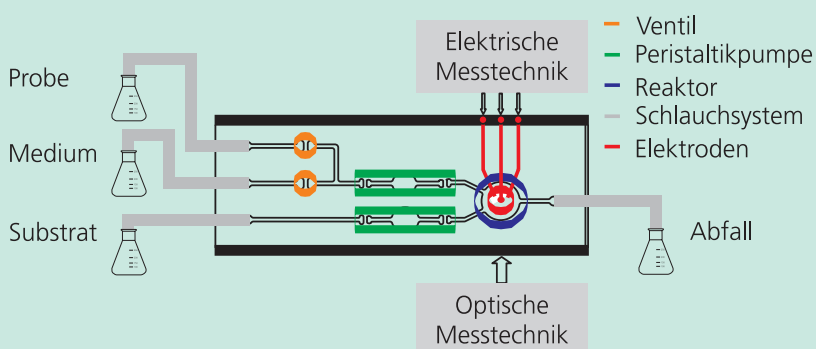
Für die Bestimmung umweltrelevanter Substanzen über einen Hefezellsensor mit optischer oder elektro-chemischer Detektion wurde ein Mikroreaktor entwickelt und erfolgreich getestet, welcher die als Sensorelement eingesetzten Hefezellen wahlweise kontinuierlich mit Nährstoffen versorgt, ein definiertes Probevolumen zu den Zellen leitet oder eine definierte Menge von Reagenzien für die enzymatische Umsetzung zudosiert (Abb. 1). Die Aktivität der von den Zellen gebildeten Enzyme kann wahlweise optisch über Fluoreszenz und Chemolumineszenz oder elektro-chemisch durch Amperometrie mittels Mikroelektroden erfasst werden. Über integrierte Mikrostrukturen werden die gentechnisch veränderten Zellen in dafür bestimmten Kompartimenten eingeschlossen.

Beispiel 2:

Für die standardisierte nasschemische Nitrat-Bestimmung mit fotometrischer Detektion wurde ein Mikroreaktor entwickelt und erfolgreich getestet, in dem ein definiertes Probenvolumen einer wässrigen Lösung exakt und reproduzierbar in einen Trägerstrom eingegeben wird. Der Trägerstrom transportiert die Probe unter Zugabe von Reagenzien für die chemische Umsetzung durch einen Mikromischer zum fotometrischen Durchflussdetektor (Abb. 3).

Mit der entwickelten dynamischen Mikro-Reaktor-Plattform steht ein Werkzeug für die schnelle und flexible Übertragung bestehender Prozesse auf Mikroreaktoren sowie die Entwicklung neuer Prozesse zur Verfügung (Abb. 2).

Schematischer Aufbau des Mikro-Reaktors für die elektrochemische Detektion umweltrelevanter Substanzen



3

- 1 *Mikroskopaufnahme einer Mikrostruktur zum Einschließen gentechnisch veränderter Hefezellen innerhalb des Mikro-Reaktors*
- 2 *Dynamischer Mikro-Reaktor mit integrierten Mikropumpen, Ventilen und Mikrostrukturen*

KONTAKT

Dr. Frank Sonntag
 Tel.: +49 351 83391-3259
frank.sonntag@iws.fraunhofer.de

