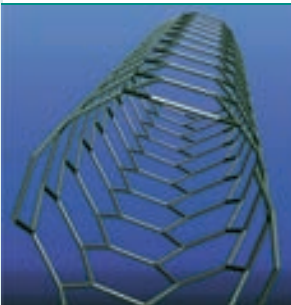




# RESEARCH TO BUSINESS

Der Newsletter für Kunden des Forschungszentrum Karlsruhe

Ausgabe 3|2006 www.fzk.de



## TECHNOLOGIE-TRANSFER

Know-how für die molekulare Elektronik

Seite 5



## TECHNOLOGIE-TRANSFER

Eine Piezo-mikropumpe, geschweißt mit Ultraschall

Seite 7



## SERVICE

Das aktuelle Leistungsprofil ist jetzt auch in englisch erhältlich

Seite 8

## Editorial



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

der Ruf nach Eliteuniversitäten hallt durch unser Land. Doch wie sollen sie aussehen? Erfolgsbeispiele aus den Vereinigten Staaten oder aus einzelnen europäischen Ländern weisen uns zwar den Weg, aber wie finden wir unsere eigene Identität, wie schaffen wir es, die oft beklagte Versäulung des deutschen Wissenschaftssystems zu überwinden? Forschung und Lehre müssen sich ergänzen, Netzwerke aufgebaut und Kontakte zur Industrie gepflegt werden. Nur so entstehen aus guten Ansätzen Eliteeinrichtungen.

Im Karlsruhe Institute of Technology wird zusammenwachsen, was zusammen gehört. Seit Jahren arbeiten das Forschungszentrum Karlsruhe und die Universität Karlsruhe in zahlreichen Forschungs- und Entwicklungsprogrammen Hand in Hand. Mit der Gründung des Karlsruhe Institute of Technology sind wir gemeinsam bereit für die Zukunft.

*Thomas Windmann*

Dr. Thomas Windmann

## Universität und Forschungszentrum gründen „Karlsruhe Institute of Technology“

Mit jeweils rund 4000 Mitarbeitern und einem gemeinsamen Jahresetat von 640 Millionen Euro an die Spitze der internationalen Forschung.

„Mit dem Karlsruhe Institute of Technology können wir uns unter den großen Forschungsuniversitäten der Welt positionieren“, sagte Professor Dr. Manfred Popp, Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Karlsruhe, anlässlich der Unterzeichnung eines Memorandum of Understanding im April 2006. Das Karlsruhe Institute of Technology, kurz KIT, erfüllt das, was in Deutschland schon seit Jahren gefordert wird: die Stärken von Universitäten und Großforschungseinrichtungen zu verbinden. Mit der Gründung von KIT wollen die beiden Partner Universität Karlsruhe und Forschungszentrum Karlsruhe gemeinsam in die Spitzenliga internationaler Forschungsinstitute wie dem Massachusetts Institute of Technology (MIT) vordringen. In einem ersten Schritt werden die Programme beider Einrichtungen in der Mikro- und Nanotechnologie, dem Wissenschaftlichen Rechnen mit dem Schwerpunkt Grid-Computing einschließlich des gemeinsamen Rechenzentrums sowie die Materialforschung für den Energiebereich in KIT gebündelt. Diese Zusammenarbeit wird schrittweise auf weitere Programme ausgedehnt, etwa in der Astroteilchenphysik, Klimaforschung oder Nanobiologie. In KIT verbinden sich zwei starke



Freuen sich auf eine gemeinsame Zukunft: Professor Dr. Horst Hippler (links), Rektor der Universität Karlsruhe, und Professor Dr. Manfred Popp, Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Karlsruhe.

Wissenschaftseinrichtungen. Das Forschungszentrum gehört in allen seinen Arbeitsfeldern zu den Besten. Die Universität Karlsruhe wurde jüngst in der ersten Runde der Exzellenzinitiative von Bund und Ländern unter die zehn Anwärter auf den Rang als Eliteuniversität aufgenommen. Zudem haben beide Einrichtungen ihre besondere Stärken in den Natur- und Ingenieurwissenschaften, die sich in hervorragender Weise ergänzen. Damit liegen in Karlsruhe Voraussetzungen für eine solche Allianz vor,

wie sie an keinem anderen Standort in Deutschland gegeben sind. Wenn der Standort Karlsruhe noch stärker zu einer internationalen Spitzenadresse der Wissenschaft wird, profitiert davon auch die Wirtschaft. Mit der Gründung eines KIT-Industrieclubs wird auch dem Technologietransfer ein bedeutender Part zugesprochen.

### WEITERE INFORMATIONEN

• [www.ka-it.de](http://www.ka-it.de)



Die Messsensoren werden direkt im Erdreich verlegt. Franz Königer, Mitarbeiter des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung, baut den Multiplexer ein, der auf die jeweilige Messstelle umschaltet.

te Signal gemessen. Aus der Feuchteverteilung entlang der einzelnen Sensorkabel erstellt die Software ein Bild, das die Feuchteverteilung über die gesamte Deponie zeigt. Im Frühjahr 2006 wurde die erste Pilotanlage großflächig auf der Hausmülldeponie in Gaggenau-Oberweier im Landkreis Rastatt installiert.

TAUPE wird vom Schweizer Unternehmen meteolabor ag in Lizenz gebaut und vertrieben. Seit 1965 entwickelt und produziert die Firma meteorologische Messtechnik. Die Mitarbeiter haben sich darauf spezialisiert, schwierige Messaufgaben zu meistern: Messstationen an exponierten Standorten oder beheizte Sensoren, um Schnee- und Eisansätze zu verhindern.

## Umweltgifte in Schach halten

Messsystem des Forschungszentrums Karlsruhe überwacht die Dichtigkeit von Deponien. Bau und Vertrieb beim Schweizer Unternehmen meteolabor.

Industrie, Gewerbe, Haushalte – alle produzieren Müll. Und die sorglose Beseitigung von Abfällen kann die Luft und das Grundwasser verunreinigen. Ein besonderes Augenmerk fällt dabei auf stillgelegte Deponien. Sie müssen gegen das Eindringen von Niederschlagswasser nachhaltig abgedichtet werden, um ein Auswaschen von Schadstoffen in die Umwelt zu verhindern. Üblicherweise geschieht dies mit Bahnen aus Kunststoff oder Kapillarsperren. Die Sickerwässer werden gesammelt und abgeleitet. Gefährlich wird es, wenn Was-

ser durch ein Leck in einer Deponieabdichtung fließt und sich von dort in alle Richtungen ausbreitet.

Mit dem am Forschungszentrum Karlsruhe entwickelten Bodenfeuchtemessgerät TAUPE wird die Ausbreitung der Feuchtigkeit erfasst und als Messdaten abgelegt. Das Dichtungskontrollsystem besteht im Wesentlichen aus in die Erde eingegrabenen Sensorkabeln. Um den Feuchtegehalt des Bodens zu bestimmen, wird ein kurzer elektrischer Impuls in das Kabel eingespeist und das vom Kabel reflektier-

### KONTAKT

Forschungszentrum Karlsruhe  
Institut für Technische Chemie  
Bereich Wasser- und Geotechnologie  
Dr. Rainer Schuhmann  
Telefon 07247 82-3787  
E-Mail rainer.schuhmann@itc-wgt.fzk.de

meteolabor ag  
Rolf Maag  
Telefon +41 44 934-4022  
E-Mail rolf.maag@meteolabor.ch  
www.meteolabor.ch

### NEXT CONFERENCE

- 16. Karlsruher Deponie- und Altlastenseminar (Seite 8)

## »»»» NEUES AUS DER FORSCHUNG

### »»»» g-Eclipse

Der vereinfachte Zugriff auf die Rechenkapazitäten der in Aufbau befindlichen weltweiten Grid-Infrastrukturen für die Wissenschaft steht im Fokus des von der Europäischen Union geförderten Projektes g-Eclipse. Das Institut für Wissenschaftliches Rechnen leitet das von der europäischen Union geförderte Projekt mit insgesamt sechs Partnern aus fünf Ländern.

Die entstehende Arbeitsumgebung g-Eclipse wird auf die Eclipse Foundation ([www.eclipse.org](http://www.eclipse.org)) zurückgreifen, die bereits von der Industrie für die Softwareentwicklung genutzt wird.

[www.geclipse.eu](http://www.geclipse.eu)

### »»»» Mobilität für China

Das im Forschungszentrum Karlsruhe entwickelte Konzept der wirtschaftlichen Nutzung von Biomasse zur Kraftstoffherzeugung stößt in China auf großes Interesse. Am Rande der China-Reise von Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel im Mai dieses Jahres unterzeichneten Dr. Peter Fritz, Vorstandsmitglied des Forschungszentrums Karlsruhe, und Chengzhong Chu, Geschäftsführer der Zibo Treichel Industry & Trade Co. Ltd., in Peking ein Abkommen über den Einsatz des Verfahrens. China möchte mit „bioliq“ einen Teil seines rasant steigenden Kraftstoffbedarfs durch Biomasse decken und plant den Aufbau einer Demonstrationsanlage.

### »»»» Mikrofertigung

Das Forschungszentrum Karlsruhe ist deutscher Partner von Q2M, einem von der Europäischen Union finanzierten Konsortium aus zwölf Forschungsinstitutionen und Hightech-Unternehmen. Das Verbundprojekt soll Technologien für die Parallelfertigung von Mikrosystemen entwickeln. Im Vordergrund stehen Anwendungen in den Bereichen Mikroventile, Mikrospiegel-Aktorsysteme und Komponenten für die drahtlose Kommunikation.

Die deutschen Partner entwickeln verbesserte Mikroaktoren auf der Basis von einkristallinem Silizium, Formgedächtnislegierungen und piezoelektrischen Komponenten.

[q2m.4m-net.org](http://q2m.4m-net.org)

## Impressionen und Gratulanten

Das Forschungszentrum Karlsruhe feiert in diesem Jahr unter dem Motto „Bereit für die Zukunft“ seinen 50. Ge-

burtstag. Ein Höhepunkt des Jubiläumsjahres war die Festveranstaltung am 19. Juli.



Rund 5000 Gäste aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft, unter ihnen viele Mitarbeiter, strömten in die dm-arena der Messe Karlsruhe. Sie verfolgten die Festvorträge einer Vielzahl von Rednern mit Rang und Namen, allen voran Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel. Die Regierungschefin betonte, dass das Forschungszentrum „in nahezu allen innovationsreichen Forschungsfeldern Spitzenpositionen“ einnehme und erneuerte die Zusage der Bundesregierung, bis zum Jahr 2010 drei Prozent des Bruttoinlandsproduktes für Forschung auszugeben: „Mit dem Pakt für Forschung und In-

Bundeskanzlerin  
Dr. Angela  
Merkel würdigte die Arbeit  
des Forschungs-  
zentrums  
Karlsruhe.



größten Wissenschaftsorganisation Deutschlands eine lange Tradition habe.

Glückwünsche per Videobotschaft überbrachten auch der Friedensnobelpreisträger und Leiter der internationalen Atombehörde IAEO Mohammed El Baradei, der Bayerische Staatsminister Dr. Werner Schnappauf und Dr. Robert Amvar, Generaldirektor der Europäischen Organisation für Kernforschung CERN.

Spannende Einsichten in den Forscheralltag verspricht ein weiteres Highlight im Jubiläumsjahr: Beim Tag der offenen Tür am 23. September präsentieren sich die Institute.



Im Gespräch: Ministerpräsident Günther Oettinger (links) und Vorstandsvorsitzender Professor Dr. Manfred Popp.

novation wollen wir auch die Kooperation von Forschungseinrichtungen mit mittelständischen Betrieben stärken.“

Günther Oettinger, Ministerpräsident des Landes Baden-Württemberg, gratulierte mit einem Plädoyer für die Energieforschungskompetenz in Karlsruhe. Viel Zustimmung gab es für das vom Forschungszentrum und der Universität Karlsruhe gemeinsam anvisierte Karlsruhe Institute of Technology (KIT). Helmholtz-Präsident Professor Dr. Jürgen Mlynek betonte, dass die Vernetzung von Forschungseinrichtungen mit Universitäten in der

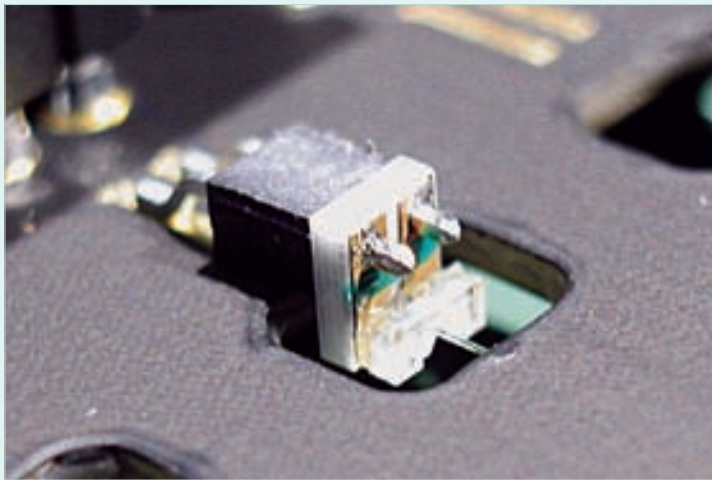


## Optische Datenübertragung auf kleinstem Raum

Optische Übertragungsstrecken in Leiterplatten vermeiden Störungen.

Mit steigenden Datenraten in elektronischen Baugruppen wird die Beherrschung der elektromagnetischen Verträglichkeit immer aufwändiger. Besonders wenn hochgenaue Analogelektronik für sensorische Applikationen und Signalaufbereitung mit Digitalelektronik für die Datenaufnahme und Speicherung auf einer Leiterplatte zusammentreffen, ver-

schlechtern elektromagnetische Störungen die Genauigkeit des Analogbauteils. Aus diesem Grund werden analoge und digitale Bauteile optisch über eine Glasfaser, die in eine Multilayer-Leiterplatte integriert ist, verbunden. Glasfasern haben den großen Vorteil, thermisch und mechanisch sehr stabil zu sein und eine geringe Dämpfung zu besit-



Das optoelektronische Koppellement justiert sich in der optischen Leiterplatte selbst.

zen. Darüber hinaus werden sie mit geringen Maßtoleranzen sehr preiswert angeboten. Am wichtigsten aber ist die Prozesskompatibilität mit etablierten Leiterplattenprozessen. Die neuen und kostengünstigen Koppellemente des Instituts für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik stellen die Verbindung zwischen Elektronik und Optik her. Der Vorteil: Sie justieren sich selbstständig mit Hilfe einer integrierten V-Grube auf der Glasfaser der Leiterplatte und ermöglichen so eine Bestückung mit SMD-Bestückungsautomaten. Die Koppellemente bestehen im Wesentlichen aus drei Teilen: dem optoelektronischen Chip (Laser oder Photodiode), der auf ein Trägersubstrat mit Leiterbahnen aufgebondet ist, der Justagestruktur, die der Positionierung des Koppellements an der Glasfaser und der Chipverkapselung dient, und den elektrischen Kontakten. Die erzielbare Datenrate hängt nur von den eingesetzten Chips ab und beträgt zurzeit 2,5 Gigabit pro Sekunde. Eine Erhöhung ist durch den Einsatz passender Laser- und Photodioden jederzeit möglich.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Gerätehersteller für Messtechnik, Medizintechnik oder DAQ-Systeme

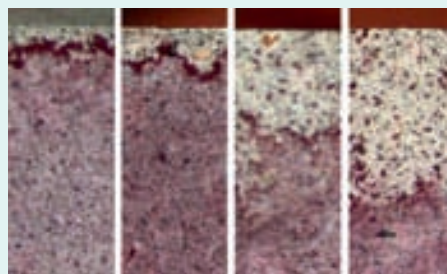
## Altbekannte Baustoffe analysieren und verbessern

Zemente bieten noch Entwicklungspotenziale – wenn Produktanforderungen und Forschung kombiniert werden.

Baustoffe wie Zement oder Beton sind alltäglich. Einige Ansatzpunkte für Verbesserungen in der Baustofftechnologie sind das sortenreine Recycling von Baustoffgemischen oder die Herstellung bei tieferen Temperaturen zur Verminderung von Kohlenstoffdioxid-Emissionen.

Die Anforderungen seitens der Baustoffindustrie sind klar – üblicherweise kann eine bessere Qualität aber erst durch empirische Versuche garantiert werden. Ein Beispiel: Zu Beginn liegen im Zementklinker etwa zehn verschiedene Mineralphasen vor. Bei einer Vermischung mit Wasser reagieren praktisch alle dieser Mineralphasen, allerdings unterschiedlich schnell. Das heißt, sie bilden teilweise innerhalb von Sekunden oder auch erst nach Tagen Zwischenprodukte. Ein Ende der Reaktionen und damit ein Gleichgewichtszustand wird nicht erreicht. Vielmehr beginnt der mikroskopische Zerfall des Baustoffs bereits während der Nutzung.

Schon allein der Befund, dass zehn verschiedene Mineralphasen Zwischenprodukte bilden, ist nur mit Hilfe von Röntgenbeugungsuntersuchung an einer Synchrotronstrahlungsquelle wie ANKA machbar. Moderne



Durch Anfärben einer kleinen Probe eines zementhaltigen Mörtels kann der Wasser-Zement-Wert im Nachhinein gemessen werden. Bei identischem Alter der Proben nimmt der Wasser-Zement-Wert und der Porenanteil zu. Gleichzeitig dringt die dunkel angefärbte Verwitterungsfront viel weiter in das Probeninnere vor (von links nach rechts).

Analytik zur Bestimmung und quantitativen Auswertung von Kristallstrukturen, gepaart mit fundiertem Wissen über das Eingreifen bestimmter organischer Moleküle, runden das Bild ab.

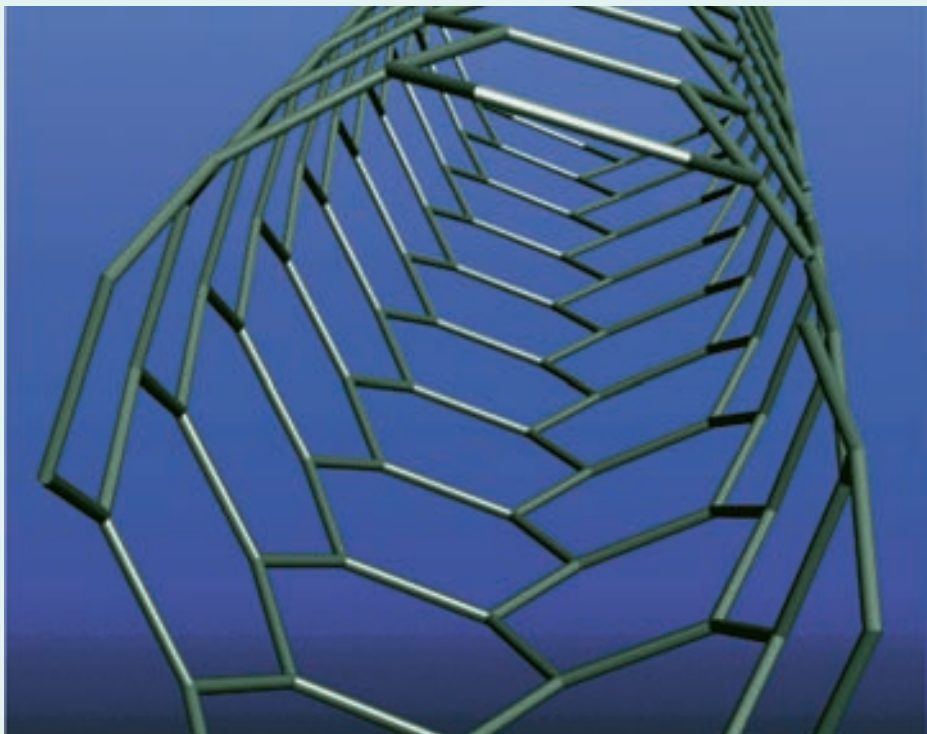
Am Institut für Technische Chemie – Bereich Thermische Abfallbehandlung sind mit dieser Arbeitsweise schon einige Schritte in Richtung einer innovativen Veränderung der Baustoffströme gelungen. So wurde ein neuer Weg der Betonaufbereitung durch elektrodynamisches Sortieren gefunden. Durch intensive Analysen und das Verständnis der einzelnen Reaktionsschritte gelang es, die Aufbereitung zu optimieren und aus dem anfallenden feinen Zementstaub ein neues Bindemittel herzustellen. Dieser Recycling-Zement basiert damit nicht nur auf der Wiederverwertung eines Reststoffs sondern er zeichnet sich zudem durch einen geringeren Kalkgehalt und somit durch eine günstige Kohlenstoffdioxid-Bilanz aus.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Bauchemie und Bautechnik
- Baustoff- und Bindemittelhersteller
- Zementindustrie



Die Trennung von Kohlenstoff-Nanoröhren gilt als Voraussetzung für die Herstellung nanoelektronischer Bauelemente.

## Forscher sortieren metallische und halbleitende Kohlenstoff-Nanoröhren

Die Karlsruhe Nano Micro Facility stellt sich vor: RESEARCH TO BUSINESS bietet einen Einblick in die Vielzahl der Möglichkeiten dieser Technologieplattform in einer Serie (Teil 3).

Im Jahr 1991 entdeckte eine japanische Forschergruppe, dass sich Kohlenstoffatome zu winzigen Röhrcchen formen können, deren Wände nur eine Atomlage dick sind. Kohlenstoff-Nanoröhren (CNTs) stellen eine besondere Modifikation von Kohlenstoff dar, deren Abmessungen typischerweise bei einem Mikrometer in der Länge und ein Nanometer im

Durchmesser liegen. CNTs zeichnen sich durch herausragende mechanische, chemische, elektronische und optische Eigenschaften aus und besitzen in Folge dessen das Potenzial für eine Vielzahl von Anwendungen.

Insbesondere in der molekularen Elektronik galten sie früh als Grundbausteine elektronischer Bauteile. Diese Erwartung erfüllte sich allerdings nur in Teilen, weil die Nanoröhren eine unangenehme Eigenschaft haben, die eine Verwendung in vielen Bereichen bisher verhinderte: Bei ihrer Herstellung entsteht ein Gemisch aus zwei Typen mit unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften. Je nach Anordnung der Atome in den Wänden der Röhrcchen verhalten sie sich entweder wie Metalle oder wie Halbleiter. Eine Trennung der beiden Typen war bisher nicht möglich.

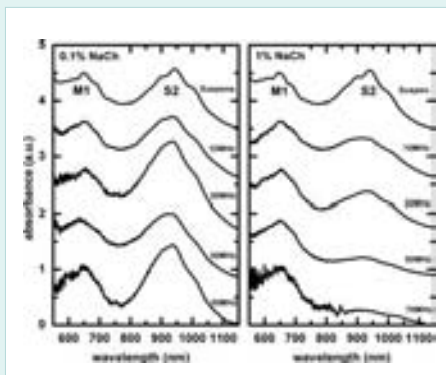
Wissenschaftlern aus dem Institut für Nanotechnologie des Forschungszentrums Karlsruhe ist es im Jahr 2003 gelungen, das erste und bislang auch einzige Verfahren zur räumlichen Trennung metallischer von halbleitenden Kohlenstoff-Nanoröhren zu entwickeln. „In einem elektrischen Wechselfeld mit einer Frequenz von zehn Millionen Hertz wandern die metallischen und halbleitenden Nanoröh-

ren in entgegengesetzte Richtungen. Damit können die metallischen Röhrcchen abgeschieden werden. Die nichtmetallischen verbleiben in der Lösung“, erklärt Dr. Ralph Krupke, der das Problem in einem fächerübergreifenden Ansatz lösen konnte. Das patentierte Trennverfahren ermöglicht zurzeit Nanoröhren in der Größenordnung von einem Mikrogramm pro Quadratzentimeter zu sortieren. Die Weiterentwicklung des Verfahrens wird mit Nachdruck vorangetrieben.

Die Methode basiert auf dem Prinzip der Dielektrophorese und ermöglicht die beiden Röhrentypen in einem starken, inhomogenen Radiorequenz-Wechselfeld voneinander zu trennen. Dabei werden die unterschiedlichen Polarisierbarkeiten beider Nanoröhrenvarian-

### KNMF

Die Technologieplattform „Karlsruher Nano Micro Facility“, kurz KNMF, konzentriert das gesamte interdisziplinäre Angebot der im Forschungszentrum Karlsruhe vorhandenen Nano- und Mikrotechnologien und bietet eine einmalige technische und wissenschaftliche Infrastruktur. Dazu zählen alle Prozesse zur Herstellung von Mikro- und Nanostrukturen, -komponenten und -materialien sowie deren Charakterisierung – Technologien für Produkte aus Polymeren, Keramiken und Metalle. KNMF bietet Unterstützung in Forschung und Entwicklung innovativer Ideen und einen direkten Zugang zu Prozessen, Geräten und Expertenwissen. Durch ein kundenorientiertes Management kümmert sich nur ein Ansprechpartner um den Auftraggeber, von der Beratung über Design bis hin zu Funktions- und Labormustern. Unternehmen minimieren in Zusammenarbeit mit Karlsruhe Nano Micro Facility ihre Forschungs- und Entwicklungskosten sowie ihre Risiken.



Optische Absorptionsspektren von Kohlenstoff-Nanoröhren-Filmen, hergestellt bei verschiedenen Wechselfeldfrequenzen und Tensidkonzentrationen. Metallische Röhren absorbieren bei M1, halbleitende bei S2.

ten zu deren räumlicher Trennung ausgenutzt. Innerhalb weniger Minuten bildet sich ein dichter, einige zehn Nanometer dicker Film aus metallischen CNTs. Der metallische Nanoröhrenfilm lässt sich ablösen und als freitragender Film verschiedenen Anwendungen zuführen.

#### WEITERE INFORMATIONEN

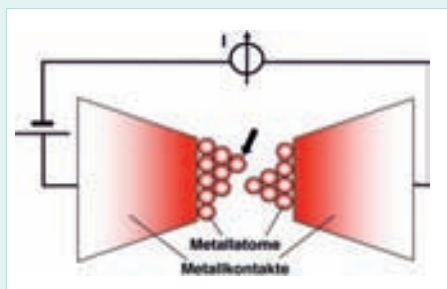
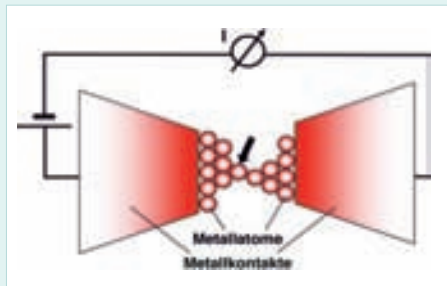
- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

#### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Hersteller von elektronischen Bauteilen
- Sensorik und Steuerungstechnik
- Beschichtungstechnologie

## Der erste atomare Transistor der Welt

Karlsruher Forscher setzen Meilenstein auf dem Weg zur atomaren Elektronik.



Funktionsprinzip des atomaren Schalters, der bei Raumtemperatur realisiert werden konnte: Durch das Umklappen der Position eines einzelnen Metallatoms wird ein elektrischer Stromkreis geschlossen (oben) und geöffnet (unten). Beim Einzelatom-Transistor wird die Position dieses Atoms über die Spannung an einer unabhängigen dritten Elektrode kontrolliert.

Bauteile technischer Geräte werden immer kleiner. Auf dem Weg der Miniaturisierung hat die Industrie den Mikrometerbereich hinter sich gelassen – inzwischen gibt es elektronische Bauteile, die zwischen 70 und 100 Na-

nometer groß sind. Wissenschaftler am Institut für Nanotechnologie des Forschungszentrums Karlsruhe und des DFG-Centrums für Funktionelle Nanostrukturen (CFN) der Universität Karlsruhe haben nun den weltweit ersten atomaren Transistor entwickelt – ein Meilenstein auf dem Weg zur atomaren Elektronik.

Damit sind die Karlsruher Wissenschaftler in der Lage, einen Stromkreis mit Hilfe eines einzigen Atoms zu öffnen und zu schließen. „Der Einzelatom-Transistor funktioniert durch die kontrollierte Umlagerung eines einzigen Silberatoms“, erklärt Professor Dr. Thomas Schimmel, der mit seiner Arbeitsgruppe am CFN und am Forschungszentrum Karlsruhe beteiligt ist. Schimmel: „Bei der Entwicklung haben wir einen weltweit neuen Ansatz realisiert.“

Das Bauteil funktioniert wie ein Schalter, durch den ein elektrischer Stromkreis geöffnet und geschlossen werden kann: Auf zwei Metallelektroden, zwischen denen eine winzige Lücke den Stromkreis unterbricht, wird so lange Silber abgeschieden, bis ein einzelnes Silberatom die beiden Pole verbindet. Dadurch wird der Stromkreis geschlossen und Strom fließt. „Dieses Atom lassen wir hin- und herklappen“, so Schimmel, „so dass der Stromkreis entweder geöffnet oder geschlossen ist.“ Der Zustand des klappbaren Atoms wird über eine unabhängige dritte Elektrode kontrolliert. Wie bei einem konventionellen Transistor kann so der Strom zwischen zwei

Elektroden durch eine außen angelegte Steuerspannung ein- und ausgeschaltet werden. Schimmel: „Der atomare Transistor ist damit realisiert.“

Die Perspektiven für den Einzelatom-Transistor schätzt Schimmel als spannend ein: „Unsere gesamte Computer- und Informationstechnologie beruht auf der einfachen Fähigkeit, einen Strom von A nach B durch eine unabhängige Steuerelektrode C schalten zu können.“ Da das Brücken-Atom das einzige bewegliche Teil des Einzelatom-Transistors ist, könnte er im Vergleich zu herkömmlichen Technologien prinzipiell auch bei extrem hohen Frequenzen arbeiten. Darüber hinaus lassen sich atomare Transistoren bereits mit einer Spannung von wenigen Millivolt schalten, was den Energieverbrauch im Vergleich zu herkömmlichen Transistoren auf Halbleiterbasis deutlich senken würde. Entscheidend für die technische Nutzung aber sei, sagt Schimmel, „dass sich zwischen dieser Atomaren Elektronik einerseits und der Makrowelt mit konventioneller Elektronik andererseits ganz einfach Schnittstellen einrichten lassen.“ So können mit dem Strom, der durch ein einzelnes Transistor-Atom fließt, über einen konventionellen Operationsverstärker mühelos elektrische Geräte geschaltet werden. -as-

**WEITERE INFORMATIONEN**

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

**ARTIKEL INTERESSANT FÜR**

- Nanotechnologie
- Computer- und Informationstechnologie
- Halbleiterbranche

**LIKE THIS? TRY THAT!**

- [www.schimmel-group.de](http://www.schimmel-group.de)

## Pulver und Granulate schneller portionieren

Bisherige Verfahren verbrauchen mehr Zeit und Material und sind deshalb teurer.

Die Zahl der in technischen Großprozessen hergestellten biochemischen Produkte steigt stetig. Ein besonders wichtiger Prozess ist die Peptidsynthese, ohne welche die kombinatorische Chemie und die Durchführung großer Testreihen in der Pharmakologie undenkbar wären. Ausgangspunkt vieler Prozesse ist dabei eine so genannte funktionalisierte Oberfläche, die meist in Form feinsten Pulver oder Granulate realisiert ist. Dieses Schüttgut muss vor dem Prozess in definierten Mengen in eine große Anzahl von Gefäßen gefüllt werden. Um die eingewogene Menge einzuhalten, braucht es präzise und technisch zuverlässige Methoden zur genauen Portionierung der

Mengen – von wenigen Mikrogramm bis hin zu mehreren Gramm.

Bisherige Systeme haben mit verschiedenen Handicaps zu kämpfen: Es wird beispielsweise nur eine Wägeeinheit oder ein Pipettierroboter verwendet, sie arbeiten nur mit einem Trägermedium, sind zu ungenau und das Schüttgut muss vor- oder nachbereitet werden.

Das Institut für Mikrostrukturtechnik hat nun ein System entwickelt, das es ermöglicht eine beliebige Anzahl von Gefäßen mit beliebigen Mengen von Schüttgut zu befüllen – und das innerhalb eines Bruchteils einer Sekunde. Das Abwiegen erfolgt dabei durch das Befüllen und Leeren definierter Hohlräume, deren Vo-

lumen die Menge an Schüttgut bestimmt. Durch den Einsatz von einfachen Fertigungsverfahren wie Laserbearbeitung können kleinste Mengen portioniert werden, die Auslösung und das Zuführsystem sind automatisiert.

Der Portionierer wurde bereits im Labormaßstab realisiert – ein Prototyp für die parallele Befüllung von 25 Gefäßen existiert. Für die Anwendung in der Industrie ist es möglich, die Einzelteile des Systems in Standardprozessen als Serienprodukte kostengünstig herstellen zu lassen.

**WEITERE INFORMATIONEN**

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

**ARTIKEL INTERESSANT FÜR**

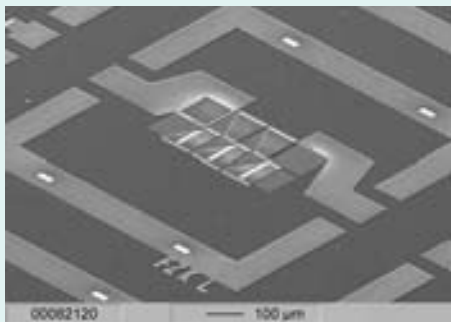
- Pharmazie
- Biomedizin
- Chemie

## Neue Schichten für Halbleiter

Forscher entwickeln CMOS-kompatible, hochfrequenztaugliche ferromagnetische Schichten.

Damit Hochfrequenzschaltkreise energiesparender sind, ist es erforderlich, neuartige Bauteildesigns zu realisieren. Am Institut für Materialforschung I werden Schichtentwicklungen mit auf Eisen und Cobalt basierenden Materialsystemen durchgeführt.

Die Integration von Schichten mit einer amorphen bis nanoskaligen Mikrostruktur in Bauteile erfordert deren lithographische Strukturierung im Mikrometerbereich. Dabei entstehen andere Eigenschaften des Schichtmaterials – auf Grund größenabhängiger physikalischer Effekte durch Entmagnetisierungsfaktoren. Diese spiegeln sich unter anderem in der Domänenstruktur, der Magnetisierbarkeit und letztendlich in dessen Frequenzverhalten wider. Wählt man ein günstiges laterales Größenverhältnis der Kernstrukturen, so kann durch deren Abmessung sogar die Grenzfrequenz beeinflusst werden, was den Einsatzbereich der Mikroinduktoren bestimmt. Nach Grundlagenuntersuchungen magnetischer Schichten haben Forscher neue passive Mikroinduktorbauteile entwickelt, die sich von den heute eingesetzten Spiral-Mikroinduktivitäten unterscheiden und speziell für den Einsatz auf Silizium entworfen



Die elektronenmikroskopische Aufnahme zeigt den Prototyp eines Mikroinduktors.

wurden. Im Gegensatz zu konventionellen Mikrospulen begründet sich der Aufbau durch ihre magnetische Feldverteilung, die quasi parallel zum Siliziumsubstrat ausgerichtet wird und somit schädliche Abschirmstromverluste minimiert.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Halbleitertechnologie
- Mikroelektronik



Mittels Ultraschallschweißen aufgebaute Piezomikropumpe mit einem Durchmesser von 14 Millimetern und einem Gewicht von 0,65 Gramm.

## Schweißen von Polymeren

Mit einer neuen Ultraschallschweißtechnologie: Verbinden von inerten mikrofluidischen Komponenten aus Kunststoff.

In der makroskopischen Welt ist Ultraschallschweißen (US-Schweißen) ein seit langem etabliertes Verfahren zum Verbinden von Teilen aus allen thermoplastischen Polymeren. Es wird in der Verpackungs-, Automobil- und Medizintechnik eingesetzt. Dabei vereint das US-Schweißen mehrere Vorteile: Es ist eine Verbindungstechnologie ohne Fremdstoffe wie Klebstoffe oder Lösungsmittel und benötigt nur kurze Zykluszeiten auf vergleichsweise kostengünstigen Maschinen.

Viele Verbindungsaufgaben, die mit anderen Verfahren nicht oder nur schwer gelöst werden können – etwa das Verbinden des Hochleistungskunststoffes Polyetheretherketon, kurz PEEK – gelingen mit Ultraschallschweißen besser. Wissenschaftler des Instituts für Mikrostrukturtechnik entwickelten auf der Basis von kommerziell erhältlichen Standardmaschinen das US-Schweißen von Mikroteilen aus Kunststoff.

Als Referenzapplikation wurde eine einfache und robuste piezogetriebene Mikropumpe mit Membranrückschlagventilen gebaut. Ihr Gehäuse wird aus drei zu einem Stapel übereinandergeschweißten, mikrostrukturierten Kunststoffscheiben gefertigt. Die Pumpe erreicht hohe Werte für die maximale Förder-

leistung (drei Milliliter Wasser pro Minute) und den maximalen Förderdruck (750 Millibar). Für so genannte „Lab-on-a-Chip“-Systeme verfolgen die Forscher einen neuen Ansatz zum dichten Verschließen von Mikrokanalsystemen in beliebigem Layout mit einer Deckelfolie durch US-Schweißen.

Diese und andere Anwendungen machen das Verfahren auch für die Mikrotechnik, hier speziell für die heutige polymere Mikrofluidik, sowie für Anwendungen in den Life-Sciences-Branchen oder der chemischen Verfahrenstechnik interessant. Dort werden inerte Flusspfade durch die Mikrokomponenten vorzugsweise aus nur einem Material zur Verhinderung eines lösenden oder ätzenden Angriffs auf die fluidischen Strukturen und in der Folge einer Fluidkontamination zunehmend wichtiger.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Chemische Verfahrenstechnik
- Mikrotechnologie
- Life Sciences

## Termine

September bis November

**19. – 22. September 2006**  
Baden-Baden, Steigenberger  
Hotel Badischer Hof

**XTOP 2006 – 8th Biennial  
Conference on High Resolution  
X-Ray Diffraction and Imaging**  
XTOP ist einer der zentralen  
Wissenschaftskongresse rund  
um Röntgendiffraktionsverfah-  
ren, Phasenkontrast-Imaging  
und Mikrotomographie. Zum  
Kongressprogramm gehört ein  
Besuch der Synchrotronstrah-  
lungsquelle ANKA des For-  
schungszentrums Karlsruhe.  
xtop2006.fzk.de

**23. September 2006**  
Eggenstein-Leopoldshafen,  
Forschungszentrum Karlsruhe  
**Tag der offenen Tür**

Von 12.00 bis 20.00 Uhr öffnen  
sich die Tore einer der größten  
und vielseitigsten Forschungs-  
stätten Europas für die Öffent-  
lichkeit.  
www.fzk.de/jubilaem2006

**26. – 27. September 2006**  
Stuttgart, Liederhalle  
**Abfalltage 2006**

Das Forschungszentrum Karlsru-  
he ist mit Fachvorträgen und Ex-  
ponaten zum Thema Recycling  
von Elektroschrott vertreten und  
stellt insbesondere das Halocle-  
an-Verfahren vor.  
abfalltage.kurs-net.de

**11. – 12. Oktober 2006**  
Karlsruhe, Universität  
**16. Karlsruher Deponie- und  
Altlastenseminar 2006**  
In einer begleitenden Ausstel-  
lung präsentiert das Forschungs-  
zentrum Karlsruhe das Deponie-  
system TAUPE.  
www.icp-ing.de

**21. – 22. November 2006**  
Karlsruhe, Kongresszentrum  
**Nanofair 2006**  
Das fünfte internationale Nano-  
technologiesymposium findet  
wieder in Karlsruhe statt. Die  
Veranstaltung bringt Wissen-  
schaftler aus Forschungseinrich-  
tungen und Entwickler aus der  
Industrie zusammen.  
www.nanofair.com

## Nanotechnologie – ein kommender Wirtschaftsfaktor

Gastkommentar von Dr. Matthias Schweinsberg,  
Geschäftsführer der Sustech, Darmstadt.

In einem zunehmend globaler  
werdenden Umfeld ist die effi-  
ziente Nutzung der Innovations-  
potenziale neuer Technologien  
ein entscheidender Faktor für  
den Standort Deutschland. Pro-  
duktentwicklungen auf der Basis  
nanotechnologischer Forschung  
bieten hier eine Chance.

Die Möglichkeiten der Nanotech-  
nologie für die Entwicklung neuer  
Produkte haben ihr Potenzial  
klar demonstriert – bereits heute  
wird ein weltweites Marktvolumen  
von über 100 Milliarden  
Euro für nanotechnologisch be-  
einflusste Produkte abgeschätzt,  
für 2015 werden 1000 Milliar-  
den Euro erwartet. Kernbran-

chen sind hierbei insbesondere  
die Informations-, die Transport-  
und Automobil- sowie die chemi-  
sche Industrie.

Ein Schlüssel zur Entwicklung der  
Nanotechnologie in Deutschland  
wird die Vernetzung unserer Res-  
ourcen in Forschung und Indus-  
trie sein. Neben der Unterstüt-  
zung durch eine konsequente  
Forschungspolitik – die institutio-  
nelle Förderung der Nanotechno-  
logie in Deutschland betrug im  
Jahr 2005 knapp 300 Millionen  
Euro – ist die enge Kooperation  
zwischen Industrie und Wissen-  
schaft zur Umsetzung von For-  
schung in Marktinnovationen  
entscheidend. Von gemeinsamen

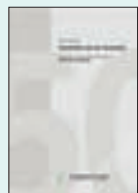


Dr. Matthias Schweinsberg arbeitet  
an der Schnittstelle von Forschung  
und Industrie.

Forschungsprojekten bis zur Im-  
plementierung neuer Kooperati-  
onsmodelle – zum Beispiel über  
die Gründung von Public-Private-  
Partnership-Unternehmen wie  
SusTech Darmstadt – werden be-  
reits viele Möglichkeiten genutzt.  
So kann der Transfer von nano-  
technologischen Forschungser-  
gebnissen zu Marktprodukten  
beschleunigt werden.

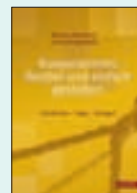
## Vertiefen Sie Ihr Wissen

Was Sie jetzt über verschiedene Forschungsfelder lesen können. Auf einen Blick:



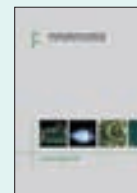
**Geschichten aus  
der Geschichte**  
50 Jahre For-  
schungszentrum  
Karlsruhe

In diesem Buch  
erzählt der Autor Peter Sperling  
fundierte und reich bebilderte  
über die Jahre 1959 bis 2006.  
**Bestellen Sie mit beiliegender  
Faxantwort**



**Kooperationen  
flexibel und ein-  
fach gestalten**

Schritt für Schritt  
erfährt der Leser,  
wie eine Koope-  
ration aufgebaut ist und wie  
KMUs auf Veränderungen des  
Marktes reagieren können.  
Carl Hanser Verlag  
ISBN 3-446-40585-2



**Leistungsprofil**

Auf 80 Seiten in-  
formiert das For-  
schungszentrum  
Karlsruhe über  
Dienstleistungen  
und Angebote. Jetzt auch in  
englisch erhältlich.

**Bestellen Sie mit beiliegender  
Faxantwort**

## Impressum

### RESEARCH TO BUSINESS

Der Newsletter für Kunden des  
Forschungszentrum Karlsruhe

### REDAKTION

Dr. Thomas Windmann  
Viktoria Fitterer

### WEITERE AUTOREN

Angelika Schukraft (as)

### GESTALTUNG

BurdaYukom Publishing GmbH,  
München

### LAYOUT | FOTOS

Eva Geiger, Ursula Hellriegel,  
Bernd Königsamen | Markus Breig,  
Martin Lober u.a.

### DRUCK

Baur GmbH, Kelttern

### NACHDRUCK

mit Genehmigung der For-  
schungszentrum Karlsruhe  
GmbH unter Nennung der  
Gesellschaft und des Autors  
gestattet. Beleg erbeten.

### ERSCHEINUNGSWEISE

vierteljährlich

## Kontakt

### FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH

Stabsabteilung Marketing,  
Patente und Lizenzen (MAP)  
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1  
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

### TELEFON

+49 7247 82-5530

### FAX

+49 7247 82-5523

### E-MAIL

info@map.fzk.de

### INTERNET

www.fzk.de