

Schlussbericht

der Forschungsstelle(n)

366ZBG, Fraunhofer-Instituts für Schicht-und Oberflächentechnik (IST), Institut für Bioprozess- und Analysenmesstechnik e.V. (iba)

zu dem über die



im Rahmen des Programms zur
Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)

vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

geförderten Vorhaben **IGF-10/01**

Langzeitstabile hydrophobe Oberflächenbeschichtungen für Droplet-Based Microfluidic Systems (DROBased)

(Bewilligungszeitraum: 01.01.2011 - 30.06.2013)

der AiF-Forschungsvereinigung

Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e.V. - EFDS

Braunschweig, 15.11.2013

Ort, Datum

Dr.-Ing. Marko Eichler

Name und Unterschrift des/der Projektleiter(s)
an der/den Forschungsstelle(n)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Schlussbericht

der Forschungsstelle(n)

366ZBG, Fraunhofer-Instituts für Schicht- und Oberflächentechnik (IST), Institut für Bioprozess- und Analysenmesstechnik e.V. (iba)

zu dem über die



im Rahmen des Programms zur
Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)

vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

geförderten Vorhaben IGF-10/01

Langzeitstabile hydrophobe Oberflächenbeschichtungen für Droplet-Based Microfluidic Systems (DROPhased)

(Bewilligungszeitraum: 01.01.2011 - 30.06.2013)

der AiF-Forschungsvereinigung

Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e.V. - EFDS

Heilbad Heiligenstadt, 05.11.2013

Ort, Datum

Stefan Wiedemeier

Name und Unterschrift des/der Projektleiter(s)
an der/den Forschungsstelle(n)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

1. Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Zielstellung	2
1.1 Zusammenfassung	2
1.2 Problemstellung.....	3
1.3 Forschungsziel.....	3
1.3 Lösungsweg.....	4
2. Projektdurchführung	5
2.1 Herstellung von Fluidmikrosystemen.....	5
2.2 Aufbau einer mikrofluidischen Basisplattform zur Charakterisierung der Schichtstabilität	7
2.3 Mikrofluidische Untersuchungen.....	12
2.4 Atmosphärendruck-Plasmaanlagen	14
2.5 Oberflächencharakterisierung der fluidischen Strukturen	15
2.5.1 Kontaktwinkel- und Oberflächenenergie-Bestimmung	15
2.5.2 Bestimmung der Oberflächenrauheit	16
2.5.3 Rasterkraftmikroskop	16
2.5.4 Bestimmung relevanter Stoffeigenschaften der Probenmedien	17
3. Ergebnisse	17
3.1 Komplex 1: Beschichtung	17
3.1.1 Untersuchungen zur Schichtstabscheidung	17
3.1.2 Chemische Stabilität der C ₄ F ₈ - und TMS-Schichten	24
3.1.3 Innenbeschichtung von Glaskapillaren	26
3.1.4 Kontaktwinkel und Oberflächenenergie auf TE und FTE	30
3.1.5 Bestimmung der Oberflächenrauheit	31
3.1.6 Untersuchungen zur Schichtdicke	33
3.1.7 Charakterisierung des Plasmas mittels Optischer Emissionsspektroskopie	34
3.1.8 Abscheidung von Schichten in fluidischen Systemen mit unverzweigten Kanälen	41
3.1.9 Abscheidung von Schichten in fluidischen Systemen mit verzweigten Kanälen	44
3.2 Komplex 2: Fluidische Untersuchungen	49
3.2.1 Einfluss der Kanalordnung und der Oberflächenrauheit	49
3.2.2 Einfluss der Prozessparameter.....	51
3.2.3 Einfluss der Probenmedien.....	53
3.3 Untersuchungen zur Proteinadsorption.....	54
3.3.1 Anlagerung von Proteinen aus Proteinlösung	54
3.3.2 Untersuchungen an fluidischen Strukturen nach Funktionsversagen	56
4. Zusammenfassung der Ergebnisse	58
5. Bewertung der Ergebnisse im Vergleich zur Zielstellung	58
6. Wirtschaftliche Bedeutung der Forschungsergebnisse für kleine und mittlere Unternehmen	59
7. Beabsichtigter Transfer der Forschungsergebnisse	60
7.1. Veröffentlichungen durch Einbeziehung der Lehre.....	62
7.2. Patente.....	62
8. Darstellung der wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises und Erläuterung der Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	62
9. Förderhinweis	63
11. Literaturverzeichnis	64

Abschlussbericht

Langzeitstabile hydrophobe Oberflächenbeschichtungen für Droplet-Based Microfluidic Systems (DROPbased)

1. Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Zielstellung

1.1 Zusammenfassung

Der rasante Fortschritt der Mikrofluidik in den letzten Jahren zeigt, wie groß das Potenzial dieser Technologie für die Industrie und Forschung ist. Durch die fortlaufende Entwicklung von mikrofluidischen Technologien eröffnen sich neue Perspektiven, sowohl für biologische, medizinische als auch für umwelt- und lebensmitteltechnische Anwendungen. Entsprechend steigt der Bedarf an Mikrofluid-basierten Systemen in der modernen Medizin und Biotechnologie stetig an [1]. Die Mikrofluidik ermöglicht die Manipulation von Prokaryonten, Eukaryonten und ganzen Zellverbänden sowie allgemein die Analyse von kleinsten Probenmengen. Hierdurch hat sie das Potenzial, traditionelle Verfahren zum Handling entsprechender Proben abzulösen.

So kann mit mikrofluidischen Komponenten das Handling von Proben im Nanoliter-Bereich gewährleistet werden, wo Technologien auf Basis von Pipettierautomaten an ihre Grenzen stoßen, da die Verdunstungseffekte verstärkt zum Tragen kommen. Die heutigen mikrofluidischen Systeme zeichnen sich zu meist durch geschlossene Anordnungen aus und verhindern somit Verdunstungseffekte. Des Weiteren ist in den letzten Jahren, vor allem in der modernen Pharmaforschung die Anzahl der zu testenden Proben erheblich gestiegen. Da die im Bereich der Forschung verwendeten Substanzen häufig sehr teuer sind, ist ein Miniaturisierungstrend unter Berücksichtigung des Qualitäts- und Kostendrucks zu beobachten. Um dieser Entwicklung gerecht zu werden, bedarf es neuer Konzepte der Fertigung von fluidischen Systemen und deren Modifikation.

Die Kombination von Mikro- und Fluid-Technologie bietet beste Voraussetzungen, um diesen Anforderungen gerecht zu werden. So erlaubt sie, die Integration von verschiedenen Prozessschritten wie Kompartimentierung, Zudosierung, Mischung, Kultivierung und Analyse in einem integrierten System. Die Vorteile dieser Technologie gegenüber konventionellen Systemen liegen im stark reduzierten Probenvolumen, der geringen Kontaminationsgefahr (geschlossenes System) und dem hohen Maß der Automatisierbarkeit solcher Systeme [2].

Das Projekt war motiviert durch den in der medizinischen Diagnostik und biotechnischen Forschung anhaltenden Trend, mittels segmentierter Proben in einer kurzen Zeitspanne mit hoher Sicherheit Untersuchungen durchzuführen. Die zurzeit eingesetzten fluidischen Systeme können das Potential dieser Technologie nur ansatzweise nutzen, da sich geeignete Materialien entweder nur schwer strukturieren lassen oder nicht die geeigneten Oberflächeneigenschaften besitzen.

Im Rahmen des Projektes gelang es Oberflächenbeschichtungen mittels Atmosphärendruckplasma zu entwickeln, die die Funktion der fluidischen Komponenten deutlich verlängern oder die Kompartimentierung bestimmter Medien erst ermöglichen.