

Abschlußbericht

Machbarkeitsstudie im Rahmen der BMBF Fördermaßnahme
„Nanobiotechnologie“

Berichtszeitraum 01.07.2007 – 30.06.2010

Nanobiotechnologie-Verbundprojekt:
Gerichteter Transport nanoskopischer Ladungen über
molekulare Fließbänder;
Teilprojekt 4

Inhalt

1	Übersichtsangaben	4
2	Kurzdarstellung	4
2.1	Aufgabenstellung	4
2.1.1	Thema und Gesamtziel	4
2.1.2	Aufgaben und Ziele des Teilvorhabens	4
2.2	Voraussetzungen	5
2.3	Planung und Ablauf	5
2.4	Zusammenarbeit mit den Projektpartnern	5
3	Eingehende Darstellung	6
3.1	Gegenüberstellung der Ziele und Ergebnisse	6
3.1.1	Arbeitspaket 1: Spezifikationen und Strukturierungsdesigns	7
3.1.2	Arbeitspaket 2: Anlagen- und Materialvorbereitung	7
3.1.3	Arbeitspaket 3: Planung Chargen	7
3.1.4	Arbeitspaket 4: Erprobung der Prozessfolge zur Strukturierung von dünnen Goldschichten	8
3.1.5	Arbeitspaket 5: Ermittlung Prozessfenster	8
3.1.6	Arbeitspaket 6: Realisierung von Testmustern	8
3.1.7	Arbeitspakete 7, 8, 10, 17, 18, 19: Komplexeren Strukturen	8
3.1.8	Arbeitspaket 9: Verfeinerung und Etablierung der Prozessfolge mit Testchargen	8
3.1.9	Arbeitspaket 11: Planung alternativer Strukturierungsmethode	8
3.1.10	Arbeitspaket 12: Vorbereitung von Hilfsmitteln	8
3.1.11	Arbeitspakete 13 und 16: Planung Chargen bis einschließlich Herstellung weiterer Testmuster	8
3.1.12	Arbeitspaket 14: Erprobung der Prozessfolge zur Strukturierung von dünnen Goldschichten	8
3.1.13	Arbeitspaket 15: Ermittlung des Prozessfensters	9
3.1.14	Arbeitspaket 20: Evaluierung weiterer Strukturierungsmöglichkeiten	9
3.1.15	Arbeitspaket 21: Definition von Konzepten der Mikrofluidikfunktionen	9
3.1.16	Arbeitspaket 22: Festlegung von Anforderungen und Spezifikationen der Komponenten	9
3.1.17	Arbeitspaket 23: Versuchsplanerstellung	9
3.1.18	Arbeitspaket 24: Planung „Anbindung an Außenwelt“	9
3.1.19	Arbeitspaket 25: Designanpassungen und Layouterstellung für Glasträger	9
3.1.20	Arbeitspaket 26: Maskenfertigung und Chargenplanung	10
3.1.21	Arbeitspaket 27: Beschaffung von Komponenten und Vorbereitungen für vereinfachte Aufbauten	10
3.1.22	Arbeitspaket 28: Aufbau von Anbindungskomponenten	10
3.1.23	Arbeitspaket 29: Erprobung der Prozessfolge zur Integration	10
3.1.24	Arbeitspaket 30: Etablierung der Prozessfolgen	10
3.1.25	Arbeitspaket 31: Aufbau von Testmustern mit integrierten Mikrofluidikfunktionen	10
3.1.26	Arbeitspakete 32-35:	10
3.1.27	Arbeitspaket 36 Dokumentation Designregeln und Prozessfolgen:.....	10

3.2	Details der technologischen Arbeit.....	10
3.2.1	Abscheiden von Goldschichten auf Glassubstraten	10
3.2.2	Strukturierung von Goldschichten auf Glassubstraten	12
3.2.3	Mikrostrukturierung von Goldschichten auf Glassubstraten	14
3.3	Mikrostrukturierte Maske	16
3.4	Herstellung des mikrofluidischen Systems.....	20
3.4.1	Direkte Strukturierung des mikrofluidischen Kanals	21
3.4.2	Abformung des mikrofluidischen Kanals	21
3.4.3	Definition des Mikrofluidischen Kanals.....	24
3.5	Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	25
3.6	Notwendigkeit der geleisteten Arbeit.....	25
3.7	Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit im Sinne des Verwertungsplanes	25
3.8	Fortschritt auf dem Gebiet bei anderen Stellen	25
3.9	Veröffentlichungen	25
4	Erfolgskontrollbericht.....	26
4.2	Beitrag zu den förderpolitischen Zielen	26
4.3	Ergebnis des Vorhabens.....	26
4.4	Fortschreibung des Verwertungsplanes.....	26
4.5	Arbeiten die zu keiner Lösung führten.....	26
4.6	Präsentationsmöglichkeiten	26
4.7	Einhaltung von Kosten und Zeitplanung.....	26
5	Referenzen.....	27

1 Übersichtsangaben

Projektleitung	Dr. Lütke Notarp
Zuwendungsempfänger	NB Technologies GmbH
Förderkennzeichen	615 40003 0312034D
Thema	Gerichteter Transport nanoskopischer Ladungen über molekulare Fließbänder
Bewilligungszeitraum	01.07.2007 bis 30.06.2010

2 Kurzdarstellung

2.1 Aufgabenstellung

2.1.1 Thema und Gesamtziel

Die Manipulation, Organisation und Analytik von biologischen Nanopartikeln und Makromolekülen in kleinsten Mengen und Dimensionen kommt in verschiedenen Bereichen der Nanotechnologie und Nanomedizin wachsende Bedeutung zu. Insbesondere für die Einzelzell-Analytik und Diagnostik werden daher automotiv nanoskopische Strukturen benötigt, um Aufschluss, Separation und Analytik von Zellen unter physiologischen Bedingungen durchzuführen. Ziel des Projekts war es, durch nanostrukturierte Immobilisierung molekulare Fließbänder für einen gerichteten Transport auf Oberflächen zu generieren. Dazu sollten verschiedene Techniken zur kontrollierten und gerichteten Polymerisation von Mikrotubuli an Oberflächen in vordefinierbare Strukturen entwickelt werden. Ausgehend von kurzen, asymmetrisch funktionalisierten Mikrotubuli-Keimen sollten durch spatio-temporale Kontrolle der Polymerisationspartner Mikrotubuli auf Bahnen von immobilisierten Tubulin-Antikörpern polymerisiert werden. In dieser Machbarkeitsstudie sollte zunächst verschiedene optische und AFM-basierte Verfahren zur spatio-temporalen Kontrolle der Mikrotubuli-Polymerisation entwickelt werden. Durch Integration dieser nanostrukturierten Transportsysteme in mikrofluidische Strukturen sollten biologische Substanzen gezielt eingebracht und prozessiert werden können.

2.1.2 Aufgaben und Ziele des Teilvorhabens

Zur nanostrukturierten Immobilisierung mit optischen Methoden wurden entsprechende nanostrukturierte Substrate benötigt, die orthogonal funktionalisiert werden können. Dazu musste Gold mit einer Dicke von 15-20 nm auf Glassubstraten in strukturierten Bahnen aufgebracht werden. Hierfür kamen einerseits bereits erprobte Verfahren aus Kombination von Elektronstrahlolithographie und Lift-off zum Einsatz, es wurden aber auch Ätzverfahren untersucht. Hauptaufgabe war, die Herstellungsmethoden von Goldbahnen für variable und komplexere Designs zu etablieren und reproduzierbar zur Verfügung stellen zu können.

Sowohl für die Herstellung der Mikrotubuli-Strukturen als auch für deren anschließende Beladung sollten unabhängige Möglichkeiten zur Probenhandhabung geschaffen werden. Dazu wurden mikrofluidische Strukturen entwickelt. Deren Aufgabe ist, Flüssigkeiten auf dem Glaträger gezielt zu handhaben, um die Durchführung der Untersuchungen zu ermöglichen. Dies hätte im einfachen Fall

mittels Mikropitzen oder Dispensern erfolgen können. Desweiteren können Funktionen zur Manipulation von Flüssigkeiten auf dem Glasträger integriert werden. Ferner wird ein Konzept zum standardisierten Handling der Glasträger und die Schnittstelle zur Außenwelt realisiert.

2.2 Voraussetzungen

Das Projekt wurde als Verbundprojekt mit folgenden Partnern durchgeführt:

Gruppe	Kompetenzen und Aufgaben im Projekt
AG Piehler (Pi)	Gesamtkonzept und Projekt-Koordination Orthogonale Immobilisierungstechniken für gerichtete Immobilisierung, Fluoreszenzmikroskopie/Einzelmolekül- und SPR Imaging
AG Tampé (Ta)	Funktionalisierung von Goldoberflächen Nanostrukturierte, funktionale Protein-Immobilisierung
AG Surrey (Su)	Molekularbiologie/Proteinbiochemie der Motorproteine und Antikörper Markierte und asymmetrisch geschützt Mikrotubuli Lokomotionsstudien, Optimierung von Motoren für optische Schaltbarkeit
AG Spatz (Sp)	Mikro- und Nanostrukturierte Substrate
AG del Campo(Ca)	Funktionalisierung von Glas-Typ Oberflächen Optisch schaltbare Funktionalisierung von Oberflächen
NB Technologies (NBT)	Herstellung nanostrukturierter Substrate, Kombination mit Mikrofluidik

Tabelle 1 Projekt Konsortium

2.3 Planung und Ablauf

Vor Projektbeginn wurde ein Arbeitsplan (Tabelle 2 und Tabelle 3) erstellt. Grundsätzlich wurde während des Projektverlaufes anhand dieses Arbeitsplanes agiert. Jedoch änderte sich im Laufe des Projektes die Anforderungen der Projektpartner hinsichtlich der Notwendigkeit von nanostrukturierten Substrate. Sowie hinsichtlich des zeitlichen Ablaufes. Durch eine kostenneutrale Verlängerung des Projektes konnten jedoch alle Teilziele des Projektes erreicht werden.

2.4 Zusammenarbeit mit den Projektpartnern

Die Absprachen zwischen den Projektpartnern erfolgten auf zwei Projekttreffen und zusätzlich bilateral zwischen NBT und der AG Piehler sowie der AG Tampé.