

Thomas Stange

# Hybride Mikrosysteme – Lösungen für typische Marktanforderungen

*Kunden kennen die Märkte und die Anforderungen an die Produkte von morgen am besten. Bei der Abbildung ihrer Wünsche auf die mikrotechnischen Möglichkeiten ergibt sich allerdings häufig das Dilemma, dass sie eigentlich Unmögliches verlangen. Ein Ansatz, der viele dieser Fälle lösen hilft, liegt in der Kombination unterschiedlicher Materialien.*

Abb. 1 b): Glas-Slide mit 48  
Reaktionstöpfchen aus COC-Kunststoff.  
Das Rastermaß entspricht dem auf einer  
1536er Titerplatte.

Abb. 1 a):  
Titerplatten-Slides mit 96  
Reaktionstöpfchen. Der strukturierte Teil  
besteht aus Kunststoff – zum Beispiel  
Polypropylen oder COC (Topas®) – der  
Objekträger aus Glas dient als Boden.

Der Begriff „hybrides Mikrosystem“ wird in zwei Bedeutungen benutzt. Zum einen wird darunter ein System verstanden, das aus mehr als einer funktionalen Komponente zusammengesetzt werden muss. Die andere Deutung legt den Schwerpunkt auf die Kombination unterschiedlicher Materialien. Im Folgenden soll der Fokus auf der Schnittmenge beider Definitionen liegen. Demnach besteht ein hybrides Mikrosystem aus mindestens zwei funktionalen Komponenten, die zudem nicht aus demselben Material sind. Das sei an drei Beispielen verdeutlicht.

## Beispiel Wirkstoffentwicklung

Objekträger sind Verbrauchsartikel, die nur wenig kosten dürfen. Aufgrund ihrer Verwendung benötigen sie zudem gute optische Eigenschaften – das ist einer der Gründe, warum sie aus Glas bestehen. Kommt nun der Wunsch hinzu, auf einem Objektträger mehrere Proben wie auf einer Titerplatte mikroskopisch zu beobachten, können die obigen Anforderungen am besten durch die Kombination von Kunststoff und Glas erreicht werden. Abbildung 1a zeigt Titerplatten-Slides aus Kunststoff mit 96 Reaktionstöpfchen und einem Glasboden. Eine weitere Variante wurde entwickelt, weil einige Kunden die Proben bei höheren Temperaturen beobachten wollen. Da es wegen der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der beiden verwendeten Materialien dabei zu Undichtigkeiten käme, wurden die Reaktionstöpfchen thermisch entkoppelt (Abbildung 1b).

## Mikrosystemtechnik

Die Mikrosystemtechnik umfasst mehrere Technologien, die sich etwa über das Ausgangsmaterial des Produktes unterscheiden lassen. Bereits als klassisch sind Silizium und Glas zu bezeichnen. In jüngerer Zeit sind Mikrostrukturierungsverfahren von Metallen, Keramiken und Kunststoffen an ihre Seite getreten. Jedes dieser Materialien weist spezifische Stärken, aber eben auch gewisse Schwächen auf.

Da sich die entsprechenden Technologien eher konträr als komplementär zueinander verhalten, tritt das angedeutete Dilemma immer dann auf, wenn der Kunde eine Lösung wünscht, die eine Kombination von Stärken verschiedener Technologien beziehungsweise Materialien erfordert. Was der Kunde will – ohne sich dessen wahrscheinlich bewusst zu sein – ist die Entwicklung eines hybriden Mikrosystems.

Abb. 3:  
Ein 16-facher  
Mikrokapillar-Chip  
aus COC. Mit den  
Platin-Elektroden misst  
man die Impedanz  
von Zellclustern zur  
Bestimmung ihrer  
Malignität (Bösartigkeit).

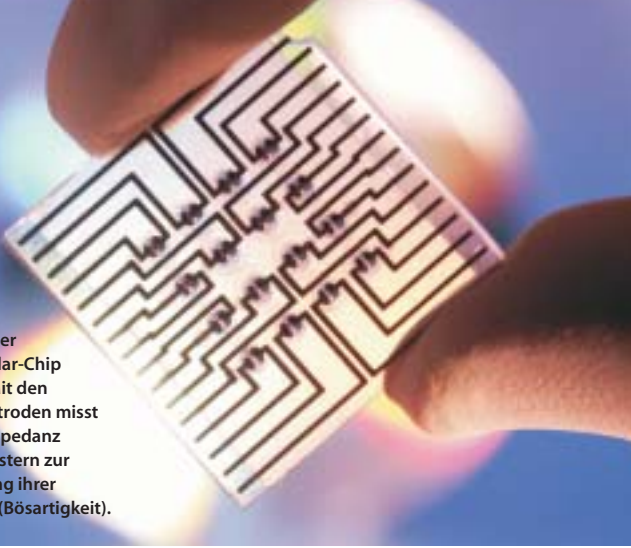
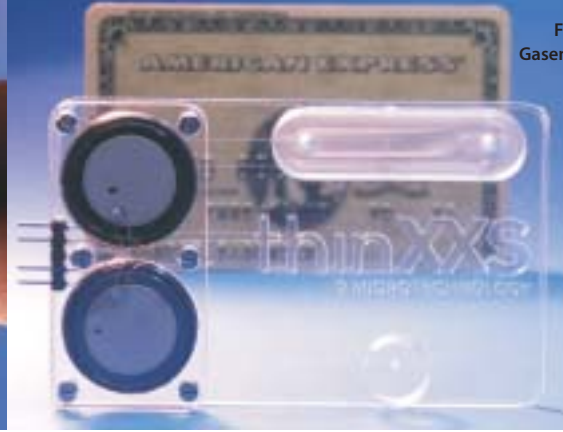


Abb. 4:  
Neben zwei XXS2000  
Mikropumpen zur  
Förderung von  
Flüssigkeiten oder  
Gasen gibt es auf einer  
Kreditkarte noch  
reichlich Platz für  
Kanäle,  
Reservoirs,  
Sensoren,  
DNA-Arrays,  
etc.



### Beispiel Medizintechnik

In diesem Fall entwickelt ein Kunde ein Gerät, mit dem medizinische Eingriffe im Inneren eines Kernspintomographen möglich werden sollen. Dazu benötigt er Sensoren, um die Daten zur Positionsbestimmung des Interventionssystems zu liefern.

Aufgrund der hohen magnetischen Feldstärken in einem Kernspintomographen dürfen allerdings keine ferromagnetischen Gegenstände in seine Nähe kommen. Weitere Einschränkungen ergeben sich aufgrund der starken elektromagnetischen Emissionen des Tomographen während der Bildgebung sowie dessen extremer Empfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Störsignalen. Elektrische Sensoren zur Kontrolle der Bewegungen des Roboters scheiden somit aus.

Man könnte diese extremen Randbedingungen auch so formulieren: Das gesamte über dem Patienten angebrachte Robotersystem darf nur aus Materialien wie Kunststoff, Keramik oder Glas bestehen. Obwohl es möglich wäre, die Sensoren nur aus Kunststoff herzustellen, erweist sich die hybride Lösung – Glasencoderscheiben und Glaslinsen mit ihren hervorragenden optischen Eigenschaften, mechanisch stabile Wellen und Lager aus Keramik sowie Kunststoffgehäuse zum einfachen Anschluss an die Geräteumgebung – als effizienter. Abbildung 2 zeigt eine Reihe verschiedener mikrooptischer Sensoren aus eben diesen Materialien, die ihre Informationen in Form von Lichtsignalen an die Bildverarbeitung senden.

### Beispiel Analytik

Ein Lab-on-a-Chip, wie man mikrofluidische Architekturen auf flachen, rechteckigen Substraten häufig nennt, ist im einfachsten Fall ein gedeckeltes Stück Kunststoff, Glas oder Silizium, auf dem sich Kanäle, Reservoirs und Bohrungen befinden. Doch das ist kaum mehr als

die Ausgangsbasis für die Befriedigung heutiger Kundenwünsche, die immer mehr Funktionen auf dem Chip integriert sehen wollen. Mit Elektroden aus Gold, Nickel oder Platin können beispielsweise elektrische Messungen an Proben durchgeführt werden (Abbildung 3). Elektroden werden auch für die Kapillarelektrophorese gebraucht, um die zur Separation nötigen Potenzialdifferenzen zu erzeugen. Für andere Anwendungen hingegen wünscht man sich aktiv ansteuerbare Mikropumpen (ihrerseits selbst wieder Hybridsysteme), um die Flüssigkeiten und auch Gase auf dem Chip zu bewegen. Abbildung 4 zeigt, dass bereits eine Kreditkarte viel Platz für unterschiedlichste Funktionalitäten bietet.

Da viele Anwendungen auf Bereiche zielen, in denen große Mengen solcher Kleinstlabore gebraucht werden, wird in Zukunft die Forderung nach Einwegartikeln zunehmend Bedeutung gewinnen. Ein Kunde, der Zelleigenschaften elektrisch messen möchte, stellt eben diese Anforderung. Über den Siliziumchip für die Messung verfügt er bereits. Allerdings benötigt er für das Probenhandling und die Messtechnik einen komplex strukturierten mikrofluidischen Korpus von der Größe einer Titerplatte. Aus Kostengründen bedarf es daher einer Lösung, die den Siliziumchip in ein Fluidsystem aus Kunststoff integriert. Das System, das wie ein

Sandwich aus drei Schichten aufgebaut ist, wird derzeit erprobt und soll auf der BioTechnica im Oktober in Hannover vorgestellt werden.

### Marktchancen

Hybride Systeme sind sicher nicht die universelle Antwort auf alle Kundenwünsche, die mit den herkömmlichen Technologien nicht realisiert werden können. Dass dieser Ansatz noch wenig beschritten ist, liegt schließlich nicht am Unwillen der Protagonisten, sondern vor allem an den Schwierigkeiten, unterschiedliche Materialien miteinander zu verbinden. Die genannten Beispiele stehen aber stellvertretend für eine wachsende Zahl von Kundenwünschen – und damit Marktanforderungen –, die auf zahlreiche neue Anwendungsmöglichkeiten abseits der ausgetretenen Pfade verweisen.

thinXXS GmbH, Mainz/Zweibrücken  
[www.thinxxs.com](http://www.thinxxs.com)

Abb. 2:  
Eine Familie hybrider  
mikrooptischer Sensoren,  
mit denen die Bewegungen  
eines Robotersystems selbst  
im unwirtlichen Innern  
eines Kernspintomographen  
kontrolliert werden können.

