



STEINBEIS-TAG 2005

TAGUNGSBAND



30. September 2005
Haus der Wirtschaft, Stuttgart

Kleiner, schneller, kostengünstiger – das sind wichtige Strategien, die in zahlreichen Industriebereichen Chancen für neue Produkte und Märkte durch die zunehmende Miniaturisierung eröffnen. Insbesondere in Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik hat die Miniaturisierung in den letzten Jahren zu bedeutenden Entwicklungen geführt; in Automobiltechnik und Optik ebenso wie in Informations- oder Medizintechnik. Eine der wichtigsten Zukunftstechnologien – die Nanotechnologie geht noch weiter – Miniaturisierung resultiert hier in qualitativ völlig neuen Eigenschaften. Sie revolutioniert unsere Möglichkeiten, Materialien, Bauteile oder Systeme gezielt zu beeinflussen und in molekularen oder atomaren Dimensionen Funktionen maßzuschneidern.

Durch die Querschnittsfunktion der Nanotechnologie werden technologische Umwälzungen von volkswirtschaftlicher Bedeutung und Innovationsschübe in nahezu allen High-Tech-Branchen erwartet. Als mögliche Basistechnologie der Zukunft wird sie auch für traditionelle Branchen Baden-Württembergs relevant, wie z. B. Optik, Automobilbau, Medizintechnik, Biotechnologie oder Informationstechnik. Da sich Innovationen nicht von heute auf morgen umsetzen lassen, ist es wichtig, Trends frühzeitig zu erkennen, die eigene Technologieposition an führenden Märkten zu orientieren und zu sondieren, ob und welche Diversifikationsmöglichkeiten sich aus neuen Technologien in neue Produktfelder und Märkte für das eigene Unternehmen ergeben.

Mikro- und Nanotechnologien bieten für die Wirtschaft unseres Landes ein hohes Innovationspotenzial. Um die Zukunftschancen von Mikro- und Nanotechnologie aufzuzeigen, veranstaltet die Steinbeis-Stiftung im Rahmen ihres Steinbeis-Tages 2005 das Symposium „Miniaturisierung grenzenlos? – Chancen und Potenziale von Mikro- und Nanotechnologie“.

Im Rahmen von Vorträgen, Workshops und einer Ausstellung stellen Ihnen führende Experten aus Wissenschaft und Forschung, der Wirtschaft und des Steinbeis-Verbundes Ergebnisse der Mikro- und Nanotechnologie in Forschung und industrieller Anwendung vor und informieren Sie über zukünftige Entwicklungen dieser Technologien für verschiedene Anwendungsgebiete. Die Veranstaltung bietet Ihnen ein Forum für Informationsgewinnung, Erfahrungsaustausch, Kontakte und konkrete Kooperation sowie Aus- und Weiterbildung.



Prof. Dr.-Ing. Sylvia Rohr
Steinbeis-Stiftung

| | |
|--|----|
| Vorwort | 1 |
| Programmübersicht..... | 5 |
| Abstracts der Vorträge | 8 |
| Kurzvitae der Referenten | 44 |
| Firmenprofile | 54 |
| Dokumentation einzelner Aussteller | 57 |
| Ausstellerübersicht | 62 |

Steinbeis-Tag 2005 Programmübersicht

Programmübersicht

09:30 Uhr
König-Karl-Halle, 2. OG
Begrüßung und Eröffnung
Prof. Dr. Heinz Trasch

09:45 Uhr
König-Karl-Halle, 2. OG
Prof.-Adalbert-Seifrizz-Preis
Laudationes und Preisverleihung
Dr. Hartmut Richter

10:30 – 17:00 Uhr
König-Karl-Halle, 2. OG
Symposium „Mikro- und Nanotechnologie“
Vorträge und Workshops

List-Saal und Eyth-Saal, 2. OG
12:10 Uhr **Mittagsimbiss**
15:00 Uhr **Kaffeepause**

Steinbeis interne Veranstaltung

14:15 – 16:30 Uhr
Kepler-Saal, 3. OG
Vernissage „Konnex“
Geschöpfte Bilder der Künstlerin Jutta Barth, Berlin
Interne Veranstaltung für geladene Gäste
ab 16: 30 Uhr Öffnung für alle Gäste

09:30 – 17:00 Uhr
List-Saal und Eyth-Saal, 2. OG
**Ausstellung von Projekten des
Steinbeis-Verbundes.**
Schwerpunkt: Mikro- und Nanotechnologie

Nanotruck des BMBF
Außenfläche Haus der Wirtschaft
(s. Beschilderung)

11:00 – 13:00 Uhr
Raum Ulm und Heilbronn, 2.OG
Einzelberatungen

17:00 – 18:00 Uhr
König-Karl-Halle, 2. OG
Steinbeis-Intern
Veranstaltung für Steinbeis-Leiter

ab 19:00 Uhr
Abendveranstaltung
Beethovensaal Stuttgarter Liederhalle
Interne Veranstaltung für geladene Gäste
u.a. Verleihung des Lohn-Preises 2005

SYMPOSIUM – MIKRO- UND NANOTECHNOLOGIE

Symposium

Steinbeis-Tag 2005
Programmübersicht

10:30 Uhr

Begrüßung

Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Johann Löhn

Moderation

Prof. Dr. Uwe Hartmann, Dr. Ulrich Eisele

Vorträge

10:40 Uhr

Nanotechnologie – Forschung an der Schwelle zur dritten industriellen Revolution

Prof. Dr. Uwe Hartmann

11:10 Uhr

Potenziale der Nanomechanik in Chemie, Biologie, Medizin und Informationstechnologie

Prof. Dr. Hans-Joachim Güntherodt

11:40 Uhr

Unleashing the Power of Nano Electronics

Dr. Markus Dilger

12:10 Uhr Mittagsimbiss

Vorträge

13:10 Uhr

Nanotechnologie in Biotechnologie und Pharma

Dr. Hans-Heinrich Grünhagen

13:40 Uhr

Nanotechnologie für automotiv Anwendungen

Dr. Stefan Kienzle

14:10 Uhr

Magnetische Mikroventile – Grenzen und neue Möglichkeiten

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Eberhard Kallenbach

14:35 Uhr

Nanotechnologie und Sicherheit

Dr. Udo Weimar, P.D.

Steinbeis-Tag 2005
Programmübersicht

Symposium

Vorträge

15:20 Uhr
Licht aus Silizium-Chips: Anwendungen von Nanostrukturen in der Optoelektronik
Dr. Thoralf Gebel

15:45 Uhr
Keramische Mikrosysteme für die Fahrzeugtechnik
Dr. Ulrich Eisele

16:15 Uhr
Potenziale der Nanotechnologie
Dr. Dr. Axel Zweck
Referent: Dr. Wolfgang Luther

16:40 Uhr
Schlusswort/Zusammenfassung
Prof. Dr.-Ing. Sylvia Rohr

Workshops

Anwendungen Mikro- und Nanotechnologie in Luft- und Raumfahrt

13:10 Uhr
Begrüßung, Dr.-Ing. Rolf-Jürgen Ahlers

13:20 Uhr
Anwendungen von Mikro- und Nanotechnologie in Makroprodukten
Prof. Dr. Dr. Helmut Detter

13:50 Uhr
Opto-mechanische Systeme in höchster Präzision für Luft- und Raumfahrtanwendungen
Prof. Dr. Andreas Tünnermann
Referent: Dr. Stefan Risse

14:20 Uhr
Mikrosystemtechnik – Smart Components für die Luftfahrtindustrie
Dr.-Ing. Rolf-Jürgen Ahlers

14:50 Uhr
Strahlungsharte Speicherschichten und Sensoren
Dr. Hubert Brückl

Forum Handwerk

13:10 Uhr
Begrüßung, Dr. Hartmut Richter

13:20 Uhr
Nanotechnik – Zukunftstrends für das Handwerk
Dr. Regine Hedderich

Ahlers, Rolf-Jürgen

Die Luftfahrtindustrie hat sich in den letzten Jahren sehr stark weiterentwickelt. Zunächst sind die großen Erungenschaften, exemplarisch zu sehen durch neue Flugzeuge wie den Airbus A380, neue Regionalflugzeuge, neue Hubschrauber usw. zu erwähnen. Groß ist hierbei tatsächlich auch in der räumlichen Ausdehnung zu verstehen.

Vergessen wird dabei sehr häufig, wie wesentlich zu diesen Entwicklungen mikro- und nanotechnologische Neuerungen beigetragen haben. Neue Werkstoffe, neue Sensortechniken, neue Produktionsverfahren sind nicht mehr ohne diese „winzigen“ Innovationen denkbar.

Mit diesen Innovationen wird es möglich die Anforderungen der Luftfahrt aufzugreifen, die sich um Begriffe wie leichter, integrierter, multifunktionaler und auch intelligenter drehen. Dies alles lässt sich mit dem Begriff *smart* umschreiben.

Der vorliegende Beitrag geht auf die Aspekte ein, die sich durch eine geschickte Verbindung zwischen Hard- und Software ergeben. Smartness steht dabei im Vordergrund. Das bedeutet ein Zusammenfügen intelligenter Entwicklungsarbeit mit der integrativen Realisierung von Diagnose- und Testfähigkeiten. Daraus entstehen Produkte, die mit ihren Eigenschaften einen wesentlichen Beitrag zum Erfolg der Luftfahrt leisten.

Mikrosystemtechnik – Smart Components für die Luftfahrtindustrie

Smart Components sind gekennzeichnet durch die Zusammenlegung mehrerer Funktionen in einer Einheit, die sich aus mechanischen, elektrischen und informationstechnischen Grundelementen ergibt.

Erst das Zusammenspiel liefert ein Ergebnis, das den luftfahrttechnischen Anforderungen nach z. B. leichter Bauweise, hoher Zuverlässigkeit und verbesserter Diagnose- und Testfähigkeit gerecht wird. Am Beispiel von Komponenten für ein Kraftstoffsystem soll dies verdeutlicht werden.

Ein aktuelles Kraftstoffsystem besteht aus einem zentralen Rechner, dem Fuel Management Computer (FMC), der über individuelle Zuleitungen die Pumpen, Ventile, Aktuatoren, Sensoren usw. ansteuert und über die entsprechenden Rückmeldungen verwaltet. Zentral gesteuert werden dann auch die entsprechenden Abläufe initiiert und überwacht. Zu diesen Funktionen gehören das Aufschalten der entsprechenden Leistungsversorgung, die Auslösesignale und das Überwachen (Monitoring) von Zuständen und Signalen, die das Betriebsverhalten charakterisieren. Das Ergebnis hiervon ist ein System, das eine komplexe Verdrahtung notwendig macht und eine enorme Zuverlässigkeit vom zentralen Rechner fordert. Dieser muss mit dem Leistungsbuss kommunizieren und außerdem die entsprechenden Komponenten wie Pumpen und Ventile ansteuern und überwachen. Zusätzlich sind die ent-

Mikrosystemtechnik – Smart Components für die Luftfahrtindustrie

Ahlers, Rolf-Jürgen

sprechenden Sensoren über diskrete Schnittstellen anzusprechen, die mit analogen und frequenzmodulierten Signalen beaufschlagt werden.

Anders sieht es aus, wenn das *Smarte Konzept* zum Zuge kommt. Der Nutzen dieses im Wesentlichen digitalisierten Systems liegt zum Einen in der hohen Zuverlässigkeit und Sicherheit im Betrieb, bedingt durch die hohe Redundanz. Andererseits ist dieses Konzept gekennzeichnet durch wesentliche Vereinfachungen gegenüber dem analogen Steuer- und Regelungskonzept, dem nahezu halbierten Verkabelungsaufwand – und dem damit reduzierten Installationsaufwand – und der besseren Wartbarkeit bzw. Diagnosefähigkeit des Systems.

Jede einzelne Komponente ist direkt verbunden mit dem Leistungsbuss und kann somit ihre Funktion dezentral erfüllen. Durch den Einsatz eines CAN-Busses auf Basis des TTCAN sind die Komponenten in der Lage, unabhängig von einem zentralen Rechner, der in diesem Fall nur noch eine Monitoring-Funktion wahrnimmt, untereinander zu kommunizieren. Dies bedeutet bspw., dass eine Pumpe oder ein Ventil direkt aufgrund eines veränderten Sensorsignals, z. B. bei zu niedrigem Kraftstoffstand, zugeschaltet wird, um den aktuellen Betriebszustand zu verändern. Dies alles

geschieht ohne eine weitere Intervention des zentralen Rechners (FMC).

Smart Components und daraus abgeleitete Systemfunktionen bieten eine hervorragende Voraussetzung für die Luftfahrttechnik. Sie erlauben eine intelligente und dezentrale Funktionalität einzelner Komponenten, ohne dass dadurch die Systemfunktion leidet. Im Gegenteil: Durch die Dezentralität werden zentral notwendige Funktionen entlastet, dezentrale Funktionen direkt ausgeführt. Durch gezielte Nutzung mikrotechnischer Eigenschaften ist ein innovatives Umfeld für neue Anwendungen gegeben.

Brückl, Hubert

Strahlungsharte Speicherschichten und Sensoren

Auf dem Gebiet magnetoelektronischer Bauelemente hat sich in den vergangenen Jahren eine leise Revolution vollzogen. Neue spin-abhängige physikalische Effekte wie der Riesenmagnetowiderstand (GMR = giant magnetoresistance) und der Tunnelmagnetowiderstand (TMR) führten zu neuen Produkten in unterschiedlichsten Märkten. So haben GMR-Leseköpfe in Magnetfestplatten die nächste Generation mit höherer Speicherdichte ermöglicht. Eine weitere, vielversprechende Entwicklung in der Speichertechnologie wird weltweit vorangetrieben: Der magnetische RAM (MRAM) verspricht Vorteile wie Nichtflüchtigkeit der Daten, schnelle Schreib-/Lese-Funktion und geringen Leistungsverbrauch. Ein weiteres Plus dieser magnetoresistiven Bauelemente, nämlich ihre Strahlungsbeständigkeit, lässt sie auch für die Luft- und Raumfahrt attraktiv erscheinen. So hat Honeywell International Inc. einen strahlungsharten 1 MBit MRAM angekündigt, der auf einer 150-Nanometer SOI-Prozesstechnologie basiert.

In Raumfahrt und Militärsystemen benötigen herkömmliche RAMs oft Hilfssysteme, um Datenverfälschung oder -verlust zu vermeiden. MRAM hingegen speichert Daten in magnetischen Zellen statt in Transistoren. Dies vermeidet Hilfssysteme, die unnötiges Gewicht und zusätzlichen Speicherbedarf verursachen. In diesem Vortrag werden die grundlegenden physikalischen Eigenschaften und Prinzipien von GMR- und TMR-Bauelementen eingeführt und ihr Potenzial für zukünftige Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt kritisch hinterfragt.

Anwendungen von Mikro- und Nanotechnologie in Makroprodukten

Detter, Helmut

Nach wie vor sind mehr als 90 % aller produzierten Güter „Makroprodukte des täglichen Gebrauches“. Eine relativ einfache Einteilung dieser Produkte ist durch die Begriffe „Investitionsgüter“ sowie „Konsum- und Verbrauchsgüter“ gegeben. Hier ist unter dem Begriff „Produkt“ ganzheitlich die Bandbreite von Hard- und Software zu verstehen, was insgesamt auch den Dienstleistungssektor sowie immaterielle Leistungserbringung einschließt. Beiden Produktgruppen gemeinsam ist die ständige Forderung des Marktes nach Verbesserung des Preis-Leistungsverhältnisses, insbesondere verbunden mit der Erweiterung der Funktionalität (Nutzungsbandbreite) und der Erhöhung der Zuverlässigkeit. Dies bedeutet, dass generell in allen Produkten die Leistungsdichte pro Gewichtseinheit zunimmt bzw. bei gleicher Leistungsdichte das Gewicht reduziert wird. Speziell im Konsum- und Verbrauchsgüterbereich zeichnet sich ein Trend ab, die Bandbreite des Zusatznutzens sowohl im rationalen als auch im irrationalen Bereich zu erhöhen.

Diese Trends ergeben ein „Eldorado“ für die Nutzung neuer Technologien, da nur durch ihren Einsatz eine rasche und wirtschaftlich erfolgreiche Realisierung von sich ständig ändernden Anforderungsprofilen an Produkte aller Art erfolgen kann.

Der zunehmende Verdrängungswettbewerb, die Öffnung und Globalisierung der Märkte, hat in den letzten 5-10 Jahren diese Tendenz beschleunigt, was in Zukunft noch weiter verstärkt zu erwarten ist. Für Unternehmen bedeutet dies, auf jede sich abzeichnende Marktveränderung in höchster Professionalität und Geschwindigkeit zu reagieren.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist die damit verbundene laufende Erhöhung der Innovationsrate, gleichzeitig verlaufend mit der Bewältigung einer immer kürzer werdenden Produktlebensdauer. Von der Ideenfindung zur Lösung eines funktionalen Problems bis zur Bereitstellung dieses neuen oder verbesserten Produktes am Markt verstreichen oft nur mehr wenige Monate bis hin zu max. 1-2 Jahren.

Unterschiedlichste Branchen wie bspw. der Automotive-Sektor, die Konsumergeräte, aber auch der gesamte Freizeit- und Sportbereich (um nur einige wichtige Beispiele zu zeigen), bestätigen diesen Trend in eindrucksvoller Weise. Wird die seit Mitte der 70er Jahre laufende branchenübergreifende Integration der Mikroelektronik verfolgt, so ergibt sich ein annähernd gleicher Diffusionsprozess in den Bereichen Mikro- und Nanotechnologie. Dies bedeutet, dass für die vollständige Integration und Nutzung neuer Technologien

Detter, Helmut

Anwendungen von Mikro- und Nanotechnologie in Makroprodukten

in branchenübergreifender Bandbreite mit einem Diffusionsprozess von 10-20 Jahren gerechnet werden muss.

Die nach wie vor lange „Inkubationszeit“ für die Nutzung von Forschungserkenntnissen im Bereich neuer Technologien ist dann ein zunehmend kritischer Faktor, wenn es nicht gelingt, den KMU-Sektor verstärkt als Nutzer neuer Technologien zu aktivieren.

Eine Analyse der gegenwärtigen Situation, bezogen auf Europa, ergibt mit Fokus auf KMU nachfolgend diese verantwortlichen Parameter (taxative Aufzählung):

1. Die gesamte Forschung in unterschiedlichen Disziplinen verläuft zu 80-90 % nach wie vor erkenntnisorientiert, so dass daraus ableitbare Erkenntnisse mehr oder weniger nur zufällig den Weg in die industrielle Anwendung finden. Es wäre hier dringend notwendig, der marktinduzierten Grundlagenforschung in höherem Umfang Augenmerk zu schenken. Marktinduzierte Grundlagenforschung wurde bisher in aller Regel weitgehend nur von forschungsintensiven Unternehmen betrieben.

2. Die industrielle Entwicklung ist noch immer in ihren Grundstrukturen branchenorientiert aufgebaut, so dass branchenübergreifende Nutzung, wie sie prinzipiell alle neuen Technologien bieten, nicht mit entsprechender Dynamik erfolgt. Verstärkt wird dieser Effekt zusätzlich durch noch bestehende branchenorientierte Ausbildung, insbesondere im sekundären aber auch im tertiären Sektor.
3. Praktisch alle neuen Technologien (was vor allem für die Mikroelektronik, die Mikro- und Nanotechnik gilt) fanden und finden dort ihre Anwendung, wo es gilt, funktionale Probleme zu lösen, die mehrheitlich im konventionellen Makrobereich vorliegen.
4. Die Integration von neuen Technologien ist eine komplexe Konstruktions- und Entwicklungsaufgabe, die besonders an den Schnittstellen von Mikro zu Makro einige eklatante Problemstellen aufweist, wie etwa:
 - die Anpassung des Mikrobereiches an die rauen Betriebsbedingungen des Makrobereiches
 - die Integration von Handling, Fertigungs- und Montagetechnologien des Mikro- und Makrobereiches

Anwendungen von Mikro- und Nanotechnologie in Makroprodukten

Detter, Helmut

- die extrem hohen Anforderungen an Zuverlässigkeit, Funktionalität und Sicherheit des „Mikroanteiles“ beim Einsatz im Makroprodukt

Die Lösung funktionaler Probleme im Makrobereich ist somit, wie zahlreiche Analysen zeigen, in fast allen Fällen Aufgabe eines komplexen Engineering-Prozesses, bei dem Modellbildung, Simulation, methodische Entwicklungskonstruktion, Handhabung und Montageaufgaben zur Anwendung kommen.

Eine Strukturierung der Nutzung neuer Technologien ergibt sich neben dem Einsatz in konventionellen Makroprodukten vor allem im Umfeld des Herstell- und Controllingprozesses von Mikro- und Nano-Strukturen. Ähnlich wie in der Mikroelektronik haben sich hier eine Fülle von präzisionstechnischen Geräten am Markt etabliert, die sowohl als Herstelltechnologie, als Messtechnologie, als Controllinginstrumente etc. im peripheren Umfeld der neuen Technologie zum Einsatz kommen. Im Makrobereich selbst zeichnen sich bezüglich der Wertung der konventionellen Branchen als derzeit größte Hoffungsgebiete die Bereiche Maschinen- und Anlagenbau, die Medizintechnik und sehr stark auch der Gesundheits-, Wellness- und Life-Science-Sektor ab.

Im Department „Mikrosystemtechnik“ der TU Wien wurde in den letzten 10 Jahren eine Innovationsmethodik entwickelt, die es KMU's erleichtert, frühzeitig und risikoarm neue Technologien zu nutzen. Das sogenannte ATI NET (Austrian Technologie Impulse-Netzwerk) arbeitet auf nationaler und internationaler Ebene mit führenden Forschungseinrichtungen zusammen. Aus einer langjährigen Erfahrung in der Integration neuer Technologien, vor allem mit dem Schwerpunkt Mikro- und Nanotechnik, werden in der Langfassung zu diesem Vortrag Beispiele aus den Bereichen

- Sicherheitstechnik
 - Medizintechnik
 - Nanocoating und
 - Luft- und Raumfahrttechnik
- exemplarisch präsentiert.

Die Zusammenarbeit im umfassenden Innovationsbereich – von der Produktidee bis zur Realisierung – erfolgt mit den Schlüsselpartnern und dem Department Mikrosystemtechnik der TU Wien, IMA-Integrated Microsystems Austria (eine Forschungsgesellschaft), dem Technologietransferzentrum der OGMS, an der Fachhochschule Wiener Neustadt, Bereich Mikrosystemtechnik und Mechatronik.

Dilger, Markus

Unleashing the Power of Nano Electronics

According to Moore's law, scaling of CMOS technology by a factor of 0.7 every three years made the ICs smaller and smaller in order to achieve higher integration densities and higher switching speed, as well as lower power consumption. Due to the smaller area of the chips the costs have been reduced drastically. This made possible the key appliances in our daily life like the PC, mobile communication, the Internet and many others.

Today, the 90 nm CMOS technology node is close to production and 65 nm in development, already. As described by the latest ITRS 03 roadmap [1] in detail, many roadblocks seem to appear for further reduction of feature sizes in the future (Fig.1). Among them, the key challenges are lithography for high volume production, the transistors with worse performance at small gate lengths, dynamic and non-volatile memories at ever smaller cell sizes, the interconnects with increasing resistance and capacitance, power dissipation and increasing processing complexity and costs. Therefore, a slowdown of the evolution of semiconductor technology in the future could be expected if performance cannot be improved with the next generation.

Nevertheless, all of them are not basic physical limitations as often argued in the past, but degraded performance. In order to sustain the demands of the ITRS 03 down to the 22 nm CMOS generation many problems have to be solved.

| | 2004 | 2007 | 2010 | 2013 | 2016 |
|----------|------|------|------|------|------|
| Node nm | 90 | 65 | 45 | 32 | 22 |
| Lg hp nm | 37 | 25 | 18 | 13 | 9 |
| lop | 53 | 32 | 22 | 16 | 11 |

Fig. 1 ITRS 03 nodes, gate lengths and transistor currents for high performance (hp) and low power (lop).

A key enabler to further feature size reduction is lithography. However, the increasing gap between microelectronics minimum feature size and the exposure wavelength (the so-called sub-wavelength gap) has become a key challenge for the semiconductor industry, e.g. for the 65 nm node the targeted wavelength 193 nm for exposure is a factor of 3 larger than the produced feature size. In the last 3 to 5 years mask technology has become a key contribute to bridge the sub wavelength gap. In particular optical enhancement technologies like Phase Shift Masks (PSM) tech-

[1] ITRS Roadmap 2003 edition, <http://public.itrs.net>

Unleashing the Power of Nano Electronics

Dilger, Markus

nologies and Optical Proximity Correction (OPC) methods have become widely used tools to improve optical imaging.

Scaling of the presently used bulk transistor will become very difficult below the 45 nm node, because ever higher doping concentrations are needed in order to reduce short channel effects. Therefore, new device architectures are needed.

A TEM cross section of a thin body SOI transistor with 25 nm gate length and 25 nm Si thickness on 100 nm buried oxide is given in Fig.2.

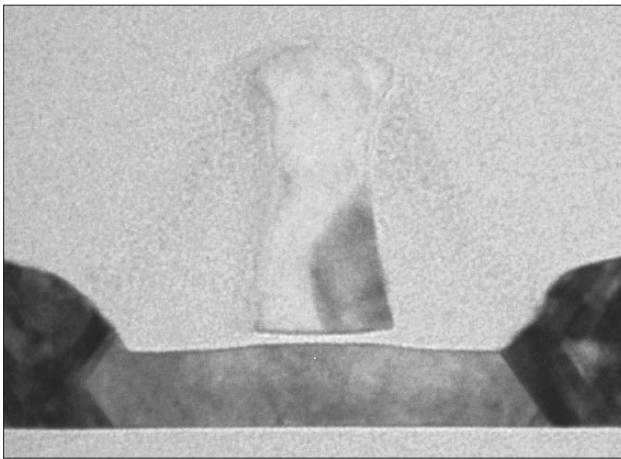


Fig. 2 TEM cross section of a 25 nm gate SOI transistor with 25 nm Si and raised source drain.

Further reduction of the channel length will need two or more gates for the control of the channel together with thin Si layers, instead of only a single gate.

Focussing on the devices, bulk CMOS may run into performance constraints at the 45 nm CMOS generation and below. But probably thin film SOI can take over and will allow further downscaling. Finally, multi-gate transistors with low doped channels are considered to be the best nano devices with respect to I_{off}, I_{on}, and switching speed. Therefore, it is predicted that Si-CMOS technology will continue to dominate also in the era of nano electronics. However, also self-organized nano structures like carbon nano tubes are discussed as potential candidates for future nano devices.

The presentation will provide an overview of the work needed to stay on the roadmap as well as highlights from Corporate Research of Infineon Technologies AG. The presentation will provide an overview how the potential of nano electronics is used to enable advanced applications in applications like the automotive, communication or computing industry. Many of these applications will change our daily life and will help to increase among others security, safety, and easy-use of many applications.

Eisele, Ulrich

Keramische Mikrosysteme für die Fahrzeugtechnik

Bosch ist führend bei der Herstellung und Applikation von Mikrosystemen in der Fahrzeugtechnik. Die Technologietreiber sind gesetzgeberische Anforderungen und der Wunsch der Kunden nach sauberen, sicheren und sparsamen Fahrzeugen, die gleichzeitig Komfort und Fahrspaß bieten.

Die Regelfunktion elektronischer Systeme setzt voraus, dass einerseits die relevanten Umgebungsgrößen sensiert und andererseits die Antwortfunktion in eine reale Aktion umgesetzt wird. Fahrzeugelektronik ist demnach untrennbar verbunden mit Funktionswerkstoffen zum Aufbau von Mikrosystemen, die den Regelkreis „fühlen – denken – handeln“ darstellen können.

Je nach Art der Sensor- oder Antwortfunktion spielen keramische Werkstoffe eine zunehmend wichtige Rolle. Die Abgasregelung und Piezo-Einspritzung sind typische Beispiele für keramische Mikrosysteme.

Die Anforderungen an die keramischen Werkstoffe ergeben sich aus der Systemfunktion. Dazu sind genaue Belastungsanalysen und ein tiefgehendes Verständnis des Werkstoffverhaltens unter mechanischer, thermischer und elektrischer Belastung nötig. Entsprechend komplex ist die Entwicklung von Werkstoffen und Herstellverfahren, mit denen die erforderliche Güte und Zuverlässigkeit realisiert werden kann. Der erreichte Stand der Technik erlaubt den Aufbau komplexer Mikrosysteme mit Funktionen, wie sie bevorzugt durch keramische Werkstoffe umgesetzt werden.

Der Beitrag beruht auf den Forschungen des Teams Ulrich Eisele und Gerhard Schneider.

Licht aus Silizium-Chips:

Anwendungen von Nanostrukturen in der Optoelektronik

Gebel, Thoralf

Die monolithische Integration von Lichtquellen auf Siliziumchips ist von eminenter Bedeutung für neuartige integrierte Systeme der optischen Informationsübertragung auf und zwischen Chips (Intra- bzw. Interchipkommunikation). Als Grundmaterial der Mikroelektronik wird Silizium heute in 98 % aller weltweit hergestellten Chips eingesetzt. Aufgrund seines indirekten Bandgaps ist Silizium aber an sich nicht zur Lichterzeugung geeignet. Teure und aufwändige andere Verfahren und Werkstoffe (z. B. Verbindungshalbleiter wie GaAs, GaN, SiC usw.) finden daher heute Verwendung für Leuchtdioden und werden kommerziell eingesetzt. Diese Materialsysteme sind jedoch nur bedingt in herkömmliche Silizium-Chipstrukturen integrierbar.

Durch die Entwicklung der Nanotechnologie kann seit den 90er Jahren dem Silizium dennoch Licht entlockt werden: In Siliziumdioxid eingebettete Nanostrukturen können aufgrund ihrer unikaligen Eigenschaften zur Lumineszenz angeregt werden (Fig. 1). Damit wird es möglich, basierend auf einer Siliziumtechnologie integrierbare Lichtquellen herzustellen. In den im Vortrag beschriebenen Untersuchungen werden Nanostrukturen durch Ionenstrahlsynthese in thermisch auf einem Siliziumwafer aufgewachsenen SiO₂-Schichten erzeugt. Die so erhaltenen Nanocluster weisen Grö-

ßen von 2 bis 6 nm auf. Als Frontkontakt der Lumineszenzstrukturen wird eine dünne transparente Indium-Zinnoxid (ITO)-Schicht aufgebracht und lithographisch strukturiert. Das Spektrum des emittierten Lichts liegt abhängig vom implantierten Element im sichtbaren Wellenlängenbereich oder im UV Bereich (Fig. 2).

Die miniaturisierten Lichtquellen (Fig. 3) können zukünftig als Plattform in Sensorsystemen eingesetzt werden. Die kostengünstige Realisierung der Strukturen in herkömmlicher Siliziumtechnologie ermöglicht sogar die Verwendung als Einwegsensoren, als „disposable“. In Verbindung mit ebenfalls auf einem Chip integrierten Detektoren ergeben sich damit neue Perspektiven für lab-on-a-chip Systeme, die in einem Mikrosystem optische Analysen ermöglichen.

Gebel, Thoralf

Licht aus Silizium-Chips: Anwendungen von Nanostrukturen in der Optoelektronik

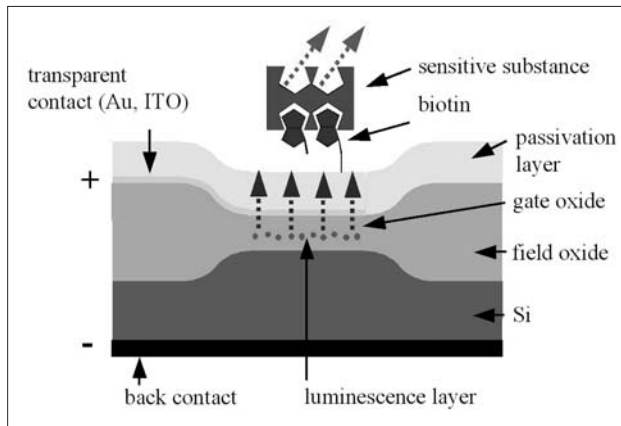


Fig. 1: Querschnitt durch eine Lichtquelle. Die Nanostrukturen im Gate-Oxid Bereich werden durch Anlegen einer Spannung zum Leuchten angeregt.

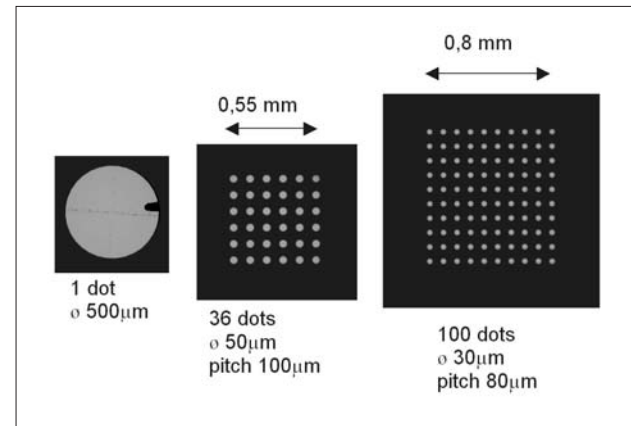


Fig. 3: Beispiele miniaturisierter Lichtquellenarrays (Emission bei 550 nm). Innerhalb der Arrays kann jedes Element einzeln geschaltet werden.

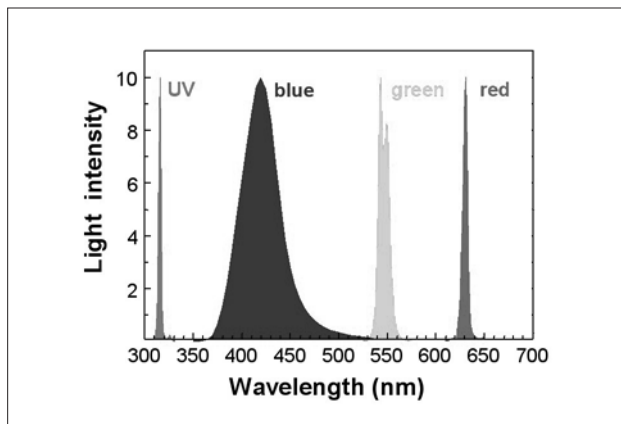


Fig. 2: Spektren verschiedener Lichtquellen auf Siliziumbasis.

Nanotechnologie in Biotechnologie und Pharma

Grünhagen, Hans-Heinrich

Nanomaterialien haben ein großes Potenzial in Biotechnologie und Pharma. Die biologischen Substrate in diesen Geschäftsfeldern sind aber ihrerseits nanostrukturiert. Forschung, Entwicklung und Anwendung auf diesen Gebieten sind deshalb eine besonders wichtige Drehscheibe für die Zukunft der Nanotechnologie. Weitreichende Nano-Welt-Visionen einerseits, aber auch anspruchsvolle und harte Anforderungen an effektiven und nachhaltigen Einsatz von Nanomaterialien andererseits können gleichermaßen Ergebnisse der interdisziplinären Wechselwirkung sein.

Manche Science-Fiction-Vorstellung von zukünftigen Nano-Robotern wird von Viren als eher einfachen biologischen Strukturen weit übertroffen. Der Aufbau und die Assemblierung von Viren aus vorgefertigten Bausteinen sind faszinierend genug. Zunehmend werden auch die integralen Funktionseigenschaften erforscht und verstanden, die für die Infektion der Zelle und für die Reproduktion des Virus wichtig sind. Die gentechnologische Manipulierbarkeit von Viren und virusartigen Präparationen mit Lipidmembran und eingeschlossenem Compartment, letztere nach Entfernung der Infektiosität, bietet auch der Nanotechnologie nützliche Materialien mit molekular definierter Dimension oder Zusammensetzung. Die Ausrüstung, die die Viren zum Adressieren von unterschiedlichen Gewe-

ben oder von intrazellulären Strukturen in der Evolution erworben haben, kann für das Design von Nanomaterialien für therapeutische Anwendungen ausgewertet werden.

Umgekehrt haben sich auch die höheren Organismen auf die Auseinandersetzung mit einer Reihe von Nanomaterialien einstellen können. Die Atemorgane, aber auch der Blutkreislauf und viele weitere Organe verfügen über Mechanismen zur Kanalisierung, zur Modifizierung, zum Abbau oder zur Deponierung von Nanopartikeln. Das reticuloendotheliale System (RES) spielt hierbei eine bekannt wichtige Rolle. Vorliegende wissenschaftliche Erkenntnisse und nötige weitere Studien werden erlauben, diese Mechanismen zu nutzen, sie zu umgehen oder ihre nutzlose oder toxische Entgleisung zu verhindern. Nanomaterialien sollen gezielt ausgewählte biologische Strukturen erreichen und dort u. U. zur Einschleusung ihrer Fracht führen. Neuartige Mechanismen hierfür werden gesucht, müssen aber auch systematisch untersucht werden, um unerwünschte Nebeneffekte nach frühzeitiger Erkennung zu vermeiden.

Nanomaterialien haben einen besonderen Reiz wegen besonderer Eigenschaften, die aus der makroskopischen stofflichen Zusammensetzung nicht abzuleiten sind. Dazu können eine Veränderung der chemischen Reaktivität oder das Auftreten von katalytischen Fähigkeiten gehören. Diese Eigenschaften können willkommen oder schädlich sein. Erste Erfahrungen lassen aber annehmen, dass die nanotechnologische Manipulation der Materialien, z. B. die gezielte Modifizierung von Oberflächen, viele Optionen zur Optimierung des gewünschten Eigenschaftsprofils bietet. Die Nanoskaligkeit lässt in der Regel den kombinierten Aufbau von Qualitätsmerkmalen auf der Stufe eines einzelnen Nanopartikels zu.

Geeignete Test-Systeme sind von großer Bedeutung für die Erarbeitung von solchen geeigneten Zielprofilen. Biologische in vitro Assays spielen hier eine herausragende Rolle. Erwünschte und unerwünschte neuartige Phänomene lassen sich mit ihnen systematisch und ökonomisch erfassen und bewerten. Kommerzielle Applikationen sind häufig bereits auf dieser in vitro Stufe möglich – z. B. im Bereich der Diagnostika. Auch therapeutische Anwendungen sind mit den Werkzeugen der Pharmaforschung heute meistens in vitro vorzuklären.

Begünstigt wird die Vortestung in vitro durch ein wachsendes Arsenal an robusten und routinemäßig einsetzbaren Messtechniken, mit denen die Wechselwirkung von Nanomaterialien mit zellulären Systemen eingehend untersucht werden kann. Wo man sich früher mit dem bloßen Vorhandensein und der Menge eines Materials in einem Gewebe oder mikroskopischen Präparat im Endzustand zufrieden geben musste, können heute in großem Durchsatz z. B. die Lokalisation in identifizierten intrazellulären Organellen oder die Kinetik der Aufnahme und resultierende morphologische Veränderungen der Zelle dynamisch erfasst werden. Hier zeigt sich auch einer der Gründe, warum Nanomaterialien und biologische Systeme gemeinsam eine große Zukunft haben: Die Entsprechung der Größendimensionen begünstigt die mechanistische Wechselwirkung und analytische Verfolgung gleichermaßen. Die besonderen physikalischen Effekte in der Nanodimension bieten willkommene zusätzliche Optionen zur Signal-Generation oder Lokalisation.

Nanotechnologie in Biotechnologie und Pharma

Grünhagen, Hans-Heinrich

Der Einsatz der neuen analytischen Methoden in der molekularen Biologie führt seinerseits zu vielen neuen Einsichten zu Struktur und Funktion von biologischen Materialien. Die Nachstellung von biologischen Strukturelementen oder nanoskaligen Funktionsmodulen führt zu biomimetischen Nanomaterialien mit vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten, auch fern dem Original und außerhalb des biologischen Bereiches.

Hinsichtlich der Anwendung von Nanomaterialien im Menschen sind die großen Hürden genauso realistisch einzuschätzen wie die großen Chancen. Selbstverständliche Anforderungen an die Sicherheit, vorgeschriebene toxikologische Studien vor dem Einsatz im Menschen, teilweise langwierige Risiko/Nutzen-Studien zur vorteilhaften therapeutischen Anwendung im Menschen und zusätzliche Zeiten für behördliche Genehmigungsverfahren erfordern einen langen Atem und risikobereite Investoren. Auf lange Sicht wird es weiterhin nicht möglich sein, durch erfolgreiches Abarbeiten eines exzellenten „Pflichtenheftes“ für ein Nanopräparat dessen Performance in vivo ohne unerwünschte Nebenwirkungen sicherzustellen – die Wertschöpfung durch Nanomaterialien in Pharma ist an das erfolgreiche Austesten im komplexen menschlichen Organismus gekoppelt.

Neuere Entwicklungen der nicht-invasiven in vivo Diagnostik können aber verbrückt mit in vitro Vortests kürzere Optimierungszyklen erschließen. Strategien zur Entwicklung von Nanomaterialien für Pharma sollten deshalb innovative Prüfkonzepte im Menschen einschließen. Dabei wird auch die nicht-invasive in vivo Diagnostik von der Verfügbarkeit neu entwickelter nanotechnologischer Präparationen profitieren.

Güntherodt, Hans-Joachim

Potenziale der Nanomechanik in Chemie, Biologie, Medizin und Informations-Technologie

Schwerpunkt des Vortrages

Nach der Dominanz der Mikro-Elektronik, die selbstverständlich auch im Nanometerbereich entscheidende Verbesserungen erfahren wird, scheint die NANOMECHANIK das Gebiet des Nanometers zu beherrschen. Dies äußert sich in den neuen Raster-sonden-Mikroskopen, mit denen die Nanowelt erst sichtbar gemacht werden kann, und setzt sich fort mit den aus dem Rasterkraft-Mikroskop entwickelten Federbalken-Sensoren. Erreicht dann den Höhepunkt mit der mechanischen Detektion der Magnetresonanz und dem mechanischen Terabit-Datenspeicher der IBM, bei dem 1'000 mikrofabrizierte parallele Federbalken auf einem Chip Löcher von Nanometer-Dimensionen in einen Polymerfilm stanzen.

Im Gegensatz zu den gut bekannten Licht- und Elektronen-Mikroskopen, vergleichen sich die Raster-sonden-Mikroskope eher mit einem Stethoskop. Mit ihm werden akustische Signale im Brustraum gemessen. Mit dem Rastertunnel-Mikroskop wird der zwischen der Spitze als Sonde und der leitfähigen Probe fließende Strom gemessen. Beim Rasterkraft-Mikroskop werden die Kräfte zwischen der Siliziumspitze des Federbalkens und der isolierenden Probenoberfläche gemessen. Mit beiden Mikroskoptypen können mit

höchster Auflösung Atome und Moleküle sichtbar gemacht werden.

Die Bewegung von Spitze gegen Probe und das Rastern über die Oberfläche werden durch Piezo-Materialien erreicht. Diese ermöglichen mechanische Auslenkungen im Nanometer-Bereich beim Anlegen einer Spannung.

Wird die Silizium-Spitze des Federbalkens beim Rasterkraft-Mikroskop durch eine magnetische Spitze ersetzt, können die magnetischen Speicherdaten auf einer Hard-Disk überprüft und verbesserte Speichermedien entwickelt werden.

Mit den Federbalken ohne Spitze lassen sich empfindliche Sensoren für Chemie, Biologie und Medizin entwickeln. Ein eindruckliches Beispiel ist die Hybridisierung eines DNA-Strangs mit seinem komplementären Strang. Dies ist ohne PCR und sonst übliche Labels oder optische Marker möglich. Dazu wird ein differentielles Federbalken-System eingesetzt. Es wird über weitere Beispiele aus Genomics und Proteomics berichtet.

Ein weiteres Beispiel ist das Schrumpfen einer Petrischale auf die Größe eines kleinen Federbalkens. Damit kann Bakterienwachstum und Antibiotikaresi-

Potenziale der Nanomechanik in Chemie, Biologie, Medizin und Informations-Technologie

Güntherodt, Hans-Joachim

stanz viel schneller als bisher nachgewiesen werden. Es ist erstaunlich, welche Anwendungsbreite der Nanomechanik durch den Federbalken ermöglicht wird. Der technisch begabte Zuhörer wird schnell erkennen, dass ein bimetallischer Federbalken sehr temperaturempfindlich ist und mit ihm die empfindlichsten Kalorimeter gebaut werden können.

Solche Federbalken können auch zum Deponieren von kleinsten Stoffmengen in der Form eines Attoliter-Dispensers eingesetzt werden. Die übliche Spitze wird ausgehöhlt und mit Flüssigkeit gefüllt.

Auf nanomechanischem Weg sollen auch einzelne Moleküle und Atome gewogen werden und so ein Ersatz für die immer bedeutenderen Massenspektrometer gefunden werden. Es wird ausführlicher auf die schon in der Einleitung angedeuteten Beispiele „Mechanische Detektion der Magnetresonanz und mechanische Datenspeicherung“ eingegangen.

Headlines der Präsentation

Nanomechanik ist die Grundlage neuer Mikroskope, die Atome und Moleküle sichtbar machen. Von diesem Mikroskop-Prinzip lassen sich neue Sensorsysteme entwickeln, die neue Wege für Genomics, Proteomics, Mikrobiologie, Datenspeicherung, Magnetresonanz und Materialdeposition eröffnen.

Hartmann, Uwe

Es besteht breiter Konsens darüber, dass die Nanotechnologie die wohl wichtigste Querschnittstechnologie des 21. Jahrhunderts ist. Ihre Wurzeln sind interdisziplinär. Ihre Ziele bestehen darin, Produkte und Verfahren zur Verfügung zu stellen, die deutlich leistungsfähiger, effizienter oder kostengünstiger als heutige Varianten sind. Langfristig ist davon auszugehen, dass es sich um gänzlich neue technologische Ansätze handelt, die sich nicht evolutionär aus heutigen ergeben, sondern vielmehr in einem echten Paradigmenwechsel stehen.

Wissenschaftlich betrachtet besteht der innovative Charakter der Nanotechnologie darin, dass neue Funktionalitäten sich dadurch gewinnen lassen, dass sich Komponenten eines Systems gezielt auf der Nanometerskala formen lassen. Komponenten sind hier bspw. Bestandteile eines Werkstoffs oder eines Bauelements oder auch eine komplette Funktionseinheit. Aufgrund der minimalen Größe der Komponenten, die deutlich unter derjenigen der Mikrotechnologie liegt, lassen sich völlig neuartige physikalische, chemische oder biochemische Eigenschaften erzielen. Nanoskalige Systemkomponenten lassen sich dabei grundsätzlich entweder durch Top-Down- oder Bottom-Up-Verfahren herstellen. Als langfristiges Ziel kann die molekulare Nanotechnologie gesehen werden, bei

Nanotechnologie – Forschung an der Schwelle zur dritten industriellen Revolution

der Systemkomponenten sukzessive aus einzelnen Molekülen gezielt aufgebaut werden, um die gewünschte Funktionalität zu erreichen.

Hinsichtlich einer Bewertung des wirtschaftlichen Potenzials der Nanotechnologie muss zwischen kurz-, mittel- und langfristigen Perspektiven unterschieden werden. Langfristig wird sich die Nanotechnologie in Form von Chancen aber auch Risiken auf alle unsere Lebensbereiche auswirken. Sie wird gänzlich neue diagnostische und therapeutische Verfahren in der Medizin ermöglichen, Werkstoffe mit einer heute noch nicht vorstellbaren Funktionalität realisierbar machen, starke Veränderungen in der Energiewirtschaft und Umwelttechnologie zur Folge haben, unsere Kommunikationstechnologie revolutionieren und in allen Bereichen der Technik zu Paradigmenwechseln führen. Volkswirtschaftliche Verwerfungen und vielfältige soziale Veränderungen werden neben großen Chancen auch Risiken in sich bergen. Mittelfristig wird Nanotechnologie dazu beitragen, „Designlücken“ zu schließen, wie sie bspw. in der Halbleitertechnologie bestehen. Auf diese Weise werden die uns heute bekannten Produkte und Verfahren leistungsfähiger, effizienter und kostengünstiger werden und es wird insbesondere in der Medizin absehbare therapeutische Fortschritte geben. Kurzfristig und teilweise

Nanotechnologie – Forschung an der Schwelle zur dritten industriellen Revolution

Hartmann, Uwe

bereits derzeitig gibt es vielfältige Anwendungen der Nanotechnologie zur Produktveredelung, insbesondere in den Bereichen Werkstoffe und chemische Industrie. Die Nanostrukturforschung befindet sich in einem sehr dynamischen und beschleunigten Stadium.

Die Frage, ob Nanotechnologie eine „industrielle Revolution“ zur Folge haben wird, lässt sich nur dann sinnvoll beantworten, wenn der Begriff hinreichend präzise definiert wird. Im engeren Sinne bezeichnet die Industrielle Revolution die Phase der Entstehung des Industriekapitalismus zwischen 1750 und 1850 in Großbritannien. In dieser Ära kam es, bedingt durch technologische Durchbrüche, zu einer Hinwendung von einer Agrar- in eine Industriegesellschaft. Im weiteren Sinne ist unter industrieller Revolution eine Entwicklung zu verstehen, die in einer umfassenden Umwälzung vieler gesellschaftlicher Bereiche wie Siedlungsformen, Kommunikationsverhalten, Mobilität, Gesundheit usw. besteht. In diesem Sinne wird häufig als „zweite industrielle Revolution“ die Einführung der Automatisierung in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts bezeichnet, die letztlich in praktisch allen industriellen Bereichen Massenproduktion und damit Wohlstand für breite Schichten der Bevölkerung realisiert hat.

Auch vor dem Hintergrund der bedeutsamen industriellen Umwälzungen, die bisher stattgefunden haben, erscheint es wahrscheinlich, dass die Nanotechnologie im 21. Jahrhundert zu Umbrüchen führen wird, die gewaltig sein und teilweise jenseits unserer Vorstellungskraft liegen werden. Anhand grundlegender Gesetzmäßigkeiten und bisheriger Ergebnisse der Nanostrukturforschung wird diskutiert, welche technologischen Errungenschaften langfristig realisierbar sein könnten und welche wirtschaftliche Bedeutung die Nanotechnologie kurz- bis mittelfristig besitzen wird.

Hedderich, Regine

Nanotechnik – Zukunftstrends für das Handwerk

Weltweit arbeiten führende Wissenschaftler unterschiedlicher Fachrichtungen daran, Visionen von neuartigen Materialien und extrem miniaturisierten Bauteilen in die Wirklichkeit umzusetzen. Die Arbeiten in der Welt des Allerkleinsten (1 Nanometer = 1 millionstel Millimeter) erstrecken sich von der Grundlagenforschung bis zur industriellen Vorlaufforschung. In den kommenden Jahrzehnten, so Prognosen, werden Nano-Produkte zunehmend in unser Alltagsleben Einzug halten. Der Nanoforschung kommt deshalb auch eine enorme wirtschaftliche Bedeutung zu.

Als strategische Allianz zwischen Wissenschaft und Industrie hat das Forschungszentrum Karlsruhe das internationale „Netzwerk für Materialien der Nanotechnologie“ (NanoMat) gegründet, denn neue Materialien gehören heute zu den wichtigsten Impulsgebern der Produktinnovation. Als Vermittler zwischen technologischem Fortschritt und realen Lebenswelten nimmt der Technologietransfer für die wirtschaftlich erfolgreiche Umsetzung neuer Ideen und die herrschenden kulturellen Rahmenbedingungen, die die Nutzerbedürfnisse einschließen, eine besondere Rolle ein. Die Synergien, die in der Verbindung von Materialforschung und Technologietransfer entstehen, sind längst nicht ausgeschöpft.

Die NanoMat-Szene in Karlsruhe bietet mit der Nanofair, einer Informationsveranstaltung mit der Kombination von Konferenz und Messe, eine geeignete Plattform für den interdisziplinären Austausch. Synergien sollen ausgenutzt werden.

Ziel der Nanofair ist es, insbesondere kleine und mittlere Unternehmen über industrielle Nanotechnik-Anwendungen zu informieren. Diese werden immer zahlreicher, besonders im Handwerk, im Automobilbau, der Elektronik, bei Life Sciences, Optik und den neuen Materialien. Nur mit dem Mittelstand werden sich in Deutschland die wirtschaftlichen Möglichkeiten der Nanotechnik angemessen nutzen lassen.

Ein Beispiel sind Silberionen in Funktionsfasern, die die Geruchsbildung stoppen. Fasern für Bettwäsche, die auch für Neurodermitis-Kranke geeignet ist, wurden bspw. in einem Technologietransferprojekt des Forschungszentrums Karlsruhe und der EMPA in St. Gallen entwickelt.

Mehrschichtige fluoreszierende Nanopartikel schützen vor Fälschungen, wie eine Gruppe aus dem Forschungszentrum Karlsruhe zeigen konnte. Mit einem Mikrowellenplasmaverfahren werden Nanopartikel mit einer Schicht aus organischen Farbstoffen hergestellt, die im Licht einer UV-Lampe grün, violett oder blau leuchten. Eine Auflage solcher Partikel kann als

Nanotechnik – Zukunftstrends für das Handwerk

Hedderich, Regine

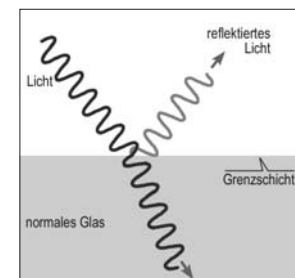
eindeutige Kennzeichnung dienen und Fälscher überführen.

„Kleben auf Kommando“ ist ein weiteres Beispiel. Eine neuartige Klebetechnologie mit Nanoferrit-Antennen wird von der Firma Sustech GmbH & Co. KG entwickelt. Anders als gängige Kleber im Haushalt, verwendet die Industrie Klebstoffe, die sich erst beim Erwärmen im Ofen oder Heißluftstrom verfestigen. Weil Klebstellen oft verdeckt liegen, werden auch umgebende Materialien erwärmt. Entsprechend hoch ist der Energiebedarf und wärmeempfindliche Teile können nicht verklebt werden. Die Klebgeneration von Sustech verwendet einen kalten Ofen. Mikrowellen oder hochfrequente magnetische Wechselfelder strahlen durch die umgebenden Materialien und wirken auf den Klebstoff, der Ferrite (dotierte Eisenoxid Nanopartikel mit 10 nm Durchmesser) enthält, die als Nano-Antennen fungieren. Sie nehmen die Energie aus der Strahlung auf, wandeln diese in Wärme um und der Klebstoff härtet aus. Dadurch eröffnen sich neue Perspektiven für die Leichtbauweise von Automobilen. Nanotechnik führte in der Vergangenheit schon unbewusst durch Probieren und stetiges Verbessern zu erstaunlichen Resultaten. Der Werkstoff Beton verdankt seine Festigkeit winzigen Nanopartikeln, die sich verzahnen. Nur so war der Bau des Pantheons möglich. Durch Kunsthandwerker im Mittelalter wurde die rote

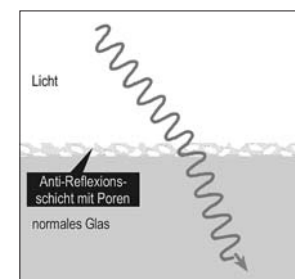
Färbung des Rubinglases der Kirchenfenster mit nanokleinen Goldpartikelchen erzeugt.

Wie erfolgreiche Kooperation zwischen NanoMat-Partnern aussehen kann, zeigen die von Dr. Stefan Walheim (INT) entwickelten Nano-Antireflexschichten.

Etwa 4 % des einfallenden Lichts werden an einer Glasoberfläche reflektiert.



Mit einer Beschichtung ($n = 1.22$) kann die Reflexion (für eine Wellenlänge) vollständig unterdrückt werden.



Hedderich, Regine

Nanotechnik – Zukunftstrends für das Handwerk

Eine Anwendungsmöglichkeit sind antireflex beschichtete Glasabdeckungen z. B. für Solarmodule oder Uhren. Die Abbildung zeigt eine Armbanduhr mit beschichtetem Uhrglas. Das Besondere dabei: Die Uhr besitzt das NanoMat-Logo als „Wasserzeichen“ auf dem Uhrglas, das nur in einem bestimmten Blickwinkel gesehen werden kann. Wenn die Prototypenanwendung klappt, sind Handwerksbetriebe, wie z. B. Uhrenhersteller gefragt, die Technik anzunehmen und zu verbessern, um Kunden zu befriedigen. Der große Vorteil bei Nanotechnik ist, das man mit geringen Materialmengen wunderbare Eigenschaftsverbesserungen erzielen kann.



Neue Innovationspartnerschaften zwischen Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen, in denen die Risiken geteilt und am Gewinn gemeinsam partizipiert wird, werden zum Beispiel von den Industriepartnern von NanoMat favorisiert. Die Degussa AG strebt mit dem Science-to-Business-Center „Nanotronics“ in Marl genau dieses Ziel an. In hochmodernen Labors und Technika sollen neue Systemlösungen für Elektronikwendungen entwickelt werden, deren Funktion auf maßgeschneiderten Nanomaterialien beruht. Durch die Projekte sollen unter anderem die Sicherheit und Leistung von Lithium-Ionenbatterien erhöht werden und damit deren Einsatz im Fahrzeugbereich und in professionellen Handwerksgeräten ermöglicht werden.

Der Mittelstand und insbesondere das Handwerk sollen Lust auf Nano durch diesen Vortrag bekommen, um darüber nachzudenken, wo die neuen Eigenschaften von Nanotechnik im persönlichen Arbeitsumfeld integriert werden können. Findige Handwerker, Techniker und Ingenieure sind gefragt, die Ideen zur nächsten Phase der Umsetzung weiter zu treiben und ein Produkt daraus zu entwickeln.

1. Einführung

In der modernen Technik entstehen zunehmend Innovationen aus der Steigerung der Komplexität und Heterogenität technischer Produkte (Mechatronik). Diese Entwicklung führt besonders dann zu neuartigen Lösungen, wenn die Steigerung der Komplexität mit einer konsequenten Miniaturisierung von Baugruppen bzw. Teilsystemen verbunden ist. Die Mikrosystemtechnik entstand in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts auf der Basis der Halbleiterelektronik, indem die Halbleitertechnologien auch für die Herstellung mechanischer Mikrobauteile (Federn, Balken, Membranen) verwendet wurden.

Die ersten Mikroaktoren beruhten auf elektrostatischen und piezoelektrischen Antriebsprinzipien, deren elektromechanische Energiewandlung mit den Grundgesetzen des elektrostatischen Feldes beschrieben werden kann [1]. Die dazu benötigten lateralen Strukturen (2D) können mit den Strukturierungstechnologien der Halbleitertechnologien gut hergestellt werden.

Für magnetische Mikroaktoren können diese Strukturierungstechnologien nicht ohne weiteres verwendet werden. Die der elektro-magneto-mechanischen Energiewandlung zugrunde liegenden Grundgesetze des magnetischen Wirbelfeldes erfordern die Realisierung von dreidimensionalen Strukturen. Deshalb muss die

Miniaturisierung nach anderen Skalierungsgesetzen erfolgen [2]. Außerdem erfordert die Formgebung ferromagnetischer Werkstoffe die Entwicklung anderer effektiver und kostengünstiger Abscheidungs- und Strukturierungstechnologien [3].

2. Energiewandlungsprinzipien magnetischer Mikroaktoren

Die Funktion der magnetischen Aktoren ergibt sich aus den Grundgesetzen des elektromagnetischen Feldes und kann mit Hilfe der Maxwellgleichungen bei Vernachlässigung der Verschiebungsstromdichte durch folgende Gleichungen beschrieben werden:

$$\text{rot } H = j \quad (1), \quad \text{div } B = 0 \quad (2), \quad B = \mu_0(H) H \quad (3)$$

Folgende Wirkprinzipien sind für die Realisierung von magnetischen Mikroaktoren geeignet:

- Reluktanzprinzip
- Elektrodynamisches Prinzip
- Magnetostriktion
- Magnetischer Formgedächtniseffekt (MSMA)

Die in der Makrotechnik am weitesten verbreiteten Wirkprinzipien, das Reluktanzprinzip und das elektrodynamische Prinzip, finden auch in der Mikrosystemtechnik eine wachsende Anwendung, wobei die magnetischen Mikroaktoren nicht einfach durch maßstabsgerechte Skalierung konfiguriert werden können, sondern es müssen während der Entwicklung die physikalischen und technologischen Möglichkeiten und Begrenzungen beachtet werden.

3. Besonderheiten von magnetischen Mikroaktoren

Untersuchungen im Rahmen mehrerer Forschungsprojekte haben folgende Möglichkeiten zur Erhöhung der Magnetarbeit von magnetischen Mikroaktoren gezeigt:

- Die pro Volumeneinheit umzuwandelnde Magnetarbeit hängt von der Grundbauform des magnetischen Kreises und der Optimierung der Geometrieparameter mit synthesesfreundlichen Entwurfsmethoden ab [3].
- Mit einem überlegten Energiemanagement unter Nutzung magnetischer Energiespeicher (Permanentmagnete – polarisierte Magnetaktoren), elektrischer Energiespeicher, sowie mechanischer Energiespeicher (z. B. der Kombination des Mag-

netankers mit der Rückstellfeder zu einem Schwingungssystem) kann das Volumen der magnetischen Mikroaktoren weiter stark verringert werden [7].

- Durch Impulsansteuerung mit kurzen Stromimpulsen hoher Amplitude, kann das Magnetvolumen gesenkt werden ohne die zulässige Erwärmung zu überschreiten.

Dabei ergeben sich für die magnetischen Mikroaktoren folgende Begrenzungen:

- Die BH-Kennlinien der ferromagnetischen Materialien sind stark nichtlinear.
- Mit den üblichen mikrotechnischen Formgebungsverfahren lassen sich noch nicht die magnetischen Kenngrößen erreichen, die mit magnetischen Materialien erzielt werden, welche mit klassischen Verfahren (z. B. Walzen, Sintern) hergestellt worden sind.
- Die Stromsteuerbarkeit der Magnetaktoren nimmt bei Aussteuerungen bis in den Sättigungsbereich stark ab, ein Verhalten, das bei der Reglerauslegung berücksichtigt werden muss [3].
- Die geometrisch-stoffliche Umsetzung von Bauteilen für kleine Bauräume ist schwierig und erfordert den Einsatz besonderer Technologien, wobei sich gerade durch die Kombination von mikrotechni-

Magnetische Mikroventile – Grenzen und neue Möglichkeiten

Kallenbach, Eberhard

schen und feinwerktechnischen Bearbeitungstechnologien ein besonders vielfältiges Lösungsfenster öffnet [3].

4. Entwurf von magnetischen Mikroantrieben

Um diese Möglichkeiten vollständig zu nutzen, sind Ventil, Magnetaktor und Steuerung als Systemelemente zu betrachten und das von ihnen gebildete System ist im Sinne des mechatronischen Entwurfs als Ganzheit zu optimieren (VDI 2206), wobei die technologischen Randbedingungen der Mikrosystemtechnik und die oben genannten Möglichkeiten und Begrenzungen besonders zu beachten sind.

Der Beitrag beruht auf den Forschungen des Teams Eberhard Kallenbach, Veit Zöppig, Rolf Hermann, STZ Mechatronik Ilmenau
Matthias Kallenbach, TU Ilmenau, Fakultät Maschinenbau, FG Mikrosystemtechnik.

5. Literaturverzeichnis

- [1] Kallenbach, E.; Albrecht, A.; Birli, O.; Eccarius, M.; Feindt, K.; Zöppig, V.: Magnetische Mikroaktuatoren – Entwicklungsstand und Perspektiven. 15. Internat. Kolloquium Feinwerktechnik, 25. und 26. 9. Mainz 1995
- [2] Kallenbach, M.: Magnetische Mikroaktoren Kapitel 10 in Kallenbach E. u. a.: Elektromagnete. Grundlagen, Berechnung, Entwurf und Anwendung. B. G. Teubner Verlag 2003
- [3] Kallenbach, M.: Entwurf von magnetischen Mini- und Mikroaktoren mit stark nichtlinearem Magnetkreis. Dissertation TU Ilmenau, Fakultät für Maschinenbau 2005
- [4] Gilbertson, R. G.; Busch, J. D.: A Survey of Micro-Actuator Technologies for Future Spacecraft Missions. The Journal of The British Interplanetary Society Vol. 49, pp. 129-138, 1996
- [5] Ströhla, T.: Ein Beitrag zur Simulation von elektromagnetischen Systemen mit Hilfe der Netzwerk-methode. Dissertation TU Ilmenau 2002
- [6] Trimmer, W. S. N.: Microrobots and Micromechanical Systems. Sensors and Actuators 19(1989), S. 267-287
- [7] Zöppig, V.; Kallenbach, E.; Birli, O.; Schmidt, J.; Ströhla, T.: Rapid Development of Micromechatronic Systems Containing Magnetic Actuators. 18th Workshop on High Performance Magnets & their Applications, Annecy (France) 2004, Proceedings pp 921...928

Kienzle, Stefan

Nanotechnologie für automotive Anwendungen

Die Nanotechnologie nutzt die Tatsache aus, dass sich alleine aus der Nanoskaligkeit die Eigenschaften und Funktionalitäten vieler Materialien drastisch verändern. Auch für Automobilanwendungen ist das Ziel der Nanotechnologie die Entwicklung von Produkten bzw. Bauteilen mit neuen Anwendungsoptionen, Eigenstellungsmerkmalen oder wirtschaftlichen Vorteilen.

In der Automobilindustrie hat die Nanotechnologie bereits seit einigen Jahren Einzug gehalten, und die Branche setzt auf das Innovationspotenzial der „Wissenschaft vom ganz Kleinen“. Ablendbare Rückspiegel verhindern die Irritation der Autofahrer und lassen sich gezielt abdunkeln. Scheinwerferreflektoren mit Anti-Korrosionsschutz und Wärmeschutzverglasungen sind weitere Beispiele für die Anwendung nanotechnologischer Prinzipien, die seit Jahren bei DaimlerChrysler und anderen Automobilherstellern berücksichtigt werden. Seit Ende 2003 ist bei Mercedes-Benz auch der erste Nano-Klarlack in Serie, der sich durch eine dreifach höhere Kratzbeständigkeit und sichtbar besseren Glanz gegenüber herkömmlichen Systemen auszeichnet.

Auch aktuelle Forschungsprojekte bei DaimlerChrysler befassen sich mit der Thematik Nanotechnologie. So werden bspw. für den Karosserie-, Chassis- und Motor-Leichtbau Nanocomposite-Werkstoffe mit verbesserten bzw. neuen Eigenschaften entwickelt, die leichter und crash-resistenter sind. Mit Hilfe nanostrukturierter Oberflächen, die dem natürlichen Vorbild der Mottenaugen nachempfunden sind, entstehen Instrumentendisplays und Scheiben im Auto, die frei von störenden Lichtreflexionen sind. Ein weiteres Beispiel ist die Nanotribologie. Neue Materialien und Schichten mit dispergierten Nanopartikeln werden das Verschleißverhalten von Motor- und Gelenkkomponenten positiv beeinflussen. In der Brennstoffzelle erzielen Elektroden aus Kohlenstoff-Nanotubes eine höhere Energiedichte und auch deren Membrane lassen sich mit Nanomaterialien verbessern.

Die Nutzung der Potenziale, welche durch die Nanotechnologie möglich sind, setzen flankierende Maßnahmen zu Messtechnik, Qualitätssicherung und Wirtschaftlichkeit der Produkte voraus. Vor diesem Hintergrund ist eine enge Zusammenarbeit der Automobilindustrie und ihrer Zuliefererkette von entscheidender Bedeutung.

Nanotechnologie für automotive Anwendungen

Kienzle, Stefan

Zusammenfassend birgt der Einsatz der Nanotechnologie in der Automobilindustrie für unsere Kunden viele Nutzen im Hinblick auf Qualität, Komfort und Ökologie. Die „Wissenschaft vom Kleinen“ wird weiterhin ein entscheidender Treiber des technologischen Fortschritts und Motor für neue Ideen und Konzepte im Automobil der Zukunft sein und somit zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Automobilindustrie beitragen.

Tünnermann, Andreas

Headlines:

- Beherrschung des Lichts – die Herausforderung unserer Zeit
- Von der Lichtquelle bis zur Applikation
- Opto-mechanische Baugruppe am Beispiel eines schnellen LIDAR-Scanners für die Luftfahrt

Abstract:

„Beherrschung des Lichts – tailored light“ ist eine der Herausforderungen unserer Zeit – dies gilt nicht nur für die vielen Prozesse im täglichen Leben, sondern zunehmend auch für Anwendungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrt.

Das Licht zu kontrollieren, erstreckt sich von der Lichtquelle, über die Manipulation (Strahlformung, Refraktion, Reflektion, Beugung etc.) bis zur Applikation von optischen Bauelementen, Sensoren und komplexen Systemen. Ob leistungsstarke Faserlaser (Abb. 1), ultradünne Bilderfassungssysteme basierend auf Linsenarrays (Abb. 2), montierte Gitterspalte für astronomische Spektrometer oder Mikrostrukturen als Antireflexschicht für Polymeroptiken – heute werden moderne Präzisionssysteme nur durch eine optimale Vereinigung von optischen bzw. mikrooptischen, elektronischen und mechanischen bzw. mikromechanischen Komponenten möglich. Aspekte wie nanostrukturierte, funktionale Oberflächen oder spezielle

Opto-mechanische Systeme in höchster Präzision für Luft- und Raumfahrtanwendungen

Beschichtungen gewinnen an Bedeutung. Zukünftige laseroptische Systeme werden sowohl von steigender Präzision als auch gleichzeitig von steigender Komplexität der Oberflächenformen der Optikelemente sowie durch einen hybriden Aufbau gekennzeichnet sein.

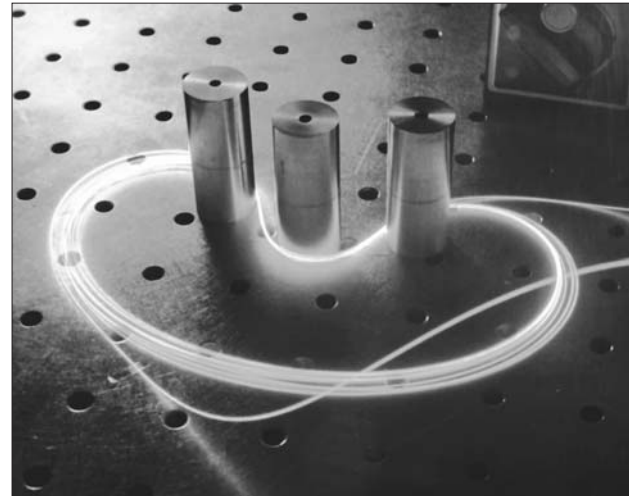


Abb. 1: Faserlaser (Quelle: IAP)

Opto-mechanische Systeme in höchster Präzision für Luft- und Raumfahrtanwendungen

Tünnermann, Andreas

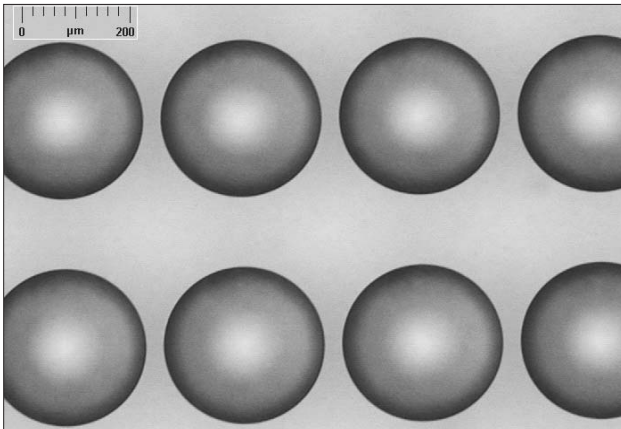


Abb. 2: Mikrolinsenarray

Der Vortrag zeigt, ausgehend von der Simulation über die Herstellung und Montage von optischen und mechanischen Baugruppen bis zur Vergütung der optisch wirksamen Oberflächen, die Notwendigkeit der allseitigen Betrachtung in der Entwicklungsphase moderner opto-mechanischer Baugruppen.

An einem ausgewählten Beispiel, einem schnellen LIDAR-Scanner, wird der Anspruch opto-mechanische Systeme in höchster Präzision herzustellen dargestellt. In unserer modernen Zeit, wo kürzlich das größte Passagierflugzeug der A380 eindrucksvoll seinen Jungfernflug erfolgreich absolviert hat, stellen sich Fragen zur Flugsicherung im Start- und Landprozess von Großraumflugzeugen neu.

Für die Detektion von Wirbelschleppen, die hinter startenden oder landenden Flugzeugen auftreten, wurde ein Scanner mit großer Apertur entwickelt, der einen hinreichend großen Raumbereich vor dem Flugzeug mit dem Laserstrahl auf Basis des LIDAR-Prinzips abtastet (EU-Projekt I-WAKE). Detektiert wird dabei das von Partikeln in der Luft zurückgestreute Licht.

Grundlage dieses komplexen Systems waren die optische und mechanische Simulationen. Der neue Ansatz mit zwei großen Galvanometerspiegeln ermöglicht die Abtastung eines Bildfeldes mit einer schnellen Vertikalbewegung verbunden mit einem langsamen Horizontalschwenk. Damit können zugleich Flugzeugbewegungen kompensiert werden. Eine besondere Herausforderung war die Herstellung der großformatigen Spiegel. Diese Anforderung wurde durch die Herstellung von Metallspiegeln mit ultrapräzisen Diamantdrehen in Leichtgewichtsausführung realisiert. Formfehler von 43 nm r.m.s. wurden in einem Messfeld von 60 mm bei einer verbleibenden Rauheit von 7 nm r.m.s. erreicht. Eine Gewichtsreduzierung der Spiegel um 60 % wurde erzielt.

Tünnermann, Andreas

Opto-mechanische Systeme in höchster Präzision für Luft- und Raumfahrtanwendungen



Abb. 3: Scannermodul für den Einsatz in Flugzeugen



Abb. 4: Scanner nach dem Einbau in das Forschungsflugzeug

Beide Scannermodule (Abb. 3) wurden in einen Experimentalaufbau integriert und in ein Forschungsflugzeug eingebaut (Abb. 4). Erstmals gelang es die gefährlichen Wirbelschleppen eines Großraumflugzeugs von einem nachfolgenden Flugzeug aus mittels LIDAR nachzuweisen.

Für zukünftige bildgebende Systeme sind asphärische Oberflächen bzw. optische Freiformflächen mit noch höheren Anforderungen das wissenschaftliche und technische Ziel. So werden bereits heute am IOF hochauflösende Teleskopsysteme für die Erdbeobachtung aus dem Orbit entwickelt. Auch hier sind ultrapräzise Metallspiegel die Basis.

Der Beitrag beruht auf den Forschungen des Teams Andreas Tünnermann, Stefan Risse, Thomas Peschel und Ramona Eberhardt.

Nanotechnologie und Sicherheit

Weimar, Udo

Die Sicherheitslage in Westeuropa hat sich seit dem Fall der Mauer und den fortwährenden Bemühungen zur Integration von Osteuropa in den letzten 15 Jahren grundsätzlich geändert. Waren bis dato die Anforderungen konzeptionell klar definiert, so stellt sich nicht zuletzt aufgrund der Terroranschläge vom 11. September 2001 in den USA die Bedrohungssituation wesentlich differenzierter dar: „Etwaige stille Hoffnungen auf die Singularität dieses Ereignisses wurden in der Folgezeit zerstört: Djerba, Bali, Riad, Casablanca, Madrid, Bagdad und die Sinai-Halbinsel stehen für die Veralltäglichung von Gewalt, Szenarien des Schreckens, Entsetzen und unermesslichen Leids.“¹ Speziell die Anschläge in Madrid haben gezeigt, dass sich Westeuropa und damit auch Deutschland nicht aus diesen Bedrohungsszenarien ausnehmen kann. Technische Hilfsmittel zur Detektion von Sprengstoffen sowie unerlaubter atomarer, biologischer und chemischer Substanzen können sicherlich nicht alleine das Bedrohungsrisiko dramatisch reduzieren, nichtsdestotrotz sind sie unabdingbar zur Vereitelung dieser Art von Gewaltverbrechen.

¹ Aus „Netzwerke des Terrors – Netzwerke gegen den Terror“, Rede des Präsidenten des Bundeskriminalamtes Jörg Zierke im Rahmen der Herbsttagung des Bundeskriminalamtes vom 02. bis 04. November 2004.

Konzentrierte sich in der Zeit des Kalten Krieges die Entwicklung auf Technologie, die auf dem Gefechtsfeld eingesetzt werden konnte, so sind nun Entwicklungen gefragt, die im zivilen Bereich an vielen Stellen eingesetzt werden können und von denen selbst keine Gefahr ausgeht.

Hier setzt nun unter anderem die Nanotechnologie an, mit der eine ganze Reihe von technologischen Problemen andersartig und zum Teil effektiver gelöst werden kann.

Der vorliegende Beitrag wird an einer Reihe von Beispielen erklären, an welchen Stellen aktuell und ggf. auch zukünftig die Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Mikrosystem- und Nanotechnologieentwicklung einen substanziellen Beitrag zur Verbesserung der Sicherheitslage erbringen kann.

Ein herausgegriffenes Beispiel ist die Sicherheit im zivilen Luftverkehr. Die Sicherheitsüberprüfung beginnt mit dem Einchecken der Passagiere. Überprüft werden müssen hier:

- Passagiere
- Handgepäck
- aufgegebenes Gepäck

Weimar, Udo

Nanotechnologie und Sicherheit

Hinzu kommt noch die Sicherheit von ggf. mitgeführtem Cargomaterial und des Fluggerätes selbst. Die Identität der Passagiere wird anhand von mitgeführten Ausweispapieren überprüft und sie werden mit Hilfe von Metalldetektoren auf ggf. vorhandene gefährliche Gegenstände überprüft. Wünschenswert wäre hier aber auch eine Prüfung auf ggf. vorhandenen Kontakt z. B. mit Sprengstoffen. Dies kann z. Zt. routinemäßig technisch nicht umgesetzt werden, doch hier ergeben sich durch den Einsatz von nanotechnologischen Anreicherungsmethoden durchaus Möglichkeiten, einen evtl. Kontakt mit Sprengstoffen später am Gate zu detektieren. Ähnliches gilt auch für das Handgepäck. Hier wird zu 100 % eine Röntgenüberprüfung durchgeführt und auffällige Gegenstände werden genauer untersucht. Eine Detektion von Gefahrstoffen im Zusammenhang mit unauffälligen nichtmetallischen Gegenständen wäre hier zusätzlich wünschenswert. Auch in diesem Zusammenhang kann die Nanotechnologie sehr gewinnbringend eingesetzt werden, da hiermit Detektoren z. B. mit geeigneter Ionisationstechnik und Sensoren mit verbesserter Empfindlichkeit aufgebaut werden können. Bei aufgegebenem Gepäck kann gleichartige Technologie eingesetzt werden, wobei im Cargobereich zusätzlich die Notwendigkeit zur Identitätskontrolle und unerlaubtem Öffnen hinzukommt.

Somit steht neben der sensorischen Überprüfung auch die Aufgabe des so genannten „Tagging, Tracing and Tracking“.

Diese Beispiele aus der zivilen Luftfahrt lassen sich aber auch teilweise auf andere Transportsysteme wie den Bahnfernverkehr sowie S- und U-Bahnen ausweiten. Hier gilt es vor allem z. B. in U-Bahnanlagen rechtzeitig vor gasförmigen Substanzen zu warnen, um im Schadensfall schnell Dekontaminieren zu können und Ersthelfer mit portablen Warnsystemen auszustatten. Hier kann sowohl mit der Sensorik wie auch bei der nachfolgenden Dekontamination mit Hilfe von großen Oberflächen an nanotechnologisch hergestellten Materialien (meist Oxide) technisch wertvolle Unterstützung geleistet werden.

Manches der oben aufgezählten Beispiele ist technisch schon realisiert und befindet sich in der Umsetzung, anderes ist noch im Entwicklungsstadium und muss noch in Feldtests überprüft werden; manche Ansätze sind noch in der Konzeptionsphase. Der vorliegende Beitrag wird einen Überblick geben und die Möglichkeiten zum Einstieg in die Technologie bzw. zur Kooperation aufzeigen.

Nanotechnologie und Sicherheit

Weimar, Udo

Prinzipiell soll erwähnt werden, dass gerade im Forschungs- und Technologiebereich zum Thema Sicherheit Europa und damit auch Deutschland einen deutlichen Nachholbedarf im Vergleich z. B. zu den USA haben, weshalb die Anstrengungen der Europäischen Union im kommenden 7. Forschungs-Rahmenprogramm umso mehr zu unterstützen sind.

Gute Grundlagenarbeit muss hier allerdings mit entsprechendem Umsetzungspotenzial der Industrie im Rahmen von Netzwerken gepaart werden, um zu ganzheitlichen Systemlösungen zu gelangen. Aus diesem Grund sind hier gezielte Fördermaßnahmen sehr hilfreich und sollten flankierend von sog. Private Public Partnerships (PPP) begleitet werden. Dieses Thema wird den Abschluss des Vortrags bilden, wobei an dieser Stelle bereits auf das existierende Europäische Exzellenz-Netzwerk GOSPEL (General Olfaction and Sensing Projects on a European Level) hingewiesen werden soll.

Zweck, Axel

Potenziale der Nanotechnologie

Eine Marktstudie zur Nanotechnologie, durchgeführt von der Zukünftigen Technologie Consulting der VDI TZ GmbH in Kooperation mit der Hochschule für Bankwirtschaft und der ICMT GmbH, macht deutlich: Deutschland besitzt in der Nanotechnologie eine exzellente wissenschaftliche Ausgangsbasis. Die relevanten Akteure sind bereits intensiv vernetzt und auch hinsichtlich der Patentanmeldungen im Bereich Nanotechnologie ist Deutschland international sehr gut aufgestellt. Lediglich in der kommerziellen Umsetzung nanotechnologischer Erkenntnisse tun sich deutsche Unternehmen zur Zeit noch etwas schwerer als ihre Konkurrenten aus den USA und Japan.

Dies erscheint besonders vor dem Hintergrund der Erkenntnis bedauerlich, dass die Wettbewerbsfähigkeit künftiger Produkte einer Vielzahl der für Deutschland wichtigen Industriebranchen wie Automobilbau, Chemie, Pharma, Informationstechnik oder Optik wesentlich von der Erschließung des Nanokosmos abhängen wird. Die Nanotechnologie eröffnet neue Marktchancen durch kleinere, schnellere, leistungsfähigere und „intelligentere“ Systemkomponenten. Dies gilt sowohl für neue Produkte mit deutlich verbesserten als auch für gänzlich neuartige Funktionalitäten. Obwohl bereits einige Produkte mit nanotechnologischen Komponenten auf dem Markt etabliert sind, wird sich ein Großteil der nanotechnologischen

Erkenntnisse erst in einigen Jahren, teilweise sogar erst in Jahrzehnten in Produkten entfalten.

Von besonderer Bedeutung für die weitere Entwicklung der Nanotechnologie sind auch Fragen der Abwägung von Chancen und Risiken sowie der Technikakzeptanz dieser Technologie in der Öffentlichkeit. Es gilt, eventuelle Gefahrenpotenziale z. B. durch Nanopartikel frühzeitig zu identifizieren und entsprechende Maßnahmen zur Minimierung ggf. vorhandener Risiken voranzutreiben. Nur so kann es gelingen, der Öffentlichkeit langfristig die Vorzüge und Chancen dieser Technologie zu vermitteln. Der Vortrag bietet einen Überblick zum Entwicklungsstand nanotechnologischer Produkte und Produktoptionen für verschiedene wirtschaftliche Anwendungsfelder.

Das wirtschaftliche Potenzial der Nanotechnologie lässt sich nur schwer quantifizieren. Ein Hauptproblem besteht in einer fehlenden international anerkannten Definition der Nanotechnologie und ihrer Produkte. Im Rahmen der oben genannten Marktstudie wird Nanotechnologie als Herstellung, Untersuchung und Anwendung von Strukturen, molekularen Materialien, inneren Grenz- und Oberflächen mit mindestens einer kritischen Dimension unterhalb 100 Nanometer verstanden. In der Regel werden hierbei aus der Nanoskaligkeit der Systemkomponenten resultierende neue

Potenziale der Nanotechnologie

Zweck, Axel

Funktionalitäten und Eigenschaften zur Verbesserung bestehender oder in Entwicklung befindlicher Produkte und Anwendungsoptionen genutzt.

Diese neuen Effekte und Möglichkeiten ergeben sich überwiegend aus dem Verhältnis von Oberflächen- zu Volumenatomen. Ein anderer Teil ergibt sich aus dem quantenmechanischen Verhalten der in der Nanotechnologie eingesetzten Materiebausteine. Weitere Schwierigkeiten bei der Abschätzung des Weltmarktvolumens bereiten die Heterogenität des Technologiefeldes, die Vielschichtigkeit der adressierten Märkte, sowie die schlechte Vorhersagbarkeit des Markterfolges von nanotechnologischen Entwicklungen. Letzteres ist vor allem darauf zurückzuführen, dass ihr technologischer Reifegrad meist noch gering ist und für die Umsetzung z. T. noch erhebliche technologische Barrieren überwunden werden müssen.

Bereits heute bestimmen jedoch nanotechnologische Komponenten die Wettbewerbsfähigkeit zahlreicher Produkte. Dies insbesondere in den Massenmärkten der Elektronik, der Chemie und der Optischen Industrie. Mittel- bis langfristig wird die Nanotechnologie auch in den Bereichen Automobilbau sowie Life Sciences erheblichen kommerziellen Einfluss entfalten. Der Elektronikmarkt wird zunächst weiterhin von der CMOS-Technologie dominiert werden. Bis zum Jahr 2006 wird der Anteil der Nanoelektronik (d. h. Struk-

turbreiten < 100 nm) ca. 10 % des Gesamt-CMOS-Marktes bei einem Weltmarktvolumen von ca. 20 Mrd. USD betragen. Die Magnetelektronik hat bereits signifikante Marktanteile im Bereich der Festplatten-speicher in Form von GMR-Leseköpfen erobert und wird mittelfristig durch MRAM-Speicherchips auch Substitutionspotenziale im DRAM-Speichermarkt erschließen. Im Bereich der Chemie werden mit lange etablierten nanostrukturierten Materialien wie Carbon Black, Kieselsäure oder Polymerdispersionen Milliardenumsätze am Weltmarkt bei allerdings geringem Marktwachstum erzielt. Ein dynamisches Marktwachstum wird hingegen für neuere Nanomaterialien wie Kohlenstoffnanoröhren, Polymernanokompositen, Aerogelen, organischen Halbleitern und anorganischen Nanopartikeln erwartet, vorausgesetzt, dass nicht „Show Stopper“ technologischer (z. B. Probleme beim Upscalen von Herstellungsprozessen) oder sozioökonomischer Art (z. B. Toxizität von Nanomaterialien) hemmenden Einfluss ausüben. Marktpotenziale in der Optischen Industrie ergeben sich vor allem bei der Herstellung ultrapräziser Optiken für die Halbleiterfertigung (optische Lithografie), im Bereich optoelektronischer Lichtquellen (Laserdioden und LED) sowie im Displaybereich (OLED und FED), wo jeweils bis zum Jahr 2006 mit Mrd. USD Umsätzen zu rechnen ist.

Zweck, Axel

Potenziale der Nanotechnologie

Die Marktrelevanz der Nanotechnologie im Automobilbau wird von deutschen Nanotechnologie- und Automobilunternehmen derzeit als noch relativ gering eingeschätzt. Dies liegt u. a. an den langen, Innovationszyklen der Modellserien und den damit gekoppelten Vorlaufzeiten für Technologieentwicklungen. In einigen Automobilkomponenten hat die Nanotechnologie jedoch bereits Eingang in Serienprodukte gefunden (z. B. kratzfester Lack, nanobeschichtete Einspritzpumpen, LED-Rücklichter etc.). Langfristig wird nanotechnologisches Know-how auch hier einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil ermöglichen. Nanotechnologie beeinflusst für die Automobilindustrie entscheidende Kriterien wie Umweltentlastung (z. B. energieeffiziente Antriebe, Leichtbau, Schadstoffreduktion und Ressourcenschonung), Sicherheit (Passive und Aktive Sicherheit) oder Komfort (Produktdesign, Infotainment etc.).

Die Life Sciences werden langfristig als einer der bedeutendsten Märkte für die Nanotechnologie eingeschätzt. Bislang ist der Hauptanteil des nanotechnologischen Marktpotenzials in diesem Bereich allerdings weitgehend beschränkt auf biomedizinische Schnelltests (DNA-, Protein-Chips), wo der nanotechnologische Einfluss in erster Linie im Bereich der Detektionssysteme deutlich wird. In Zukunft werden nanoskalige Drug-Delivery-Systeme für den gezielten Wirkstoff-

transport in der Medizin sowie nanostrukturierte Materialien zur Herstellung biokompatibler Oberflächen z. B. für Implantate erheblich an Bedeutung gewinnen.

Die Nanotechnologie, deren Beitrag in der Regel relativ früh in der Wertschöpfungskette angesiedelt ist, z. B. über die Fabrikation von Nanomaterialien, Nanostrukturen oder -schichten, erreicht einen Weltmarktanteil von derzeit ca. 100 Mrd. Euro. Verschiedene Marktprognosen sagen im Mittel eine exponentielle Steigerung dieses Marktvolumens in den nächsten zehn Jahren voraus. Entsprechend hoch kann die Bedeutung der Nanotechnologie für die Sicherung und Stärkung des Wirtschafts- und Forschungsstandortes Deutschland und damit wiederum für die Schaffung und den Erhalt zukunftssicherer Arbeitsplätze eingeschätzt werden.

Kurzvita

Dr.-Ing. Rolf-Jürgen Ahlers
Dr. Hubert Brückl



Dr.-Ing. Rolf-Jürgen Ahlers

Rolf-Jürgen Ahlers promovierte im Fach Elektrotechnik an der Universität Stuttgart. Er ist Geschäftsführer der ASG Luftfahrttechnik und Sensorik GmbH, Weinheim, und darüber hinaus Vorsitzender des Forums Luft- und Raumfahrt Baden-Württemberg, sowie Vorstandsmitglied in der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V.

Dr.-Ing. Rolf-Jürgen Ahlers
ASG Luftfahrttechnik und Sensorik GmbH
E-Mail: R.Ahlers@asg-weinheim.de
Tel: +49 (0) 62 01 60 31 70
Fax: +49 (0) 62 01 60 31 50



Univ.-Doz. Dr. Hubert Brückl

Hubert Brückl studierte Physik an der Universität Regensburg. Nach seiner Habilitation im Jahre 2004 an der Universität Bielefeld leitet er seit 2005 am Forschungsinstitut ARC Seibersdorf Research in Wien den Bereiches „Nano-Systemtechnologien“.

Univ.-Doz. Dr. Hubert Brückl
ARC Seibersdorf Research, Bereich Nano-Systemtechnologien
E-Mail: Hubert.Brueckl@arcs.ac.at
Tel: +43 (0) 50 550 43 01
Fax: +43 (0) 50 550 43 99

Prof. Dr. Dr. Helmut Detter
Dr. Markus Dilger

Kurzvita

Prof. Dr. Dr. Helmut Detter

Helmut Detter, promovierter Maschinenbauer, ist Geschäftsführer der Fachhochschule Wiener Neustadt für Wirtschaft und Technik GesmbH und darüber hinaus in Österreich für die Planung und den Aufbau des Fachgebietes „Mikrosystemtechnik bzw. der Forschungsgruppe IMA – Integrated Microsystems Austria aktiv.

Prof. Dr. Dr. Helmut Detter
Fachhochschule Wiener Neustadt
E-Mail: Detter@fhwn.ac.at
Tel: +43 (0) 26 22 89 08 40
Fax: +43 (0) 26 22 89 08 499



Dr. Markus Dilger

Der studierte Physiker promovierte am Max Plank Institut für Festkörperforschung. Herr Dilger ist Corporate Vice President bei der Infineon Technology AG München im Bereich Corporate Research und gibt regelmäßig Gastvorlesungen an der Universität St. Gallen.

Dr. Markus Dilger
Infineon Technology AG
CPRI Corporate Research
E-Mail: Media.relations@infineon.com
Tel: +49 (0) 89 23 42 84 80
Fax: +49 (0) 89 23 42 84 82



Kurzvita

Dr. Ulrich Eisele
Dr. Thoralf Gebel



Dr. Ulrich Eisele

Ulrich Eisele, studierter Werkstoffwissenschaftler, erwarb seinen Grad als PhD in Materials Science an der University of Leeds. Er arbeitet in der zentralen Forschung und Vorentwicklung für keramische Werkstoffe und Verfahren sowie Nanokeramik der Robert Bosch GmbH.

Dr. Ulrich Eisele
Robert Bosch GmbH
E-Mail: Ulrich.Eisele@de.bosch.com
Tel: +49 (0) 711 811 382 83
Fax: +49 (0) 711 811 26 62 75



Dr. Thoralf Gebel

Thoralf Gebel, studierter und promovierter Physiker an der Technischen Universität Dresden, hat nach mehrjähriger Arbeit im Forschungszentrum Rossendorf die nanoparc GmbH gegründet und leitet diese als Geschäftsführer.

Dr. Thoralf Gebel
nanoparc GmbH
E-Mail: Gebel@nanoparc.de
Tel: +49 (0) 351 269 53 50
Fax: +49 (0) 351 269 53 51

Dr. Hans-Heinrich Grünhagen
Prof. Dr. Hans-Joachim Güntherodt

Kurzvita

Dr. Hans-Heinrich Grünhagen

Hans-Heinrich Grünhagen promovierte im MPI für Biophysikalische Chemie in Göttingen. Er war 15 Jahre lang für die BASF verantwortlich tätig in der Therapieforschung, Molekularen Pharmakologie, Screening, Pharmazeutischen Entwicklung und IT. Seit 5 Jahren arbeitet er bei der Evotec OAI AG zuerst in der Entwicklung von Screening Technologien und dem Aufbau der biologischen Screening-Service-Infrastruktur. Heute leitet er in der Pharma Division die Wirkstoff-Forschungs-Aufgaben.

Hans-Heinrich Grünhagen ist Mitglied im Ausschuss Chemische Nanotechnologie der Dechema und im Arbeitskreis „Nanotechnologie der Partner für Innovationen“.

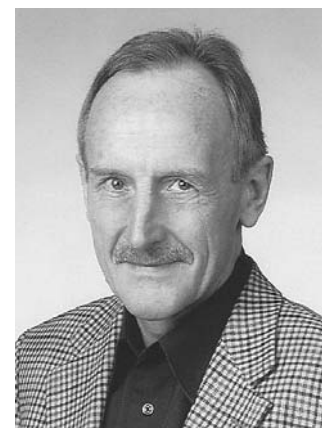
Dr. Hans-Heinrich Grünhagen

Evotec OAI AG

E-Mail: Hans.Gruenhagen@evotec.com

Tel: +49 (0) 40 56 08 13 59

Fax: +49 (0) 40 56 08 13 33



Prof. Dr. Hans-Joachim Güntherodt

Hans-Joachim Güntherodt ist promovierter Physiker. Der langjährige Professor der Universität Basel ist seit 2001 Leiter des NFS (Nationaler Forschungsschwerpunkt) Nanowissenschaften der Schweiz in Basel.

Hans-Joachim Güntherodt

Universität Basel

E-Mail: Hans-Joachim.Guentherodt@unibas.ch

Tel: +41 (0) 61 267 37 68

Fax: +41 (0) 61 267 37 95



Kurzvita

Prof. Dr. Uwe Hartmann
Dr. Regine Hedderich



Prof. Dr. Uwe Hartmann

Der studierte und promovierte Physiker ist seit 1993 als Inhaber des Lehrstuhls für Experimentalphysik an der Universität des Saarlandes tätig. Darüber hinaus arbeitet Herr Uwe Hartmann als ständiger Berater verschiedener industrieller Unternehmen im Bereich Informationstechnologie und Sensorik.

Prof. Dr. Uwe Hartmann
Institut für Experimentalphysik, Universität des Saarlandes
E-Mail: U.Hartmann@mx.uni-saarland.de
Tel: +49 (0) 681 302 37 90
Fax: +49 (0) 681 302 37 98



Dr. Regine Hedderich

Regine Hedderich, Physikerin, hat in Dresden auf dem Gebiet der Festkörperphysik promoviert und an der Friedrich-Schiller-Universität Jena habilitiert. Seit 1999 leitet sie das Netzwerk NanoMat mit 25 Partnern aus Industrie und Wissenschaft.

Dr. Regine Hedderich
Geschäftsstelle Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
E-Mail: Regine.Hedderich@int.fzk.de
Tel: +49 (0) 72 47 82 26 30
Fax: +49 (0) 72 47 82 64 20

Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. h. c. Eberhard Kallenbach
Dr. Stefan Kienzle

Kurzvita

Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. h.c. Eberhard Kallenbach

Eberhard Kallenbach studierte theoretische Elektrotechnik an der TU Ilmenau, an welcher er bis 2002 als Hochschullehrer tätig war. Der Gründer und Leiter des Steinbeis-Transferzentrums Mechatronik war einer der Lohn-Preisträger im Jahre 2004.

Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. h.c. Eberhard Kallenbach
Steinbeis-Transferzentrum Mechatronik
E-Mail: stz144@stw.de
Tel: +49 (0) 36 77 66 81 52
Fax: +49 (0) 36 77 66 85 01



Dr. Stefan Kienzle

Stefan Kienzle studierte und promovierte im Fachgebiet Maschinenbau. Seit 1988 arbeitet er für die DaimlerChrysler AG in der Forschung und Entwicklung als Manufacturing & Materials Director.

Dr. Stefan Kienzle
DaimlerChrysler AG
E-Mail: Stefan.Kienzle@daimlerchrysler.com
Tel: +49 (0) 731 505 28 94
Fax: +49 (0) 731 505 42 13



Kurzvita

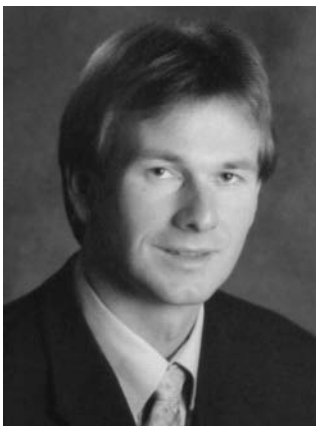
**Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Johann Löhn
Dr. Wolfgang Luther**



Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Johann Löhn

Der studierte Physiker Johann Löhn gründete und baute 1983 das weltweite Transfernetzwerk der Steinbeis-Stiftung, basierend auf seinen eigenen Ideen und Visionen, auf. Heute ist Herr Löhn Ehrenkurator der Steinbeis-Stiftung, Präsident der Steinbeis Hochschule Berlin sowie Regierungsbeauftragter für Technologietransfer Baden-Württemberg.

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Johann Löhn
Steinbeis-Hochschule Berlin
E-Mail: Loehn@stw.de
Tel: +49 (0) 711 183 96 21
Fax: +49 (0) 711 183 96 92



Dr. Wolfgang Luther

Der promovierte Chemiker und Wirtschaftswissenschaftler ist seit 1999 als Technologieberater beim VDI-Technologiezentrum in Düsseldorf in den Bereichen Innovations- und Technikanalyse und Technologie-Monitoring tätig. Seit 2003 koordiniert er außerdem die innovationsbegleitenden Maßnahmen des VDI-TZ zur Nanotechnologie im Auftrag des BMBF. Arbeitsschwerpunkte bilden hierbei die Analyse von Innovationshemmnissen, Chancen- und Risikopotenzialen der Nanotechnologie, Aus- und Weiterbildungsaspekte, sowie Förderstrategien und Öffentlichkeitsarbeit.

Zukünftige Technologien Consulting der VDI TZ GmbH
E-Mail: luther@vdi.de
Tel: +49 (0) 211 621 45 72
Fax: +49 (0) 211 621 41 39

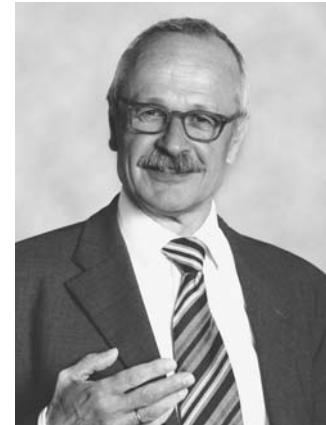
Dr. Hartmut Richter
Prof. Dr.-Ing. Sylvia Rohr

Kurzvita

Dr. Hartmut Richter

Hartmut Richter ist Hauptgeschäftsführer des Baden-Württembergischen Handwerktages. Zugleich ist Dr. Richter Geschäftsführer der BWHM GmbH, einer auf Unternehmensberatung und Projektentwicklung spezialisierten Dienstleistungstochter der BWHT. Dr. Richter gehört zahlreichen Beratungsgremien der Landesregierung und des Landtages an.

Dr. Hartmut Richter
Baden-Württembergischer Handwerkstag e.V.
E-Mail: Hrichter@handwerk-bw.de
Tel: +49 (0) 711 263 70 91 01
Fax: +49 (0) 711 263 70 92 01



Prof. Dr.-Ing. Sylvia Rohr

Stellvertretende Vorstandsvorsitzende der Steinbeis-Stiftung seit 2004.

Prof. Dr.-Ing. Sylvia Rohr
Steinbeis-Stiftung für Wirtschaftsförderung
E-Mail: Rohr@stw.de
Tel: +49 (0) 711 183 97 89
Fax: +49 (0) 711 226 10 76



Kurzvita

Prof. Dr. Andreas Tünnermann
Dr. Udo Weimar



Prof. Dr. Andreas Tünnermann

Andreas Tünnermann ist promovierter Physiker und Professor für Angewandte Physik an der Friedrich-Schiller-Universität in Jena. Herr Tünnermann forscht auf den Gebieten mikro- und nanostrukturierte Optik sowie Faser- und Wellenleiterlaser und wurde mit dem Gottfried Wilhelm Leibnitz Preis 2005 ausgezeichnet.

Prof. Dr. Andreas Tünnermann
Institut für Angewandte Physik der Friedrich-Schiller-Universität
E-Mail: Tuennermann@iap.uni-jena.de
Tel: +49 (0) 36 41 65 76 46
Fax: +49 (0) 36 41 65 76 80



PD Dr. Udo Weimar

Udo Weimar studierte und promovierte im Fach Chemie. An der Universität Tübingen arbeitete er anschließend im Institut für Physikalische und Theoretische Chemie. Herr Weimar ist der Leiter des Steinbeis-Transferzentrums Grenzflächenanalytik und Sensorik.

PD Dr. Udo Weimar
Steinbeis Transferzentrum für Grenzflächenanalytik und Sensorik an der Universität Tübingen
E-Mail: Upw@ipc.uni-tuebingen.de
Tel: +49 (0) 70 71 297 76 34
Fax: +49 (0) 70 71 29 59 60

Dr. Dr. Axel Zweck

Kurzvita

Dr. Dr. Axel Zweck

Axel Zweck studierte Chemie, Sozialwissenschaften und Philosophie und promovierte sowohl im Fachbereich Biochemie als auch im Fachbereich Sozialwissenschaften. Herr Zweck ist Lehrbeauftragter an der Universität Düsseldorf und Leiter der „Zukünftige Technologien Consulting“ der VDI Technologiezentrum GmbH.

Dr. Dr. Axel Zweck

Zukünftige Technologien Consulting der VDI TZ GmbH

E-Mail: Zweck@vdi.de

Tel: +49 (0) 211 621 45 72

Fax: +49 (0) 211 621 41 39



Firmenprofile

Die Region Saarland/Rheinland-Pfalz hat sich in den vergangenen Jahren zu einem Exzellenzzentrum der Nanobiotechnologie und damit europaweit zu einer der wichtigsten Forschungsregionen entwickelt. Um die Interaktion zwischen Forschung, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft zu forcieren, wurde 2002 mit Unterstützung des saarländischen Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit der gemeinnützige Verein NanoBioNet gegründet.

Innerhalb kürzester Zeit ist es NanoBioNet gelungen, ein weitreichendes Netzwerk aufzubauen, dessen Aktivitäten die Landesgrenzen überschreiten. Neben einer Vielzahl kleiner und mittelständischer Unternehmen der Region engagieren sich zunehmend auch namhafte und große Unternehmen. Tendenz steigend.

Ob durch Präsenz auf einem gemeinsamen Messestand oder in einer Broschüre – NanoBioNet bietet seinen Mitgliedern auf unterschiedlichen Plattformen die Möglichkeit, Kompetenzen zu kommunizieren. Zu den Leistungen des Vereins gehören neben kompetenter Beratung zu allen Fragen rund um die Nanobiotechnologie etwa auch die finanzielle Förderung von Machbarkeitsstudien. NanoBioNet entwickelt darüber hinaus innovative Konzepte, um Nanotechnologie der Öffentlichkeit zugänglich zu machen, bspw. durch

NanoBioNet – Das interdisziplinäre Exzellenznetzwerk der Nanobiotechnologie

Lehrer- und Schülerfortbildungen, die auf große Resonanz stoßen. Besonders erfolgreich sind derzeit die Mit-Mach-Labore an der Universität des Saarlandes und der Hochschule für Technik und Wirtschaft, wo Schüler in den Laboren selbst Hand anlegen dürfen.

NanoBioNet ist ein leistungsfähiges Netzwerk aus Hochschulen, Forschungsinstituten, Kliniken, Unternehmen und Experten aus den Bereichen Technologietransfer, Patentwesen, Wirtschaft und Finanzierung. Die Mitglieder kommen aus ganz unterschiedlichen Bereichen, etwa der Lebensmitteltechnologie, der Textilindustrie, dem Automobilbau oder der Medizintechnik. Ihr gemeinsames Interesse gilt der Forschung und Entwicklung sowie den praktischen Anwendungen der Nano- und Biotechnologie zur Schaffung marktreifer Produkte und neuer Arbeitsplätze.

Weitere Informationen erhalten Sie bei:

NanoBioNet e.V.
Science Park Saar
Stuhlsatzenhausweg 69
D-66123 Saarbrücken
Tel.: +49 (0) 681 685 73 64
Fax: +49 (0) 681 685 77 95
E-Mail: info@nanobionet.de
Web: www.nanobionet.de

nanoparc GmbH

Firmenprofile

Die nanoparc GmbH ist ein im Juli 2000 aus dem Forschungszentrum Rossendorf bei Dresden gegründetes spin-off mit Branchenfokus Nanotechnologie. Ziel des Unternehmens ist die Vermarktung von Produkten und Verfahren im Bereich der Nanotechnologie.

Die Kompetenz des Unternehmens liegt in der Verfahrensentwicklung, -umsetzung und Herstellung von Nanoschichten und Nanostrukturen für die Mikro- und Optoelektronik. Den Produktschwerpunkt bilden Arrays von miniaturisierten Lichtquellen für den Einsatz als Plattformtechnologie in integrierten optischen Systemen, besonders im Sensorikbereich.

Die Vorteile des monolithischen Aufbaus der Lichtemitterstrukturen in Siliziumtechnologie auf einem Chip liegen in der möglichen direkten Integration in Silizium-Mikrosysteme, die sich damit für zukünftige lab-on-a-chip Systeme eignen. Die Fertigung in konventioneller Siliziumtechnologie ermöglicht eine kostengünstige Herstellung, die den Einsatz als Einwegsensor (disposable) erlaubt.

Applikationen der durch den Einsatz der nanoparc Technologie hergestellten Sensoren bzw. lab-on-chip Systeme liegen in schnellen Vor-Ort-Tests, z. B. als Schnelltests in der Wasserüberwachung und im Lebensmittelbereich sowie perspektivisch für point-of-

care Tests in der Medizin. Entscheidend ist dabei auch der Kostenvorteil im Vergleich zu komplexen Labortests.

Nanoparc bietet weiterhin ein umfangreiches Dienstleistungsspektrum im Bereich der Ionenstrahltechnologie und der Blitzlampentemperung an. Die von nanoparc gemeinsam mit Partnern entwickelten und angepassten Prozesse zur Oberflächenmodifizierung von Materialien werden sowohl von Unternehmen der Halbleiter-, der Solar- und der Optikindustrie als auch von high-tech Firmen im Bereich innovativer Materialsysteme nachgefragt. Neben der Behandlung von Kleinserien stellt nanoparc in Kooperation mit der Firma FHR Anlagenbau GmbH Blitzlampenmodule und -anlagen für die Integration in Produktionssysteme von Kunden her.

Nanoparc befindet sich zu 100 % der Gesellschaftsanteile in den Händen der Gründer. Geschäftsführender Gesellschafter ist Dr. Thoralf Gebel (32).

Investoren der nanoparc sind die Technologiebeteiligungsgesellschaft (tbg) und die IXYS Semiconductor GmbH in Lampertheim.

nanoTruck: Reise in den Nanokosmos – Die Welt kleinster Dimensionen

*BMBF: Bundesministerium für Bildung
und Forschung
Berlin/Bonn
E-mail: bmbf@bmbf.bund.de*

Weltweit wird die Nanotechnologie als eine der wichtigsten Zukunftstechnologien gesehen. Der „nanoTruck“ ist Teil einer Informationskampagne des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und präsentiert einem breiten Publikum die komplexe Welt dieser Nanotechnologie. Ziel der Kampagne ist es, über Grundlagen, Anwendungsgebiete und Zukunftspotenziale zu informieren und den Dialog zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit zu fördern.

Die Vorsilbe „Nano“ entstammt dem griechischen Wort „nanos“, das Zwerg bedeutet. Nanotechnologie bewegt sich in einem Größenbereich, der mehr als zehntausendfach kleiner ist als ein Millimeter. Ein Größenvergleich zum besseren Verständnis: Ein Nanometer verhält sich zu einem Meter wie der Durchmesser einer Haselnuss zu dem unseres Erdballs. In der Nanotechnologie geht es primär um die Erforschung und Nutzung von Strukturen unter 100 Nanometern.

Kernstück der Aktion des BMBF ist der nanoTruck: Das Roadshow-Fahrzeug mit integrierter Ausstellung besuchte vor allem Veranstaltungen zum „Jahr der Technik 2004“. Vor Ort angekommen verwandelt sich der Truck in eine mobile Erlebniswelt und bietet auf rund 60 Quadratmetern Raum für Wissenschaft „live“. Zahlreiche Exponate, darunter Mess-

Dokumentation einzelner Aussteller



geräte, die Atome sichtbar machen, und Materialien mit verblüffenden Eigenschaften, vermitteln auf anschauliche Weise die faszinierende Welt der Nanotechnologie. Zudem umfasst das Programm eine Lasershow, ein Gewinnspiel zur Nanotechnologie, Multimediapräsentationen, Führungen durch die Ausstellung, Tage der offenen Tür, Vorträge und Diskussionsrunden. Der Truck wird auf seiner Tour von erfahrenen Wissenschaftlern begleitet, die Fragen der Besucher aus erster Hand beantworten.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung hat sich zu dieser Informationskampagne entschlossen, um die breite Öffentlichkeit über Nanotechnologie aufzuklären. Die Initiative soll zeigen, dass sich hinter Nanotechnologie eine Zukunftstechnologie mit großem Potenzial verbirgt.

Dokumentation einzelner Aussteller



Konventionelle Anlagen zum Rapid Thermal Processing (RTP) von Halbleitermaterialien basieren in der Regel auf Halogenlampen. Dadurch sind minimale Prozesszeiten von etwa einer Sekunde möglich. Innerhalb dieser Zeit wird das Substrat vollständig durchgeheizt.

Zukünftige Chipgenerationen und Anwendungen im Bereich der Nanotechnologie benötigen jedoch neue Verfahren, die im Millisekundenbereich nur noch eine dünne Oberflächenschicht des Substrates aufheizen, während die Rückseite kalt bleibt.

Im Rahmen eines durch die EU geförderten Projektes wurde durch die nanoparc GmbH und die FHR Anlagenbau GmbH am Forschungszentrum Rossendorf eine Anlage zur Blitzlampentemperung aufgebaut. Diese ist hinsichtlich der Blitz-Parameter flexibel und ermöglicht die Behandlung von 4 Zoll Wafern.

In Millisekunden auf 2000°C: Neue Temperverfahren für die Nanotechnologie

Nanoparc GmbH

Dresden

Geschäftsführer: Dr. Thoralf Gebel

E-mail: Gebel@nanoparc.de

Die fortschreitende Miniaturisierung in der Mikroelektronik erfordert neue Ansätze zur Realisierung von Hochtemperaturprozessen in immer kürzeren Zeiten. Der Einsatz von Blitzlampen ermöglicht die Erreichung von hohen Temperaturen bis 2000°C in wenigen Millisekunden.

Das Verfahren der Blitzlampentemperung bietet durch die schnelle Aufheizrate der Oberfläche sowohl für Anwendungen in neuen Chipgenerationen der Mikroelektronik (45 nm Technologie), im Bereich flexibler Solarzellen, als auch für die Heteroepitaxie und im Bereich von Nanoschichtsystemen vielfältige neue Ansätze, die sich durch folgende Vorteile auszeichnen:

- Aufheizraten $\gg 500$ K/s
- Gute Oberflächenabsorption durch kurze Wellenlängen der Blitzlampen
- Peak-Temperaturen bis 2000°C an der Oberfläche bei geringer Aufheizung des Substrates und damit Schutz der ggf. bereits prozessierten Rückseite des Wafers
- Geringes thermisches Budget
- Hoher Durchsatz durch „one-flash-one-wafer“ Processing

Kompetenznetze des Innovationsfeldes – Nanotechnologie

*Kompetenznetze
Geschäftsstelle: VDI Technologiezentrum GmbH
Düsseldorf
Leiter: Dr. Bernhard Hausberger
E-mail: kompetenznetze@vdi.de*

kompetenznetze.de präsentiert als eines von 18 Innovationsfeldern die Nanotechnologie. Diese liefert in zunehmendem Maße Beiträge zur Herstellung FuE-intensiver Güter in den unterschiedlichsten Wirtschaftsbereichen. Neun Kompetenznetze sorgen dafür, dass das hohe Niveau deutscher Nanotechnologie in allen standortrelevanten Bereichen weiter ausgebaut wird.

In nahezu allen High-Tech-Branchen wird ein Innovationschub durch Impulse aus der Nanotechnologie erwartet, so z. B. in der IuK-Technologie, der Automobil-, Energie- und Produktionstechnik, der chemisch-pharmazeutischen Industrie sowie der Medizintechnik und Biotechnologie. Ziel der infrastrukturellen Tätigkeit der neun Kompetenznetze ist es, eine optimale Zusammenführung potenzieller Anwender und Nanotechnik-Forscher zu ermöglichen. Dabei soll nanotechnologisches Fachwissen der Mitglieder zur Beschleunigung von Innovationsprozessen effizient gebündelt und in der industriellen Entwicklung umgesetzt werden. Weitere Aufgabe der Kompetenznetze sind insbesondere Aktivitäten zu Aus- und Weiterbildung, Mitarbeit bei Fragen zur Standardisierung und Normung, Beratung und Unterstützung Gründungswilliger sowie Öffentlichkeitsarbeit. Die

Dokumentation einzelner Aussteller



einzelnen Kompetenznetze sind entlang thematischer Wertschöpfungsketten in ihrem jeweiligen Bereich strukturiert. kompetenznetze.de ist eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und präsentiert über hundert nach strengen Kriterien ausgewählte Kompetenznetze mit Ausstrahlungs- und Anziehungskraft, mit hohem Innovationspotenzial und hoher Wertschöpfung auf einer eigens hierfür entwickelten Internetplattform. kompetenznetze.de ist ein Instrument für internationales Standortmarketing und bietet als Partner für Innovation, Investition und Bildung eine attraktive Recherchequelle und Kommunikationsplattform für Informations- und Kooperationssuchende.

Dokumentation einzelner Aussteller



Warum perlt Regen auf Lotusblättern ab, auf anderen Blättern aber nicht? Warum bleiben Fingerabdrücke auf dem einen Metall sichtbar, auf dem anderen aber nicht? Fragen über Fragen, die herkömmliche Erklärungen bisweilen nicht beantworten können. Denn Phänomene, die uns die Natur zeigt, sind oftmals nur auf der Nanometerskala zu erkennen. Die Region Saarland/Rheinland-Pfalz hat sich in den vergangenen Jahren zu einem Exzellenzzentrum der Nanobiotechnologie und damit zu einer der wichtigsten Forschungs- und Wirtschaftsregionen entwickelt. Um die Interaktion zwischen Forschung, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft zu forcieren, gründete man 2002 den gemeinnützigen Verein

NanoToolBox – ein Demokoffer für Schulen Ein Pilotprojekt des NanoBioNet e.V.

*NanoBioNet e.V.
Saarbrücken
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Martin Monzel
E-mail: info@nanobionet.de*

Jugendliche können gar nicht früh genug mit einer der spannendsten Technologien in Berührung gebracht werden. Mit diesem Anspruch entwickelte der saarländische Verein NanoBioNet im Rahmen eines BMBF-Projektes gemeinsam mit saarländischen Forschern und dem CC Kaiserslautern einen Nano-Koffer. Seit Beginn des Schuljahres 2005/6 ist er an 20 saarländischen Schulen im Einsatz.

NanoBioNet. Den Akteuren von NanoBioNet ist es bereits gelungen, Jugendliche für Nanotechnologie zu begeistern. Er organisierte Lehrer- und Schülerfortbildungen, die auf große Resonanz gestoßen sind. Besonders erfolgreich sind die „Mit-Mach-Labore“ an der Universität des Saarlandes und der Hochschule für Technik und Wirtschaft, wo Schüler in den Laboren selbst Hand anlegen dürfen (Infos: www.nanobionet.de/projekte).

Das Pilotprojekt läuft seit Beginn des Schuljahres 2005 an 20 saarländischen Schulen. Die NanoToolBox enthält Materialien für 10 verschiedene Versuche, die Nanotechnologie veranschaulichen. Lehrkräfte naturwissenschaftlicher Fächer können ihren Unterricht durch Demonstration dieser Versuche ergänzen und ihre Schüler in die „Kunst“ der Nanotechnologie einweihen.

Steinbeis-Edition – Ihr Partnerverlag

*Steinbeis-Transferinstitut
Steinbeis-Edition
Stuttgart/Berlin
Leiter: Britta Lücke, M. A.
E-mail: stz804@stw.de*

Die Steinbeis-Edition bietet klassische Verlagsarbeit, aber auch ganz flexible und individuelle Gestaltungsmöglichkeiten. Das Verlagsprogramm spiegelt das Expertenwissen des Steinbeis-Verbundes wider.

Zusammen mit den Fachautoren möchte die Steinbeis-Edition wachsen und Qualität erzeugen. Tagungsbände, Monographien und Reihen liegen unserem Verlagspektrum bereits vor. Im Jahr 2005 stellt die Steinbeis-Edition auch das erste Mal drei Titel auf der Frankfurter Buchmesse aus.

Das Thema Mikro- und Nanotechnologie wird von der Seminarreihe des STI Technologie+Innovation aufgegriffen, sowie vom neu erschienenen Tagungsband Forum Luft- und Raumfahrt.

Eine neue Buchreihe des Verlages veröffentlicht die besten Bachelor- und Masterthesen der Steinbeis-Hochschule Berlin. Informationen und Kontaktaufnahme unter www.Steinbeis-Edition.de

Dokumentation einzelner Aussteller



SYMPOSIUM – MIKRO- UND NANOTECHNOLOGIE

Ausstellerübersicht

| Stand-Nr. | Bereich | Steinbeis-Transferzentrum Steinbeis-Transfer-Institut (STI) Steinbeis-Beratungszentrum (SBZ) | Leiter/Direktor/ Geschäftsführer |
|-----------|--|--|---|
| 11 | - Nanotechnologie - Forschung und Entwicklung | Innovationsmanagement | Dipl.-Kfm. Heinz Bull |
| 13 | Analysen und Expertisen | Global Industrial Engineering | Prof. Dr. REFA-Ing. Hubert Dollack |
| 34 | Aus- und Weiterbildung | Business Administration and International Entrepreneurship (STI) | Prof. Dr. Werner G. Faix |
| 30 | Forschung und Entwicklung | Energie-, Prozeß- und Umwelttechnik | Dipl.-Verwalt.-Wirt. Gabriele Gaiser |
| 2 | Nanotechnologie | Nanoparc GmbH* | Dr. Thoralf Gebel |
| 37 | Nanotechnologie | Zellanalytik | Prof. Dr. Hans-Hermann Gerdes |
| 17 | Beratung | Unternehmensentwicklung an der Hochschule Pforzheim | Prof. Dr. Rolf Güdemann |
| 27 | Forschung und Entwicklung | Produktionstechnik und Entsorgungslogistik | Prof. Dr. Ulrich Günther |
| 12 | Beratung | Angewandte Systemanalyse (STASA) | Prof. Dr. rer. nat. Günter Haag |
| 21 | Nanotechnologie | Technologie-Management Nordost | Dipl.-Ing. Frank Graage, MBE |
| 9 | Nanotechnologie | Kompetenznetze.de VDI Technologiezentrum GmbH* | Herr Dr. Bernhard Hausberg |
| 1 | Nanotechnologie | Management of Dental and Oral Medicine | Prof. Dr. Heinrich Hanika |
| 4 | Nanotechnologie | Steinbeis-Europa-Zentrum Innovation Relay Centre Stuttgart – Erfurt – Zürich | Prof. Dr. Norbert Höptner |
| 33 | Beratung | Innovative Systeme und Dienstleistungen | Dr. Axel Hoff |
| 15 | Aus- und Weiterbildung | IT-Projektmanagemant (ITPM) | Dr. Karsten Hoffmann |

* Gastaussteller

SYMPOSIUM – MIKRO- UND NANOTECHNOLOGIE

Ausstellerübersicht

| Stand-Nr. | Bereich | Steinbeis-Transferzentrum Steinbeis-Transfer-Institut (STI) Steinbeis-Beratungszentrum (SBZ) | Leiter/Direktor/ Geschäftsführer |
|-----------|-------------------------------------|--|--|
| 14 | Forschung und Entwicklung | Online Marketing und Elektronische Märkte | Prof. Dipl.-Inform. J. Anton Illik |
| 19 | Internationaler Technologietransfer | Advanced Risk Technologies | Prof. Dr.-Ing. Aleksandar Jovanovic |
| 24 | Nanotechnologie | Produktion- und Fügetechnik | Prof. Dr.-Ing. Günter Köhler |
| 28 | Analysen und Expertisen | Steinbeis Rating-Advisory Zentrum | Dipl.-Wirt.-Ing. Michael Kramer |
| 22 | Nanotechnologie | Nanotruck des BMBF* | Gerlinde Kraus |
| 31 | Beratung | Technologie- und Umweltmanagement | Dipl.-Ing. (FH) Reiner Lohse |
| 6 | Zentrale | Steinbeis-Edition (STI) | Britta Lücke, M. A. |
| 37 | Beratung | Risikomanagement | Dr. rer. nat. Dipl.-Chem. Peter Meier |
| 3 | Nanotechnologie | Nanobionet* | Martin Monzel |
| 7 | Zentrale | Steinbeis-Stand | Zentrale |
| 36 | Aus- und Weiterbildung | TQI Innovationszentrum | Dipl.-Ing. (FH) Petra Ohlhauser |
| 23 | Forschung und Entwicklung | i/i/d Institut | Prof. Dipl.-Des. (FH) Detlef Rahe, MFA |
| 26 | Internationaler Technologietransfer | OST-WEST-Kooperationen | Dipl.-Betriebswirt (FH) Jürgen Raizner |

* Gastaussteller

SYMPOSIUM – MIKRO- UND NANOTECHNOLOGIE

Ausstellerübersicht

| Stand-Nr. | Bereich | Steinbeis-Transferzentrum Steinbeis-Transfer-Institut (STI) Steinbeis-Beratungszentrum (SBZ) | Leiter/Direktor/ Geschäftsführer |
|-----------|-------------------------------------|--|--|
| 26 | Internationaler Technologietransfer | Steinbeis-Transfer-Management S.R.L. Bukarest | Dipl.-Betriebswirt (FH) Jürgen Raizner, Alina Stefanescu |
| 29 | Aus- und Weiterbildung | Management-Training an der BA Horb | Prof. Dipl.-Ing. Rolf Richterich |
| 5 | Nanotechnologie | Technologie und Innovation (STI) | Prof. Dr.-Ing. Sylvia Rohr |
| 18 | Beratung | Unternehmenscoaching (SBZ) | Dipl.-Ing. (FH) Thomas Scherer |
| 16 | Forschung und Entwicklung | Hochleistungskeramik | Prof. Dr. Manfred Schumacher |
| 8 | Nano/Forschung und Entwicklung | Embedded Design und Networking c/o BA Lörrach | Prof. Dr.-Ing. Axel Sikora |
| 25 | Nanotechnologie | Elektrochemische Untersuchungsverfahren | Prof. Dr. Wieland Schäfer |
| 10 | Nanotechnologie | Innovative Werkstoff Technologien | Dr. Christian Schönefeld |
| 32 | Aus- und Weiterbildung | Innovation Qualität und Unternehmensführung (IQU) (STI) | Dipl.-Ing. (FH) Berthold Villing, M.Sc. |
| 20 | Nanotechnologie | Kompetenzzentrum Medizinische Biophysik | Dr. Martin Vogel Prof. Dr. Rainer H. A. Fink |
| 35 | Forschung und Entwicklung | Raumfahrt | Dipl.-Ing. Klaus Wüst |
| 10 | Nanotechnologie | Technologiebewertung und Innovationsberatung | Prof. Dr. Udo Wupperfeld |
| | Turm A | BWHT Seifriz-Preisträger* | Christine Sabbah |

* Gastaussteller

