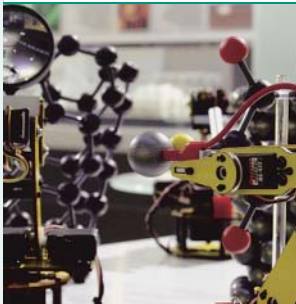




# RESEARCH TO BUSINESS

Der Newsletter für Kunden des Forschungszentrum Karlsruhe

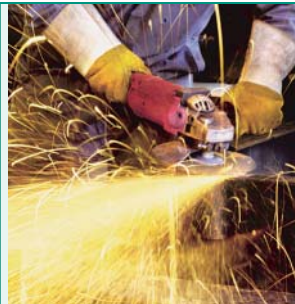
Ausgabe 1|2007 [www.fzk.de](http://www.fzk.de)



## HANNOVER MESSE

Forschungszentrum und Universität präsentieren sich gemeinsam

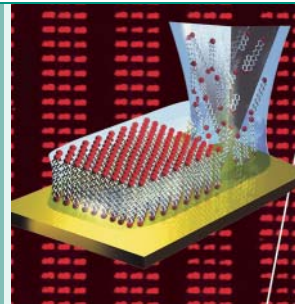
Seite 3



## TECHNOLOGIE-TRANSFER

Forscher untersuchen Toxizität von Nanopartikeln

Seite 5



## TECHNOLOGIE-TRANSFER

Nanotechnologien strukturieren Oberflächen neu

Seite 7

## Editorial



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

es geht voran, sagt die Wirtschaftspresse und sagt die Bundesregierung. Beide haben gute Gründe, die Statistiken und Umsätze sprechen für sich. Aber alle nationalen Spieler im System zwischen Politik und Wirtschaft sind sich einig – ohne eine starke Forschung, ohne die Dominanz Deutschlands als Innovationsnation, die uns einen weltweiten Spitzenplatz ermöglichen soll, geht es nicht.

Die Brücke zwischen Wissenschaft, Industrie und Mittelstand heißt Technologietransfer. Darin müssen alle Wissenschaftseinrichtungen punkten – durch Professionalität und Servicedenken. Wir haben uns an der eigenen Nase gefasst und möchten Sie einladen, mit uns zu gehen. Treten Sie in einen frühzeitigen Dialog ein. Lassen Sie uns gemeinsame Technologietrends aufspüren und verfolgen. Wir bieten Ihnen eine verlässliche Partnerschaft.

Dr. Thomas Windmann

## Internetplattform RESEARCH TO BUSINESS

Forschungszentrum Karlsruhe präsentiert wirtschaftlich interessante Erfindungen und technische Lösungen für Industrie und Mittelstand.

Technologisches Wissen ist die Voraussetzung für eine erfolgreiche Wirtschaft und muss zwischen Wissenschaft und Unternehmen weitergegeben werden. Ohne diesen Technologietransfer gäbe es weniger Produktinnovationen und es fehlte die Grundlage für mehr Wettbewerbsfähigkeit. Erfolgreicher Technologietransfer ist auch immer ein Prozess, eine Annäherung der Innovation an die spezifischen Voraussetzungen des Technologienehmers.

Seit dem 1. März dieses Jahres gibt es auf den Internetseiten des Forschungszentrums Karlsruhe die Technologiebörse RESEARCH TO BUSINESS, ein neues Online-Angebot für Unternehmen. Angeboten werden neue Technologien, marktnahe Forschungs- und Entwicklungsergebnisse sowie exklusive Vertriebs- und Produktionskooperationen. Die Suche nach Technologieangeboten erfolgt über drei Wege: nach Forschungsthemen, Branchen oder mit Hilfe von Schlagworten. Über den nächsten Klick erhalten Interessierte zusätzliche Materialien wie Patentschriften oder Datenblätter.

„Das Online-Angebot präsentiert einen wichtigen Teil der industriellen Forschungsarbeit“, sagt Dr. Peter Fritz, Vorstand des Forschungszentrums Karlsruhe, anlässlich der Freischaltung der



Bild: Prof. Kessler, TU München

Erfolgreicher Brückenschlag zwischen Technologiegeber und Lizenznehmer: Seit 1985 entwickelt das Forschungszentrum Karlsruhe gemeinsam mit der Firma Bruker BioSpin GmbH (Rheinstetten) supraleitende Magnetspulen.

Datenbank. „Die Plattform RESEARCH TO BUSINESS bietet die ideale Rahmenbedingung für einen exzellenten und schnellen Wissenstransfer in die Industrie.“ Technologietransfer hat in der badischen Hightech-Schmiede seit 30 Jahren Tradition: Zahlreiche Firmen haben das Forschungszentrum Karlsruhe als verlässlichen Partner kennen gelernt. Mit 2000 aktiven Schutzrechten und über 300 laufenden Lizenzvereinbarungen gehört es zu Deutschlands produktivsten Innovationsgebern.

Das Forschungszentrum Karlsruhe entwickelt Produkte und in-

dustrielle Prozesse für die Wirtschaft und gemeinsam mit der Wirtschaft. Auftragsforschungen sind ebenso willkommen wie Anfragen nach technischen Lösungen. Zum Start bietet die Online-Börse rund 100 patentrechtlich geschützte Technologieangebote. Besucher haben einen direkten Kontakt zu den Wissenschaftlern und gleichzeitig zu den Innovationsberatern der Stabsabteilung Marketing, Patente und Lizenzen.

### WEITERE INFORMATIONEN

• [www.fzk.de/technologieangebote](http://www.fzk.de/technologieangebote)



Hält mit dem Vibrationsschalter länger durch: Im batteriebetriebenen Fahrradcomputer sorgt der Sensor für einen automatischen Ruhemodus.

Veränderungen des Bewegungszustandes reagiert“, erläutert Institutsleiter Professor Dr. Hartmut Gemmeke das kleine Energiesparwunder. Der Mikroschalter ist eine technologisch ausgereifte und kostengünstig herzustellende Alternative zu vergleichbaren Schaltern auf Quecksilberbasis, die seit Juli 2006 aus Umweltschutzgründen europaweit verboten sind. Ein Vibrationssensor reagiert auf geringste Bewegungen und kann für Energiesparschaltungen in batteriebetriebenen Geräten eingesetzt werden. Einen ersten großen Markt für den Wackelsensor sieht Gemmeke in kabellosen Computermäusen, die 24 Stunden am Tag Strom verbrauchen, auch wenn sie nicht benutzt werden. Der Mikrovibrationssensor aktiviert die Maus, sobald sie bewegt wird, und schaltet sie nach einer definierten Verzögerungszeit wieder aus. Weitere mögliche Anwendungen sind mobile Navigationsgeräte, batteriebetriebene Fahrradleuchten und -computer, Headsets und Spielwaren, aber auch Hörhilfen, Haushaltsgeräte und drahtlose Sensornetzwerke.

## Wackelsensor spart Energie

Batterien in Alltagsgegenständen wie Fahrradrücklichtern, Computermäusen oder Hörgeräten halten um ein Vielfaches länger, wenn sie mit einem winzigen Vibrationssensor ausgerüstet sind.

Ein solcher Mikrovibrationsschalter ist am Forschungszentrum Karlsruhe entwickelt worden. Um das wirtschaftliche Potenzial der Schalter auszuschöpfen, haben die beteiligten Wissenschaftler nun eine Firma gegründet. Die Sensolute GmbH mit Sitz in Karlsruhe wird die Produktion und den Vertrieb der Mikroschalter übernehmen. Gefördert wurde die Ausgründung vom Forschungszentrum Karlsruhe und von der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V.

In dem am Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik entwickelten Mikrovibrationsschalter steckt eine winzige metallische Kugel, die bei Erschütterungen zwischen den Kontakten hin und her rollt und den Stromkreis schließt. Bei Stillstand wird die Batterie dagegen geschont. „Manche meinen, dass es sich um nichts anderes als einen gezielten Wackelkontakt handelt, aber Ingenieure hören so etwas nicht gerne. Im Wesentlichen handelt es sich um einen Mikrosensor, der gezielt auf

### KONTAKT

Sensolute GmbH  
Günter Müller  
07247 82-5623  
E-Mail g.mueller@sensolute.com  
www.sensolute.com  
Forschungszentrum Karlsruhe  
Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik  
Prof. Dr. Hartmut Gemmeke  
07247 82-5635  
E-Mail hartmut.gemmeke@ipe.fzk.de

## »»»» NEUES AUS DER FORSCHUNG

### »»»» Kleinste Sensoren

Für einen mit dem LIGA-Verfahren hergestellten konfokalen mikrooptischen Innenlochsensor erhielt das Forschungszentrum Karlsruhe den „European Innovation Village Award 2006“ in der Kategorie „best overall product“.

Ein Verbund von Forschungszentrum Karlsruhe, Universität Stuttgart sowie den Firmen Böhlinger Ingelheim, microparts und Mahr haben einen nach dem chromatisch konfokalen Prinzip messenden Innenlochsensor simuliert und als Labormuster hergestellt. Mit einem Durchmesser von nur 1,2 Millimetern ist der Sensorkopf der kleinste nach diesem Prinzip realisierte Sensor.

### »»»» Das Ozonloch schließt sich nicht

Der Gehalt an Chlor in der Stratosphäre, das für die Entstehung des Ozonlochs verantwortlich ist, sinkt langsam. Amerikanische Forscher sagen deshalb schon eine vorzeitige Erholung der Ozonschicht voraus. Karlsruher Wissenschaftlern ist es nun an Bord des europäischen Umweltsatelliten ENVISAT gelungen, die verschiedenen Typen der polaren Stratosphärenwolken zu untersuchen. „Vergleiche zeigen, dass es im Verständnis der ozonrelevanten Prozesse auf den polaren Wolkenpartikeln noch beträchtliche Lücken gibt“, sagt Institutsleiter Professor Dr. Herbert Fischer. Eine zuverlässige Prognose, wann sich die Ozonschicht erholen wird, sei deshalb derzeit noch nicht möglich.

### »»»» Schnellere Pipeline-Molche

Das Forschungszentrum Karlsruhe und die Firma PII Pipetronix GmbH in Stutensee entwickeln gemeinsam Inspektionsroboter, so genannte Molche, die in Pipelines nach Beschädigungen, Korrosion und feinen Rissen fahnden. Auf diese Weise können Umweltkatastrophen durch platzende Pipelines verhindert werden. Im Dezember 2006 wurde ein neuer Kooperationsvertrag von beiden Partnern unterzeichnet. Damit bleibt die seit 1985 höchst erfolgreiche Zusammenarbeit bestehen. Ziel der Kooperationsverlängerung ist die Entwicklung kleinerer, Strom sparender Molchtypen, die die Pipelines mit höherer Geschwindigkeit durchfahren können.

## Hannover Messe: Schaufenster für Innovationen aus Karlsruhe

Kostenloses Ticket für RESEARCH TO BUSINESS-Leser.

Seit Sommer 2006 wachsen das Forschungszentrum Karlsruhe und die Universität Karlsruhe zum Karlsruhe Institute of Technology (KIT) zusammen. Die Ko-

auch den Messebesuchern nicht vorenthalten: Etwa der erste atomare Transistor der Welt, entwickelt am DFG-Centrum für Funktionelle Nanostrukturen (CFN), oder die Arbeiten des Lichttechnischen Instituts, in dem die Universität Karlsruhe gemeinsam mit Industriepartnern neue Scheinwerfertechnologien entwickelt.

Mit Exponaten zur Energieforschung schließt das Forschungszentrum Karlsruhe als Energiezentrum der Helmholtz-Gemeinschaft den Kreis der Exzellenzshow auf der Hannover Messe. Die Arbeiten zur Fusionstechnologie und der Nuklearen Sicherheit genießen gleichermaßen Weltgeltung. Das Karlsruhe Institute of Technology finden Besucher in der Themenhalle Research & Technology (Halle 2, Stand C16).

Die Leitmesse für Industrie vereint in diesem Jahr wieder 13 Fachmessen. Das Forschungszentrum Karlsruhe präsentiert sich zudem auf den Sonderausstellungen SuperconductingCity (Halle 2), Hydrogen + Fuel Cells (Halle 13) und Bionik – Das geniale Ingenieurbüro der Natur (Halle 2).

operation der beiden Partner wird sie binnen kurzer Zeit in die erste Liga der Spitzenforschung führen. Auf der weltweit größten Industriemesse trifft das KIT seine Partner aus der Industrie und stellt Innovationen aus den Bereichen Energie, Optik sowie Nano- und Mikrotechnologie vor. Denn was das Karlsruhe Institute of Technology auszeichnet, wird



Forschungszentrum Karlsruhe und Universität Karlsruhe präsentieren sich in diesem Jahr auf der Sonderausstellung Job & Career Market.

### Industrieworkshop „Keramik in Sensoren und Aktoren“

Das Forschungszentrum Karlsruhe ist Mitglied im Europäischen Exzellenznetzwerk 4M (Multi Material Micro Manufacture). Die beiden Cluster „Keramikverarbeitung“ und „Sensoren & Aktoren“ laden Industrievertreter am Mittwoch, 18. April 2007, von 10.00 bis 16.00 Uhr zu einem Workshop auf der Hannover Messe (Halle 1, Saal Paris) ein. Die beiden Netzwerkcluster beschäftigen sich mit Sensoren und Aktoren, für die der Einsatz von Keramik erforderlich ist. Auf dem Workshop werden aktuelle Projekte sowie geplante Arbeiten

mit Kooperationsmöglichkeiten vorgestellt.

Die Einladung richtet sich insbesondere an Unternehmen, die Komponenten, Sensoren und Aktoren aus Keramik für die Automobilindustrie, Energieumwandlung, chemische Industrie, sowie Medizin- und Biotechnologie herstellen oder verarbeiten. Besucher können mit den Experten der Materialforschung, der Prozessentwicklung und der Anwendung aktuelle Fragen diskutieren. Die Teilnahme an einzelnen Vorträgen ist möglich.

#### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort



Besucher der Hannover Messe informieren sich über Innovationen made in Karlsruhe aus den Bereichen Energie, Optik sowie Nano- und Mikrotechnologie.

**Der Gästerausweis ist ein Angebot des Forschungszentrums Karlsruhe für Ihren Besuch auf der weltweit größten Industrieschau. Um Ihre Tickets gültig zu schalten, müssen diese via Internet oder Mobiltelefon personalisiert werden. Besuchen Sie uns in Halle 2, Stand C16.**



Mit einem Kernbohrgerät entnehmen Arbeiter eine Probe zur Qualitätskontrolle einer Tiefenhydrophobierung.

## Präventiver Oberflächenschutz für Stahlbeton

Die Tiefenhydrophobierung mit Silan-Gel hat sich in der Praxis bewährt.

Auch in geringen Mengen behindern Schnee und Eis oft den Verkehr und führen zu Staus und Verkehrsunfällen. Nur durch das Streuen mit Tausalz wird der Verkehrsfluss auf den winterlichen Straßen aufrechterhalten. Beton ist ein poröser Werkstoff und wenn im Winter Autos und LKWs an den Brücken vorbeifahren, erzeugen sie mit Salz belastetes Spritzwasser. Einmal auf die Brückenoberflächen gelangt, saugt der Beton die Flüssigkeit auf. Die Folgen: Nach wenigen Jahren entstehen gravierende Schäden durch Feuchtigkeit und Tausalz. Sie führen zu nicht mehr übersehbaren Betonabplatzungen und zu Stahl-

korrosionen. Bei diesem Zustand muss saniert werden. Das ist sehr aufwändig und sehr teuer. „Für eine Sanierung muss man wochen- oder monatelang die Straßen sperren und Studien haben gezeigt, dass die Instandsetzung eines Betonpfeilers bis zum zwei- bis dreifachen an Umweltbelastung mit sich bringt als die Herstellung. Zudem ist es oft um ein Vielfaches teurer zu sanieren, als abzureißen und neu zu bauen. Deshalb müssen wir unbedingt die Sanierung vermeiden, ein Weg ist die Tiefenhydrophobierung“, erläutert Professor Dr. Andreas Gerdes vom Institut für Technische Chemie, Bereich Wasser-

und Geotechnologie, die Idee hinter der Technologie.

Die aufgespritzten und tief eindringenden Spezial-Silane verhindern, dass Wasser und darin gelöste Schadstoffe in den Beton einwandern und die Bewehrung schädigen können. „Unter Hydrophobierung versteht man eine Imprägnierung des Baustoffs. Auf der einen Seite verhindern wir das Eindringen des Wassers, damit die Schadstoffe nicht im Beton gelöst werden können, auf der anderen Seite bleibt der Beton für den Wasserdampf durchlässig. Das ist aus bauphysikalischen Gesichtspunkten notwendig. Für eine verlässliche und langfristig funktionsfähige Imprägnierung mussten aber vorher noch eine Reihe komplexer wissenschaftlicher Fragen auf molekularer Ebene geklärt werden“, sagt Gerdes. Durch diesen „Nano zu Makro“-Ansatz konnte ein Technologietransfer bereits erfolgreich an bayrischen Brückenbauwerken durchgeführt werden. Mit einer eigens entwickelten Kontrollmethode werden die Vorgaben auf der Baustelle überprüft, um dann im Labor die molekularen Zusammenhänge weiter zu erforschen. Die Tiefenhydrophobierung ist innerhalb weniger Stunden abgeschlossen, die Brückenpfeiler sind damit für Jahre vor Streusalz geschützt.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Bauchemie
- Bauindustrie
- Verkehrsinfrastruktur (öffentliche Hand)

## Refraktive Röntgenlinsen

Besser als Lichtmikroskope.

Optiken, die Röntgenlicht fokussieren, ermöglichen neuerdings den Bau von hochauflösenden Röntgentomographen oder von Röntgenmikroskopen, die kleinere Details ab-

bilden können als Lichtmikroskope. Mit Hilfe der LIGA-Technik lassen sich refraktive Röntgenlinsen mit Hunderten von asphärischen Einzellinsenelementen fertigen. Die hohe

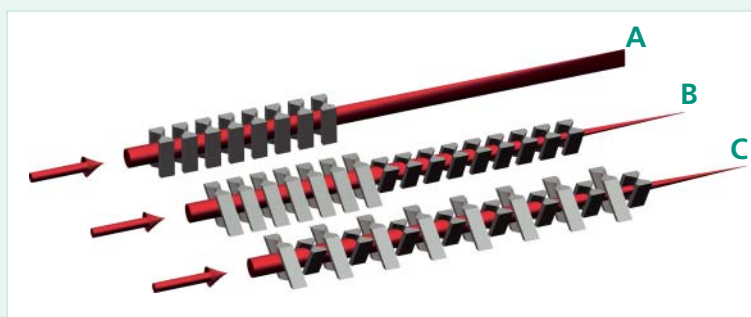
Zahl an parabolischen Einzellinsen ist nötig, da die Brechzahl des Linsenmaterials für Röntgenlicht nur minimal kleiner als Eins ist und somit die fokussierende Wirkung einer einzelnen Linse sehr klein ist. Zusätzlich müssen die Einzellinsen Krümmungsradien im Mikrometerbereich aufweisen, um ihre Wirkung zu steigern. Bisher werden diese Röntgenlinsen an Synchrotronlichtquellen für Experimente eingesetzt. Am Institut für Mikrostrukturtechnik wird an der Weiterentwicklung der Linsen mit dem Ziel gearbeitet, die Röntgenlinsen auch an herkömmlichen Röntgenröhren mit ihren stark divergenten Strahlen einsetzen zu können.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Röntengerätehersteller
- Synchrotronausstatter



Fokussieren mit refraktiven Röntgenlinsen: Die senkrechten Linsen ergeben einen Linienfokus (Typ A), unter 90 Grad gekreuzte Linsen einen Punktfokus (Typ B und Typ C).

## Wie wirken Feinstpartikel auf die Lunge?

Expositionssystem für Bioassays bestimmt die Toxizität gasgetragener Nanopartikel.

Studien zur Wirkung der PM<sub>2,5</sub>-Fraktion auf den Menschen haben ergeben, dass die Sterblichkeit und die Zahl der Herz-Kreislauf-Erkrankungen in Abhängigkeit der Feinstpartikelkonzentration in der Umwelt zunehmen. In

Folge dieser Ergebnisse werden neue Werkzeuge benötigt, um die Risiken inhalierbarer Feinst- und Nanopartikeln in der Umwelt und an Arbeitsplätzen definieren zu können. Hierfür ist die Kenntnis der Dosis-Wirkung-Bezie-

hung für Partikel im Lungentrakt erforderlich. Die Wirkung von Nanopartikeln auf biologische Systeme wird durch einen Bioassay in einem Expositionssystem gemessen. Wissenschaftler am Institut für Technische Chemie, Bereich Thermische Abfallbehandlung, entwickelten einen Prototypen, in dem die partikelbeladene Luft aus der Arbeitsplatzatmosphäre oder der Umwelt über die Oberfläche von menschlichen Lungenzellkulturen strömt. In diesen können die abgelagerten Nanopartikeln entzündliche Prozesse oder oxidativen Stress auslösen. Diese Vorgänge, die eine gesundheitliche Wirkung anzeigen, werden in Abhängigkeit von der deponierten Partikeldosis gemessen. Mit diesem „in vitro“-Verfahren können Zusammenhänge zwischen Partikelbelastung und möglichen gesundheitlichen Wirkungen untersucht werden. Das System hat den Vorteil, dass die Toxizität komplexer Aerosole mit unbekannter Zusammensetzung direkt gemessen werden kann. Das spezifische Risiko für das menschliche Lungensystem wird schnell erkannt.



Foto: Lester Lefkowitz

Sprühfunken belasten die Luft am Arbeitsplatz – die Toxizität von Nanopartikeln untersuchen Forscher aus den Instituten für Technische Chemie und für Toxikologie und Genetik.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### NEXT TRADE FAIR

- Messe POWTECH, Seite 8

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Alle Branchen mit staubexponierten Arbeitsplätzen

## Schonende Bearbeitung hochschmelzender Metalle

Neues Verfahren zur elektrochemischen Oberflächenveredelung.

In Anwendungsbereichen wie Werkzeugbau, Halbleitertechnik, Energietechnik oder Fusionsforschung kommen extrem hitzebeständige und hochgradig verschleißfeste und somit schwer zerspanbare Metalle zum Einsatz. Eine mechanische Bearbeitung und Fertigung in Form einer komplexen, dreidimensionalen Formgebung über Erodierprozesse ist oft schwierig und kostenintensiv. Zudem hinterlassen diese Prozesse im Werkstoff häufig verfahrensbedingt unerwünschte, die Lebensdauer verkürzende Mikrorisse.

Im Werkzeugbau und in der Luft- und Raumfahrtindustrie können eisenbasierte Materialien auch mit elektrochemischen Methoden bearbeitet werden – allerdings nicht für Metalle wie Wolfram, bedingt durch deren besondere elektrochemische Eigenschaften. Eine Arbeitsgruppe des Instituts für Materialforschung III entwickelte jüngst eine neue Methode um das so genannte ECM, das Kürzel steht für ElectroChemicalMachining, auch für Metalle wie Wolfram anwenden zu können.

Bei dem angewendeten Prozess findet ein gezielter Metallabtrag in einem geeigneten flüssigen System (Elektrolyt) statt, indem das Werkstück als Pluspol (Anode) und ein Werkzeug als Minuspol (Formkathode) mittels ei-



Mit dem neuen Verfahren werden komplex strukturierter Wolframbauteile gefertigt. Das Bild zeigt einen Wärmetauscher, dessen Oberfläche keine Mikrorisse aufweist. Weitere Anwendungen gibt es bei der Oberflächenveredelung und Nachbearbeitung großer komplexer Werkstücke.

nes hochpräzisen Schrittmotors aufeinander zu bewegt werden. Bei optimaler Synchronisation des elektrischen Stroms mit allen chemischen und physikalischen Parametern (Motorvortrieb, Abstand) wird eine ortsdefinierte elektrochemische Auflösung des Werkstückes erzielt, und die Formkathode präzise und verschleißfrei in des Werkstück umkopiert. Der Vorteil beim entwickelten Prozess liegt darin, dass ein tiefer präziser Metallabtrag ohne mechanischen und abrasiven Kontakt mit Werkzeugen erzielt wird und dass keine lokalen Temperaturspitzen auftreten. Weitere Vorteile sind der verschleißfreie Formwerkzeugeinsatz und die Anwendung von Gleichströmen geringer Spannung und niedrige Prozesstemperaturen.

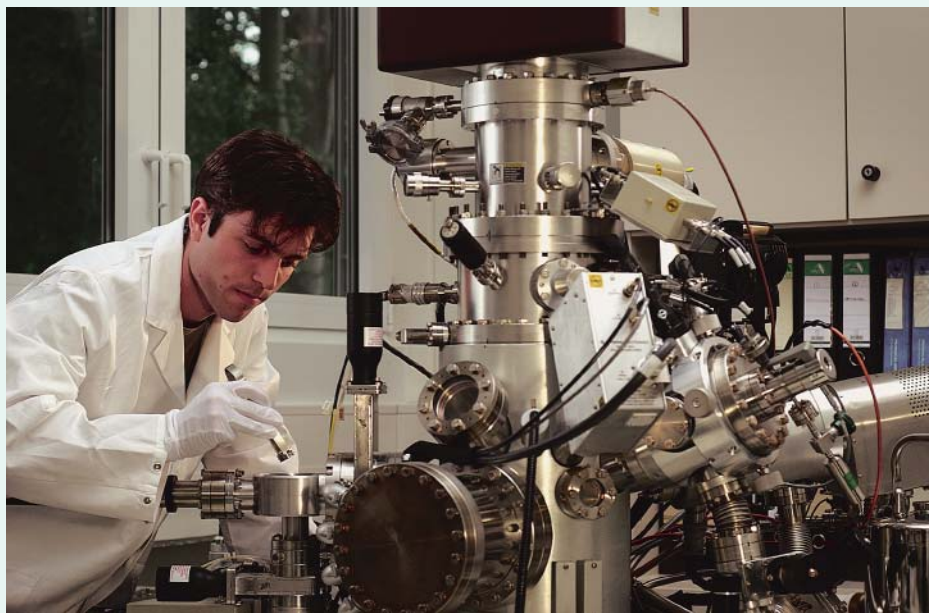
Mit dieser Entwicklung wurde nachgewiesen, dass auch extreme Materialien bei geeigneter Elektrolytauswahl mit ECM bearbeitbar sind wobei erste Demonstratoren gefertigt werden können.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Luft- und Raumfahrtindustrie
- Chemische Industrie
- Oberflächenveredelung und Werkzeugbau



Eine Probe wird in die Scanning-Auger-Nanoprobe PHI 680 eingeschleust.

sung der Spektren ermöglichen Liniendriften und veränderte Linienformen zu erkennen und so Informationen über chemische Bindungen zu gewinnen, etwa die Unterscheidung von graphitischem und karbidischen Kohlenstoff oder von Metallen und deren Oxide.

Bei den am Forschungszentrum Karlsruhe untersuchten Materialien handelt es sich um mikro- und nanoskalige Strukturen und Systeme (Nanoröhren, LIGA-Mikrostrukturen oder Gassensormikroarrays) und um nanoskalige Ein- und Viellagenschichten mit Schichtdicken von 5 bis 100 Nanometern (ferromagnetische

**KNMF**

Die Technologieplattform „Karlsruhe Nano Micro Facility“, kurz KNMF, konzentriert das gesamte interdisziplinäre Angebot der am 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 Methoden zu deren Charakterisierung. Die KNMF bietet Technologien für Nano- und Mikrosysteme in Polymeren, Keramik und Metall aus einer Hand und einen direkten Zugang zu Prozessen, Geräten und Expertenwissen. Sie bietet Unterstützung bei Forschung und Entwicklung innovativer Ideen, so dass Unternehmen in Zusammenarbeit ihre Forschungs- und Entwicklungskosten sowie ihre Risiken minimieren. Durch ein kundenorientiertes Management hat der Auftraggeber nur einen Ansprechpartner, von der Beratung über Design bis hin zu Funktions- und Labormustern. [www.knmf.de](http://www.knmf.de)

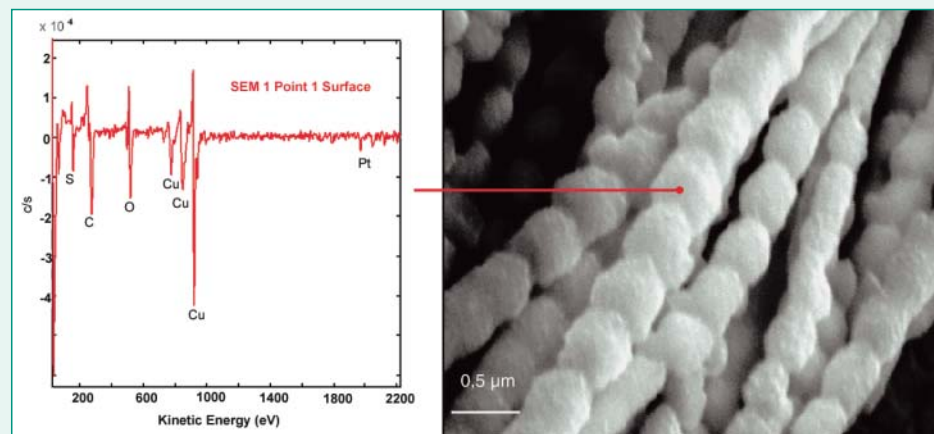
## Analytik in Nanometerdimensionen

Die Karlsruhe Nano Micro Facility stellt sich vor: RESEARCH TO BUSINESS bietet einen Einblick in die Vielzahl der Möglichkeiten dieser Technologieplattform in einer Serie (5. und letzter Teil).

Um Strukturen und Systeme in Mikrometer- und Nanometerdimensionen zu entwickeln und zu untersuchen, werden Analysemethoden zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung benötigt, deren Ortsauflösung wesentlich kleiner als die Struktur ist. Die lateral hochauflösende Augerelektronenspektrometrie (AES) mit einem Informationsvolumen von 15 bis 250 Kubiknanometer bietet die idealen Voraussetzungen hierfür. Die zum Elementnachweis verwendeten charakteristischen Augerelektronen können nur aus den obersten Atomlagen austreten; das sind je nach Element 0,2 bis vier Nanometer der untersuchten Struktur. Die laterale Auflösung richtet sich nach dem Durchmesser des anregenden Elektronenstrahls und liegt für eine

realistische Elementanalyse bei weniger als zwanzig Nanometer. Durch zeilenförmiges Abtasten kann die Punktanalyse auf eine Linie oder Fläche von einigen Mikrometern oder Quadratmikrometern ausgedehnt werden und Elementverteilungsbilder generieren. Analytische Informationen in die dritte Dimension – vom Kubiknanometer bis zum Kubikmikrometer – werden durch Ionenabtrag, bevorzugt Argon, der Materialoberfläche und gleichzeitiger Spektrenaufnahme gewonnen.

Im Prinzip können alle Elemente von Lithium bis Uranium nachgewiesen werden. Die Nachweisstärke des Verfahrens liegt insbesondere bei den leichten Elementen ab rund 0,1 bis einem Atomprozent. Verbesserte Energieauflö-



Quantitative Oberflächenanalyse an einem Kupfernanodraht.

Schichten oder multifunktionale Schutzschichten). Die Mikro- und Nanostrukturen müssen elektrisch leitend oder mindestens halbleitend sein, um augerelektronenspektrometrisch untersucht werden zu können.

**WEITERE INFORMATIONEN**

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

**ARTIKEL INTERESSANT FÜR**

- Mikrotechnik
- Nanotechnologie
- Materialentwicklung
- Qualitätskontrolle

## Kohlenstoffnano- röhren mit Poly- acylierung reinigen

Eine neue Methode ermöglicht die Gewinnung von reinen Nanoröhren.

Kohlenstoffnanoröhren mit ihren besonderen Eigenschaften ermöglichen viel versprechende Anwendungen. Doch leider liefern die modernen Herstellungsverfahren, mit denen Nanoröhren in größeren Maßstäben produziert werden, nur Mischungen aus leitenden und halbleitenden Röhren sowie nicht einheitliche Nanoröhren mit sehr unterschiedlichen Längen und Durchmesser. Die Kohlenstoffnanoröhren tendieren dazu, sich zu bündeln und sich in organischen Lösungsmitteln nicht zu lösen. Störende Wirkungen, besonders für die Nanoelektronik, sind vorprogrammiert.

Forscher des Instituts für Nanotechnologie am Forschungszentrum Karlsruhe und des Centrums für Funktionelle Nanostrukturen der Universität Karlsruhe (CFN) haben eine neue Reinigungsmethode entwickelt. Mit Hilfe von Friedel-Crafts-Katalysatoren haben die Wissenschaftler die kleinen Röhren mit Erfolg funktionalisiert. Die Wissenschaftler behandelten die Nanoröhren in milden, lösungsmittelfreien Reaktionsbedingungen (Aluminiumtrichlorid/Natriumchlorid-Schmelze) und danach in Wasser um die modifizierte Röhren



Kohlenstoffnanoröhren mit verschiedenen Längen und Durchmesser eignen sich nicht für die Nanoelektronik.

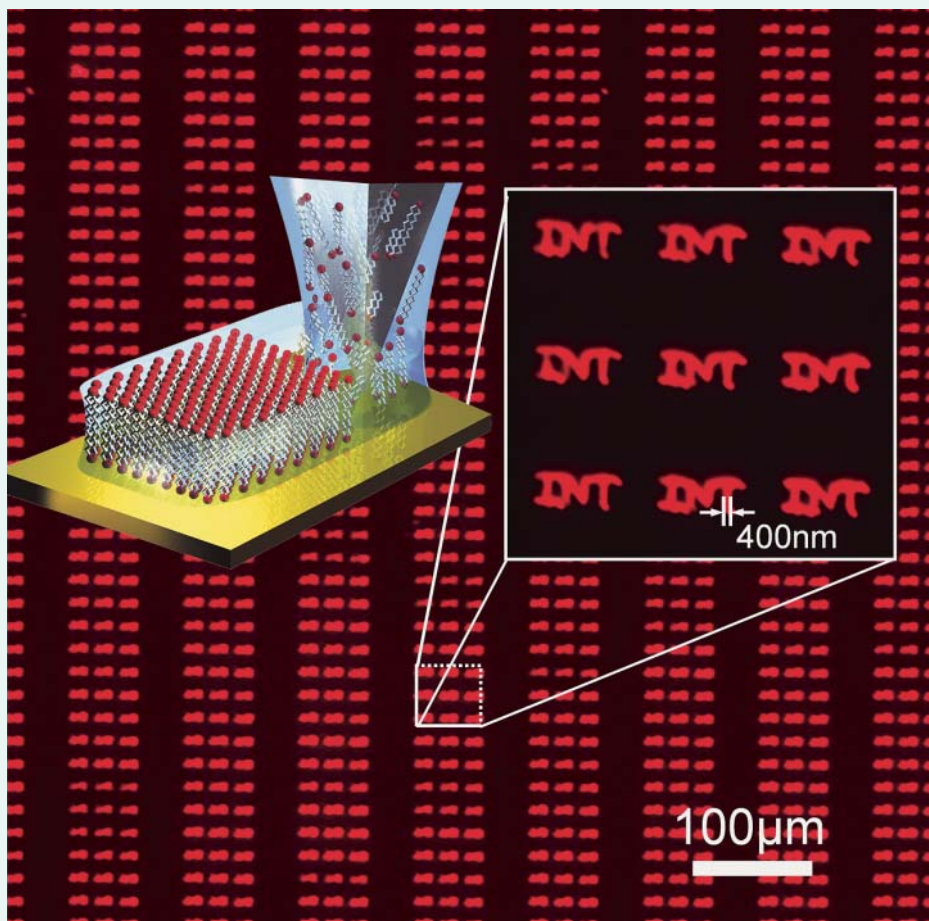
vom Katalysator zu trennen. An den Röhren haften fettähnliche Acylgruppen mit langen Ketten oder mit perfluorierten Acylresten; dadurch lösen und verteilen sich diese Nanoröhren in verschiedenen Lösungsmitteln. Die polyacylierten Nanoröhren wurden von den metallischen katalytischen Nanopartikeln (die bei deren Herstellung eingesetzt sind) getrennt. Die acylierten Reste konnte man durch milde Methanolyse entfernen und damit die reinen Nanoröhren zurück gewinnen.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Nanoelektronik
- Materialwissenschaft
- Solare Energiegewinnung



Das Bild zeigt die Fluoreszenz-Aufnahme einer Struktur aus Phospholipiden. Das kleine Bild links demonstriert das Herstellungsverfahren, das Bild rechts zeigt einen Detailausschnitt.

## Molekulare Tinte für den spitzesten Stift der Welt

Ein lithographisches Verfahren eröffnet neue Möglichkeiten in der Nanotechnologie.

Dip-Pen-Nanolithographie (DPN) ist ein Verfahren zur Strukturierung von Oberflächen. Dazu wird die Spitze eines Rasterkraftmikroskops als extrem scharfe Tintenfeder eingesetzt, um molekulare Tinten lokal auf einem Substrat aufzutragen. Durch ein Array von Spitzen lässt sich dieses Verfahren zudem massiv parallelisieren. Im Vergleich zur Standard-Lithographie erlaubt die DPN den Einsatz verschiedener Tinten und zeichnet sich durch einen hohen Durchsatz und eine hohe laterale Auflösung kleiner als 20 Nanometer aus. Diese Kennzahlen prädestinieren die DPN für die Herstellung biomolekularer Arrays.

Phospholipide sind Biomoleküle, die sich unter physiologischen Bedingungen selbst organisieren und die Doppel-Lipidschicht einer Biomembran bilden. Jedoch sind die bekannten Verfahren zur Herstellung von Phospholipid-Arrays in ihrer lateralen Auflösung erheblich eingeschränkt. Ein neuer Ansatz ermög-

licht erstmals den Einsatz von Phospholipiden als universaler Tinte für die DPN auf einer Vielfalt an Substraten.

Mit der neuen Tinte eröffnet die Forscher des Instituts für Nanotechnologie Möglichkeiten, die mit herkömmlicher DPN oder anderen Strukturierungstechniken nicht erreichbar waren. Das volle Potenzial der DPN wird dann ausgeschöpft, wenn zusätzlich fettlösliche Substanzen in der Phospholipid-Tinte gelöst werden. Anwendungen dieser Technik sind biochemische Sensoren, Screening und Zubereitung von Arzneimitteln, Membrantechnologie und Nanofabrikation.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Hersteller von biochemischen Sensoren
- Membrantechnologie
- Screening von Arzneimitteln

## Termine

März bis Mai 2007

**27.–29. März 2007**

**Nürnberg / Messezentrum  
POWTECH**

Auf der Internationalen Fachmesse für mechanische Verfahrenstechnik und Analytik präsentiert sich das Institut für Technische Chemie mit Anwendungen zur Abgasreinigung und Toxizität von Feinstpartikeln (Halle 8, Stand 216).  
[www.powtech.de](http://www.powtech.de)

**22.–26. April 2007**

**Stuttgart / Messe Killesberg  
Intervitis Interfructa**

Die Firma KEA-TEC GmbH und das Forschungszentrum Karlsruhe vermarkten auf der internationalen Technologiemesse für Wein, Obst und Fruchtsaft innovatives Verfahren zur Maischebehandlung bei der Safftherstellung und in der Kellerwirtschaft (Halle 5, Stand 616).  
[www.intervitis-interfructa.de](http://www.intervitis-interfructa.de)

**6.–9. Mai 2007**

**Karlsruhe, Queens Hotel  
Konferenz für HP-CAST 8**

Das Steinbuch Centre for Computing betreibt ein HP CX4000-System, den so genannten Landeshöchstleistungsrechner. Dieser steht sowohl für die Hochschulen des Landes als auch für Projekte von Unternehmen zur Verfügung. Das Steinbuch Centre for Computing ist Gastgeber des weltweiten Treffens der HP-CAST (Hewlett-Packard Consortium for Advanced Scientific and Technical Computing). Dabei kommen HPC-Kunden aus aller Welt zum Erfahrungsaustausch zusammen.  
[www.hp-cast.org](http://www.hp-cast.org)

**14.–17. Mai 2007**

**Peking / China International  
Exhibition Center**

**AchemAsia**

Die AchemAsia ist Asiens umfangreichste Ausstellung für die chemische Prozessindustrie. Das Forschungszentrum Karlsruhe präsentiert sich auf dem deutschen Gemeinschaftsministeriums mit Exponaten zu modernen Umwelttechnologien.  
[www.achemasia.com](http://www.achemasia.com)

## Europäisches Exzellenznetzwerk für Mikrooptik

Die Institute des Forschungszentrums Karlsruhe koordinieren Netzwerke. RESEARCH TO BUSINESS stellt sie vor.

Das europäische Exzellenznetzwerk NEMO, Network of Excellence on Micro-Optics, ist ein von der europäischen Kommission im Jahr 2004 gegründetes Netzwerk, um Europas Kompetenzen auf dem Gebiet der Mikrooptik effektiv zu bündeln und sie für Industrie und Forschung zugänglich zu machen.

NEMO vereinigt mit derzeit 35 Partnern in zwölf Ländern ein umfassendes Know-how im Bereich mikrooptischer Fertigungsmethoden und Anwendungsmöglichkeiten. Das Netzwerk deckt mit seinen sechs industrieorientierten Service- und Technologiezentren die gesamte mikrooptische Wert-

schöpfungskette ab, so dass umfassende Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen auf dem Gebiet der Simulation, der Messtechnik und Charakterisierung, der Fertigung, der Aufbau- und Verbindungstechnik sowie der Zuverlässigkeit und der Standardisierung erbracht werden. Auch unterstützt NEMO die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der einzelnen Netzwerkpartner, um neue Technologien und innovative Produkte für mikrooptische Anwendungsfelder zu fördern. Hierbei handelt es sich um zukunftsorientierte Forschungsgebiete wie im Bereich PCB- und MCM Verbindungen, mi-

krooptische Strukturen für Sensoranwendungen, nicht konventionelle mikrooptische Elemente, Plattformen für optische MEMS, Strukturen für optische Oberflächen im Sub-Wellenlängenbereich und high-performance Komponenten in der IR-Mikrooptik. Um von NEMOs Kompetenzen zu profitieren, melden sich Interessierte beim Industrial User Club (IUC). Gegen einen Beitrag können alle Unternehmen Mitglied im IUC werden, die im Bereich der Mikrooptik tätig sind, sei es als Technologielieferant oder als Anwender und Hersteller von mikrooptischen Komponenten oder Systemen. Für kleine und mittelständische Unternehmen bestehen besondere Konditionen.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort
- <https://industry.micro-optics.org>
- [info@micro-optics.org](mailto:info@micro-optics.org)

## Vertiefen Sie Ihr Wissen

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



### Precision Agriculture

Das Buch analysiert die ökonomischen und ökologischen Potenziale einer Landwirtschaft mit Satellit und Sensor.

Deutscher Fachverlag  
ISBN 3-86641-080-8  
[www.itas.fzk.de](http://www.itas.fzk.de)



### Institut für Materialforschung III

Die Broschüre informiert über die Arbeiten des Instituts, das Werkstoffe für Anwendungen in der Mikro-, Nano- und Energietechnik entwickelt.

Bestellen Sie mit beiliegender Faxantwort



### Nukleare Stilllegungsprojekte

In elf Beiträgen beschreiben die Autoren die Durchführung

von nuklearen Stilllegungsprojekten im Forschungszentrum Karlsruhe.

Bestellen Sie mit beiliegender Faxantwort

## Impressum

### RESEARCH TO BUSINESS

Der Newsletter für Kunden des Forschungszentrum Karlsruhe

### REDAKTION

Dr. Thomas Windmann  
Viktoria Fitterer

### GESTALTUNG

BurdaYukom Publishing GmbH,  
München

### LAYOUT | FOTOS

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

### DRUCK

Stober GmbH, Eggenstein

### NACHDRUCK

mit Genehmigung der Forschungszentrum 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](mailto:info@map.fzk.de)

### INTERNET

[www.fzk.de](http://www.fzk.de)