

Abstandssensor „Hymosens“

Am Institut für Mikrostrukturtechnik des Forschungszentrums Karlsruhe wurde zusammen mit dem Institut für technische Optik der Universität Stuttgart und zwei Industriefirmen im Rahmen eines Verbundprojektes ein Hybrider Mikro-Optischer Sensor (Hymosens) zur Vermessung optischer Komponenten nach dem chromatisch-konfokalen Prinzip entwickelt (Abb. 1).

Heutige Präzisionsbauteile aus Optik, Mechanik und Fluidik stellen aufgrund kleiner Dimensionen oder enger Toleranzen extreme Anforderungen an die Messtechnik. Eine Herausforderung sind Messaufgaben an schwer zugänglichen Stellen, beispielsweise Form- und Rauigkeitsmessungen an den Seitenwänden tiefer Bohrungen mit kleinen Durchmessern. Diese Anforderung besteht z.B. in der Fertigungskontrolle von Dieseleinspritzdüsen. Im Rahmen des Projekts wurde ein Messsystem entwickelt, das vereinfacht dargestellt einen weißen Lichtstrahl so auf eine Oberfläche bündelt, dass die Farbe des Brennpunkts vom Abstand der Oberfläche zum Sensor abhängt (Abb. 2). Diese Fokussierung findet durch eine abbildende Mikrooptik an der Spitze einer Licht leitenden, optischen Faser statt. Dabei werden die Farbfehler der Optik nicht wie beim Fotoapparat korrigiert, sondern bewusst überhöht. Je nach Abstand des Messobjektes liegt der Brennpunkt einer anderen Farbe auf der Messobjektoberfläche und wird damit mit hoher Intensität in den Messkopf zurückreflektiert. Die Intensitätsinformation zu den Farben wird mit Hilfe eines Mikrospektrometers (siehe Exponat des Forschungszentrums) analysiert und daraus auf den Abstand rückgerechnet.

Die Besonderheit des entwickelten und patentierten Messsystems ist die Möglichkeit, Bohrungen mit Durchmessern von nur 1,5 mm berührungsfrei mit hoher Präzision - auf weniger als 10 nm genau - zu vermessen.

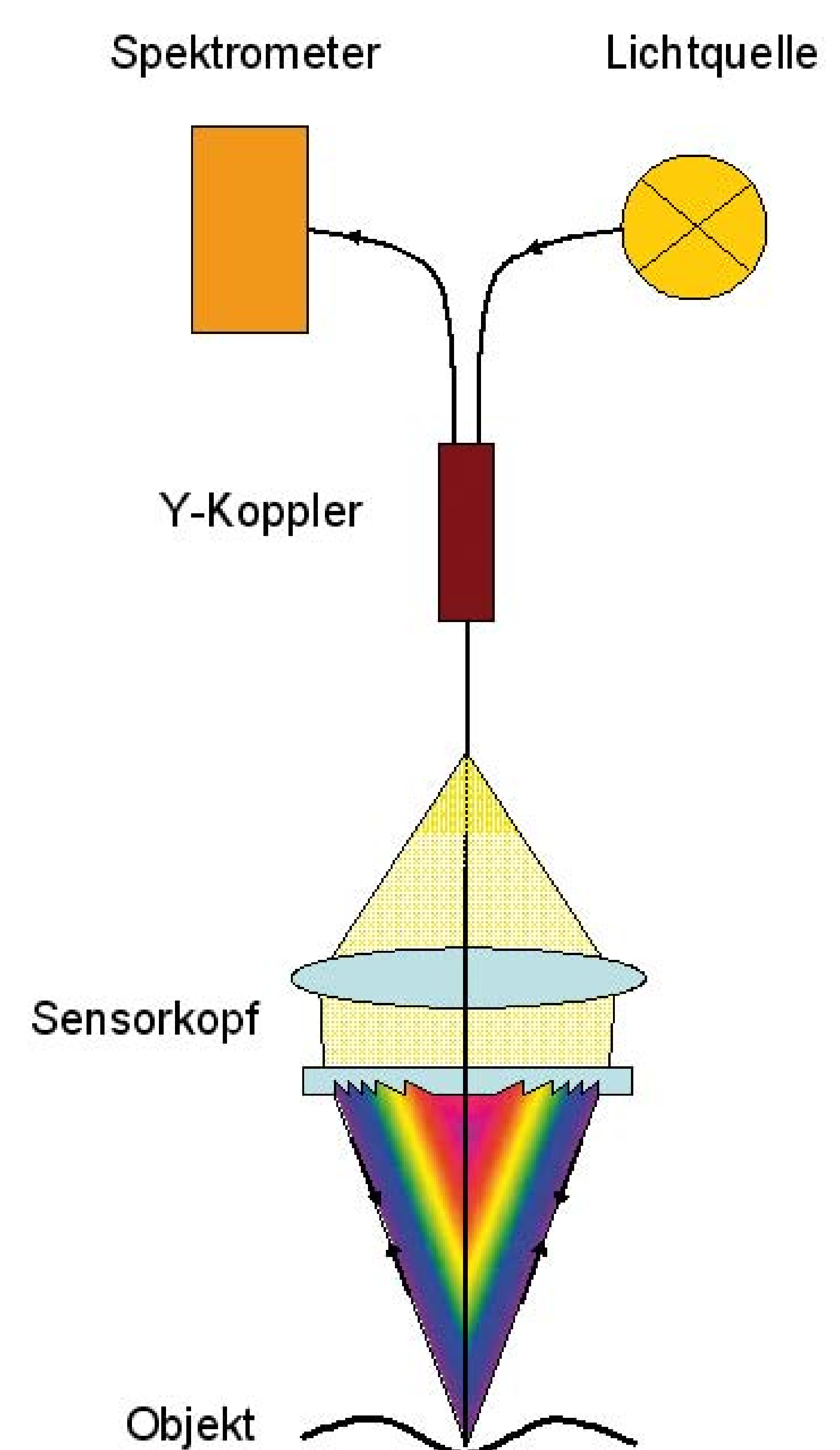
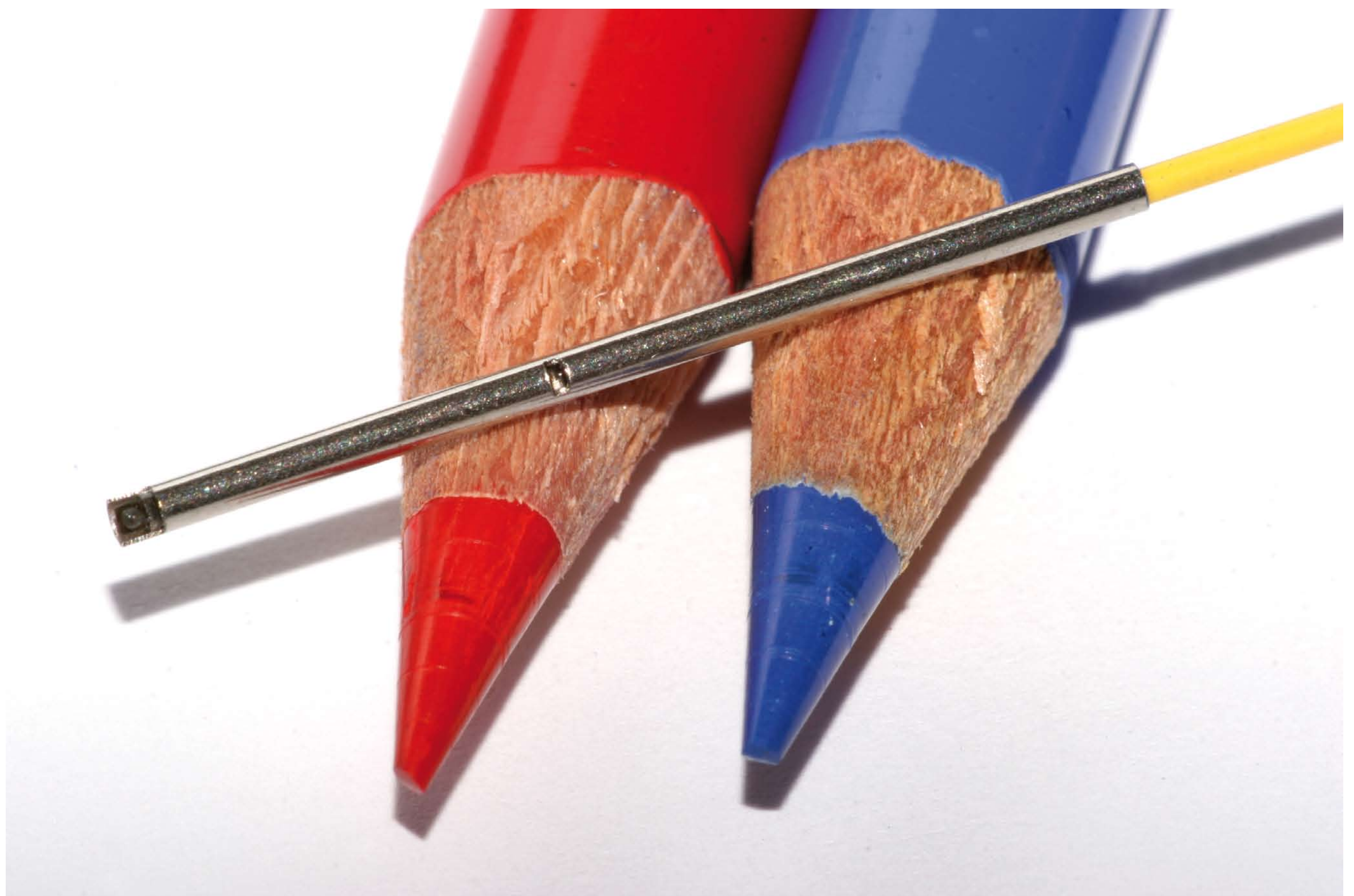


Abb. 2: Prinzipieller Aufbau des in Karlsruhe entwickelten hybriden mikrooptischen Sensors.
Bild aus Peter Lücke, „Mikrooptische Sensoren nach dem chromatisch-konfokalen Messprinzip“, FZK GmbH, 2006

Abb. 1: Hybrider Mikro-Optischer Sensor (Hymosens) im Größenvergleich.
Bild Forschungszentrum Karlsruhe



Lab-on-a-Chip Platten zur Kapillarelektrophorese (CE)

Für die Entwicklung neuer Medikamente werden in der pharmazeutischen Industrie oftmals mehr als 100.000 Substanzen pro Woche überprüft. Als Testplattformen mit weitestgehend automatisierter Handhabung dienen Mikrotiterplatten aus Kunststoff in drei standardisierten Größen mit 96, 384 oder 1536 Probenkammern (Wells). Aus Kostengründen sollen die erforderlichen Substanzmengen möglichst gering sein. Da bei Probenvolumina im μl -Bereich Verdunstungseffekte stärker zum Tragen kommen, bietet sich die Verwendung geschlossener Systeme an. Ferner wird angestrebt, die komplexe Aufarbeitung der Substanzen möglichst direkt auf dem Träger durchzuführen, um Bearbeitungszeiten zu verkürzen und separate Arbeitsschritte einzusparen.

Aus diesem Grund sind am Forschungszentrum Karlsruhe in Zusammenarbeit mit Industriepartnern gekammerte mikrofluidische Kanalsysteme („Lab-on-a-Chip“-Systeme) zur Kapillarelektrophorese (CE) entwickelt worden. Dank Mikrostrukturierung reicht der Platz einer 96-Well-Platte für die komplexen 96 CE-Mikrokanalsysteme aus (Abb. 1). Dies ist wesentlich, da dadurch auch für die neuen CE-Plattfor-

men die bisherigen, sehr teuren Handhabungsautomaten weiterverwendet werden können.

Jede einzelne Lab-on-a-Chip – Struktur besteht aus zwei sich kreuzenden Mikrokanälen mit $100 \times 50 \mu\text{m}^2$ Querschnitt, an deren Ende sich jeweils Reservoirs befinden (Abb. 2). Das Injektionsvolumen beträgt 600 pl (= 0,000.000.000.600 Liter). Die Trennstrecke ist hier zur Platzersparnis mäanderförmig angeordnet und 40 mm lang. Die Befüllung der Kanalstruktur erfolgt allein über Kapillarkräfte. Durch Anlegen eines elektrischen Feldes werden geringe Probenmengen (z.B. DNA / Farbstoff) in das Kanalsystem eingeschleust und dort getrennt (CE). Am Ende des Trennkanals sind die getrennten Bestandteile der Probe fluoreszenzspektroskopisch nachweisbar. Die elektrische Kontaktierung aller 384 (96 x 4) Reservoirbereiche ist über integrierte Leiterbahnen möglich.

Das gewählte Herstellverfahren Heißprägen ist für die Produktion großer Stückzahlen geeignet, wobei sich prinzipiell auch andere Strukturdesigns umsetzen lassen.

Abb. 1: Mikrotiterplatte mit 96 Kapillarstrukturen. Im Hintergrund eine Standard – Mikrotiterplatte.
Bild Forschungszentrum Karlsruhe

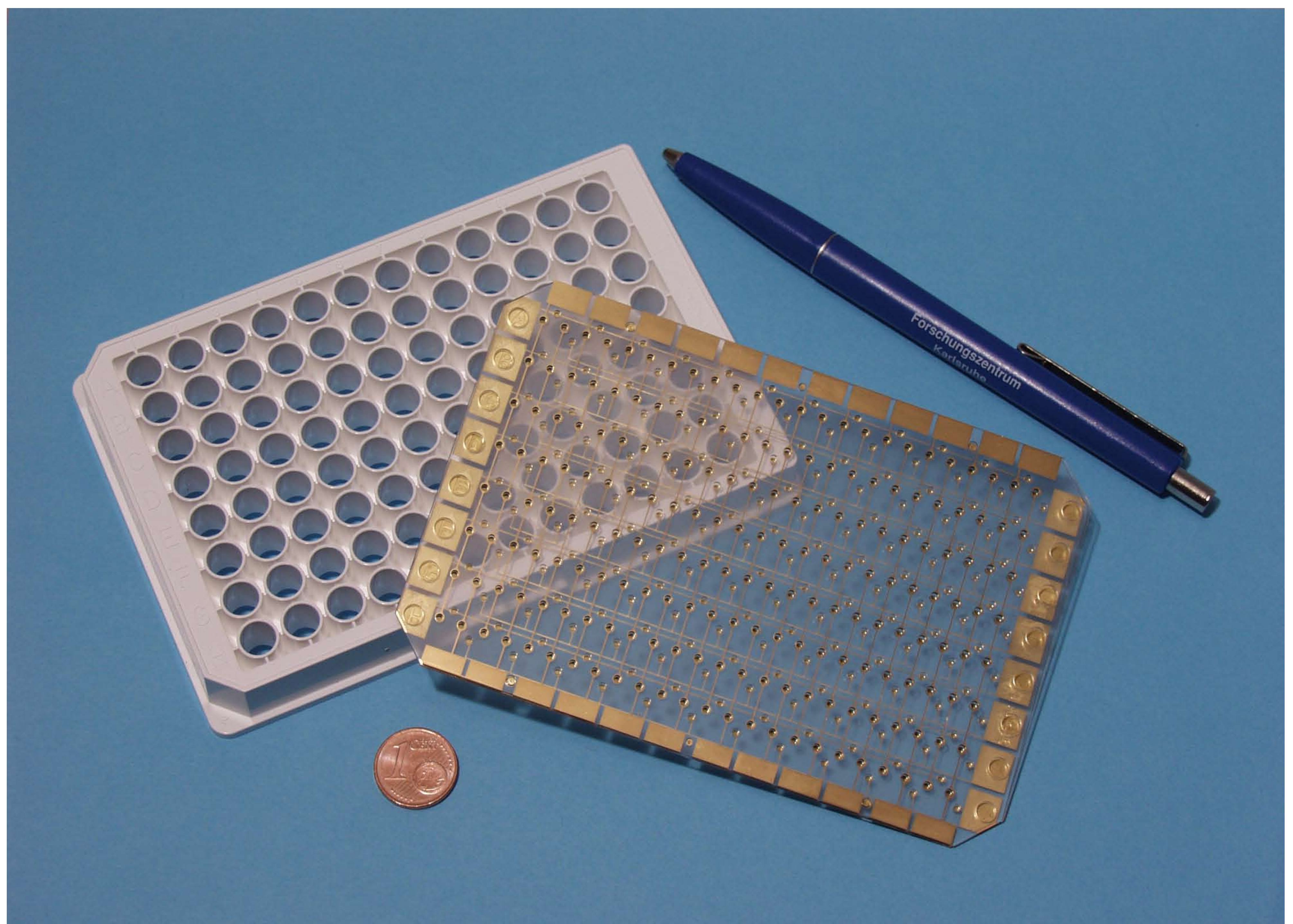
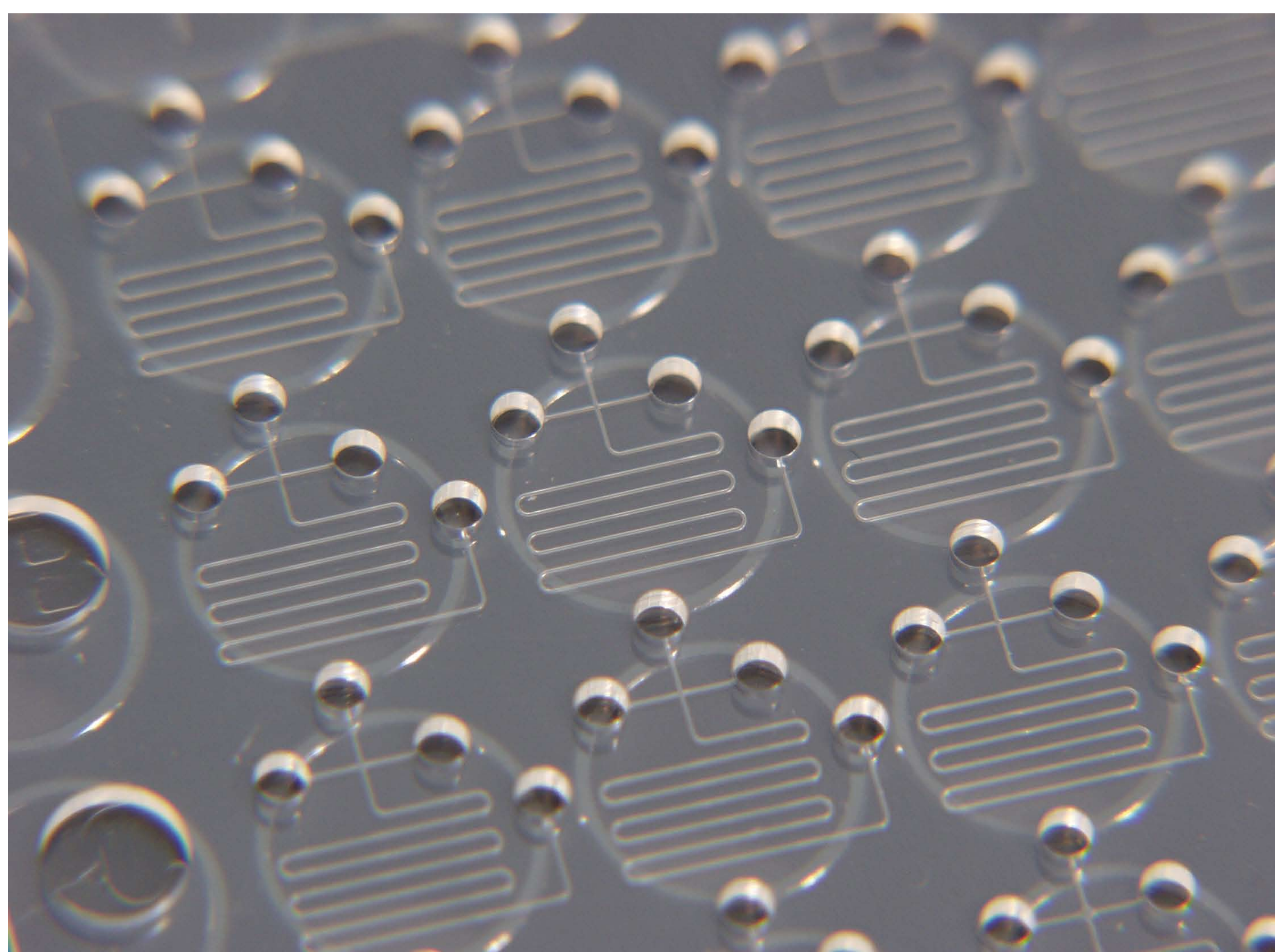


Abb. 2: 96 identische Mikrokanäle ersetzen 96 einfache Wells.
Bild Forschungszentrum Karlsruhe



Das Bio-Analysesystem BioDisk und die Mikro-Fabrik der Zukunft

Im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes „MikroWebFab“, in dem das Forschungszentrum Karlsruhe die Koordination der insgesamt elf beteiligten Partner übernahm, wurde das von der Firma Stratec-Biomedical AG spezifizierte Bio-Analysesystem BioDisk zur Produktionsreife entwickelt und in Kleinserien gefertigt. Das Forschungszentrum zeigt mit diesem Projekt der klein- und mittelständischen Industrie neue Wege zur Zusammenarbeit in der Mikrosystemtechnik auf und gibt damit der weiteren Verbreitung dieser Technologie neue Impulse.

Aus dem Projekt entstand das kommerzielle Mikrofertigungsnetzwerk MicroWebFab, das Firmenkompetenzen in den Bereichen Mikrospritzguss, Mikrozerspanung, Biobeschichtungstechnik, Mikrohandhabungstechnik sowie Technologie- und Netzwerkkoordination bündelt (*).

Ein Beispiel für die interdisziplinäre firmenübergreifende Zusammenarbeit des Netzwerks ist die BioDisk (Abb. 1). Sie hat die Größe eines 2-Euro Stückes und besteht aus einem rotationssymmetrischen Mikrospritzgussteil mit einer Zentralkammer, die über Kapillarkanäle mit 32 Analysekammern verbunden ist. Um die selbsttätige Befüllung zu erreichen, wurden in die BioDisk wenige 100 µm breite und tiefe Kapillarkanäle strukturiert und deren Oberfläche mit Plasmatechnologie modifiziert. Identische Füllhöhen in jeder Kammer werden durch umlaufende Kapillarstopkanten an den Analysekammern und den horizontalen Kanälen sichergestellt, bei deren Erreichen der weitere Anstieg der Flüssigkeit stoppt. In den 32 Analysekammern werden über Biobeschichtungstechnologien bis zu 32 unterschiedliche Reagenzien vorgelegt. Abschließend wird die BioDisk mit einer Folie gedeckelt.

Um eine Analyse durchzuführen, wird in die Zentralkammer die zu analysierende Flüssigkeit (z.B. Blut) dosiert und verteilt sich von dort selbsttätig über Kapillarkräfte auf die 32 Analysekammern. Ein Farbumschlag der Reagenzien in einer dieser Kammern zeigt das Vorhandensein eines Erregers an. Um auch mehrstufige Analysen durchführen zu können, die Wasch- und Zentrifugierschritte erfordern, kann die BioDisk auf eine Spindel aufgespannt und rotiert werden. Ab einer bestimmten Drehzahl fließt die Flüssigkeit über die S-förmigen Kanäle am Außenrand, den sogenannten „Siphon“ ab. Die BioDisk integriert vielfältige fluidische Funktionen und analytische Möglichkeiten auf kleinstem Raum und bietet damit das Potential, die bisher tischgroßen Analyseautomaten auf die Grundfläche eines DIN A3 Blattes zu reduzieren.

(*) Im Mikrofertigungsnetzwerk MicroWebFab (www.microwebfab.com) sind folgende Firmen beteiligt: Ernst Reiner GmbH&Co. KG (Mikrospritzguss), I-sys Automationstechnik GmbH (Mikrozerspanung), Microcoat Biotechnologie GmbH (Biobeschichtungstechnik), ACI-Ecotec GmbH&Co. KG (Mikrohandhabungstechnik) und Igedi GbR (Technologie- und Netzwerkkoordination).

Abb. 1: Das Bio-Analysesystem BioDisk hat die Größe eines 2-Euro Stückes und bietet 32 Reaktionskammern.
Bild Forschungszentrum Karlsruhe

