

NanoEnergie

EIN NEWSLETTER
VON CENIDE

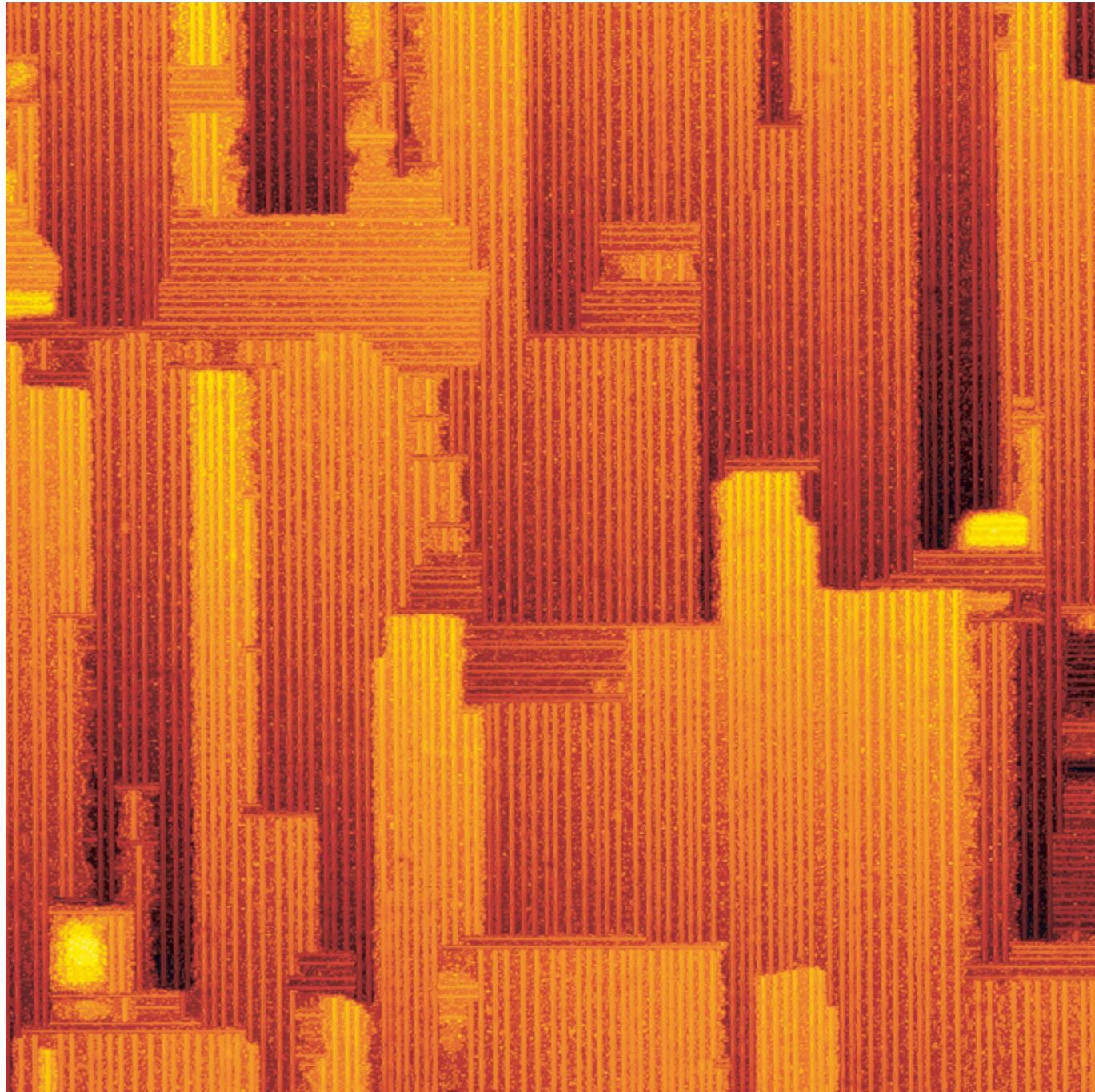
7

FORSCHUNG UND WIRTSCHAFT Mut zur Kommunikation

INTERVIEW Nobelpreisträger Prof. Dr. Jean-Marie Lehn im Gespräch

RISIKOPROFIL Die Nanotechnologie aus Sicht der Munich Re

TERMINE Veranstaltungen rund um die Nanotechnologie





MUT ZUR KOMMUNIKATION

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

seit einigen Jahren kommunizieren Unternehmen den Einsatz von Nanotechnologie in ihren Produkten zunehmend seltener. Das verunsichert die Verbraucher und führt zu Bedenken, so die Ergebnisse einer Studie des Bundesamts für Gesundheit der Schweiz und der Stiftung Risiko-Dialog St. Gallen unter der Leitung von Dr. Antje Grobe. Die offenbar vorauselende Schlussfolgerung der Unternehmen, „Nano“ werde grundsätzlich negativ bewertet, ist einerseits falsch – nur vier Prozent der Befragten aus Deutschland und der Schweiz sehen das so – und andererseits fatal: Durch die fehlende Information über Nanoprodukte spekulieren Verbraucher, Nanoprodukte hätten nicht funktioniert oder die Technologie stecke noch in den Kinderschuhen.

Dabei sind die Konsumenten im Rahmen ihrer Möglichkeiten gut informiert: Sie können Anwendungen in der Medizin, Energietechnik, Oberflächenbeschichtung, Elektronik und Hygiene benennen und bewerten sie positiv. Und der gestiegenen Unsicherheit zum

Trotz zeigen sich die Befragten neugierig: 64 Prozent würden ein Nano-Produkt ausprobieren.

„Daher müssen die Kommunikationsstrategien von Unternehmen, Behörden, Wissenschaftlern und von den Umwelt- und Verbraucherorganisationen dringend auf den Prüfstand, damit die Nano-Debatte nicht einen ähnlichen Verlauf nimmt, wie die um die Gentechologie“, bilanziert Grobe. Für den Aufbau von Vertrauen in Prozesse und Akteure fordert sie von Unternehmen ehrliche Kommunikation über Nanoprodukte und von neutralen Einrichtungen allgemeinverständliche Informationen über Risikoforschung.

Mit dem NanoEnergie-Newsletter befinden wir uns also auf dem richtigen Weg.

Den steten Willen zur offenen Kommunikation wünscht Ihnen

Prof. Dr. Christof Schulz,
Wissenschaftlicher Direktor NanoEnergieTechnikZentrum

Impressum

HERAUSGEBER

CENIDE

AUSGABE

07 (2012)

ERSCHEINUNGSWEISE

NanoEnergie erscheint 4-mal im Jahr

PROJEKTLITUNG

Dr. Marion Franke

REDAKTION

Birte Vierjahn, CENIDE | Dr. Martin Bruckmann, Marcellini Media GmbH

KONZEPT UND UMSETZUNG

Marcellini Media GmbH

PAPIER

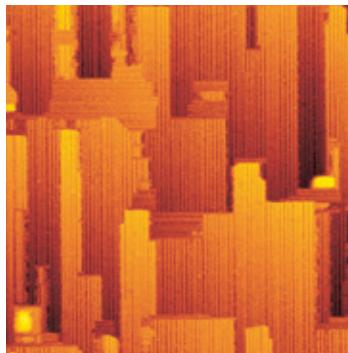
Gedruckt auf EnviroTop (aus 100 % Altpapier, klimaneutral produziert) mit Druckfarben aus nachwachsenden Rohstoffen

DRUCK

Gutenberg-Druckerei GmbH, Bottrop

KONTAKT

Birte Vierjahn
Forsthausweg 2
47057 Duisburg
Tel.: +49 203 379-1456
Fax: +49 203 379-1895
E-Mail: cenide@uni-due.de
www.cenide.de



Selbstorganisierte Bismut-Nanostrukturen auf einer Silizium-Oberfläche, aufgenommen mit einem Rastertunnelmikroskop. Jeder Punkt entspricht einem einzelnen Bismutatom. (Dimension: 370 nm x 470 nm)

Editorial

2 MUT ZUR KOMMUNIKATION Vorwort von Prof. Dr. Christof Schulz

Kurznachrichten

4 AKTUELLES AUS DER FORSCHUNG IN KÜRZE

Interview

6 EIN WEG ZUM ERFOLG Faszination Systematik – Nobelpreisträger Jean-Marie Lehn im Interview

Forschung & Wirtschaft

8 ULTRALEICHTE SOLARZELLEN Christoph Gutsche, Universität Duisburg-Essen

9 WASSERSTOFF AUS PHOTOSYNTHESE Dr. Artur Braun, Debajeet K. Bora, Empa, Dübendorf

10 NANO ZWISCHEN PLASTIK(EN) Birte Vierjahn, Universität Duisburg-Essen

12 NANOPARTIKEL-AGGREGATE Dr. Daniel Schunk, Dr. Frank Marlow, MPI für Kohlenforschung, Mülheim a. d. Ruhr

13 STARK IM VERBUND Prof. Dr. Tobias Hertel, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg

14 KATALYSE UND ENERGIEWANDLUNG Prof. Dr. Martin Muhler, Ruhr-Universität Bochum

16 RISIKOPROFIL DER NANOTECHNOLOGIE Dr. Gerhard Schmid, Munich Re, München

18 SPINS IN NANOKRISTALLEN Prof. Dr. Manfred Bayer, TU Dortmund

Termine

19 VERANSTALTUNGEN RUND UM DIE NANOTECHNOLOGIE

DEUTSCH-RUSSIISCHE INSTITUT

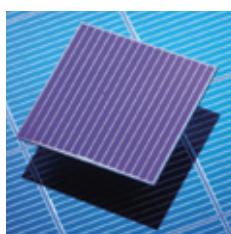
„Institute for Advanced Energy Related Nanomaterials“ in Ulm gegründet

Im laufenden „Deutsch-Russischen Jahr für Bildung, Wissenschaft und Innovation“ haben Wissenschaftler der Universität Ulm und der Moskauer Lomonosov-Universität (Moscow State University) das „Institute for Advanced Energy Related Nanomaterials“ gegründet. Dort sollen Nanomaterialien für Energieanwendungen, also Brennstoffzellen, Solarzellen oder etwa Lithium-Ionen-Batterien, in Theorie, Experiment und Computersimulation erforscht und optimiert werden. Hervorgegangen ist das neue Institut aus dem Ulmer „Institute of Polymer Science“ unter der Leitung des Lomonosov-Vizepräsidenten und Ulmer Honorarprofessors Alexei Khokhlov und weiteren deutsch-russischen Projekten. Bereits seit 20 Jahren besteht eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Leiter des Instituts für Festkörperphysik, Professor Ziemann, und dem russischen Staatspreisträger Professor Khokhlov. Khokhlov gilt als einer der weltweit führenden Forscher im Bereich Polymerphysik. Auch der stetige Austausch junger und erfahrener Wissenschaftler zwischen den Universitäten Ulm und Moskau intensiviert die deutsch-russische Zusammenarbeit.

Quelle: <http://www.idw-online.de>



Fotos: © Universität Ulm (1) / © FZ Jülich (1) / © HZB (1) / © Universität Marburg (1)



TURBO FÜR SOLARZELLEN AM HZB GEZÜNDET

Herkömmliche Solarzellen können den energiearmen Anteil aus dem Licht der Sonne nicht verwerten, deshalb ist ihr Wirkungsrad physikalisch auf ca. 30 % begrenzt. Forscher des Helmholtz-Zentrums Berlin für Materialien und Energie (HZB) haben in Zusammenarbeit mit der Universität Sydney mit organischen Substanzen an der Rückseite der Panels eine Art „Turbo für Solarzellen“ entwickelt. Dadurch können zwei energiearme Photonen mit Wellenlängen im roten Bereich zu einem energiereichen Photon mit einer Wellenlänge im gelben Bereich gebündelt werden.

Quelle: www.helmholtz-berlin.de



BRENNSTOFFZELLE IN JÜLICH VERBESSERT

Zehntausend Betriebsstunden hat ein Hybridsystem auf Basis von Direkt-Methanol-Brennstoffzellen (DMFC) im Praxistest absolviert. Anders als Batterien müssen DMFC-Systeme nicht aufwendig und zeitintensiv aufgeladen werden. Der flüssige Brennstoff Methanol wird direkt in elektrischen Strom umgewandelt. Die Lebensdauer ist im Vergleich zu derzeitigen Batteriesätzen etwa doppelt so hoch. Damit sei auch die Wirtschaftlichkeit gegeben, betont Institutsleiter Prof. Dr. Detlef Stolten. Testfahrzeug für den Block ist ein elektrischer Hubwagen.

Quelle: www.fz-juelich.de



MESSZELLE FÜR ELEKTROLYTE MINIATURISIERT

Marburger Chemiker um Professor Dr. Bernhard Rolling haben eine elektrochemische Mikromesszelle entwickelt, die Messungen der Elektrolyteigenschaften bei sehr geringen Mengen ermöglicht. Die Mikromesszelle ist bereits jetzt stark nachgefragt. Eingesetzt wird sie bei der Optimierung von Batteriezellen. Im Labor synthetisierte neue Elektrolytmaterialien liegen oft nur in sehr geringen Mengen vor und sind entsprechend teuer. Daher ist es vorteilhaft und von großer Bedeutung, schon mit diesen kleinen Mengen Untersuchungen durchführen zu können.

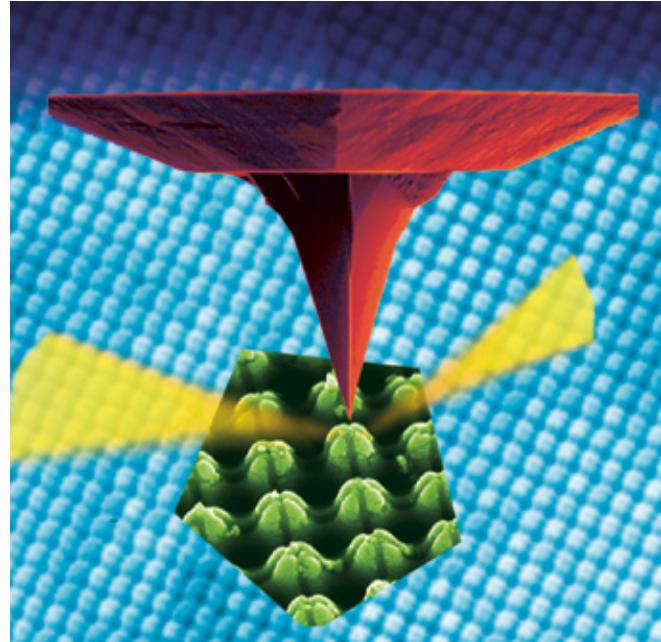
Quelle: www.uni-marburg.de

NANO IN DRITTER DIMENSION

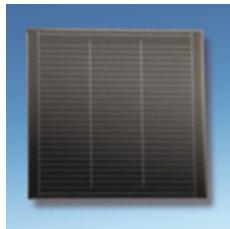
Neue Forschergruppe an der TU Ilmenau nimmt Arbeit auf

Die neue Nachwuchsforschergruppe „Dreidimensionale Nanostrukturierung zur Realisierung von Hochleistungs-Nano-Bautelementen“ wird wesentlich dazu beitragen, die im Institut IMN MacroNano® angestrebte Mikro-Nano-Integration zu realisieren, also kleinste Nanobauteile in Mikrosysteme zu integrieren. Geleitet wird die Gruppe von dem 41-jährigen Prof. Yong Lei. Forschungsziel ist es, dreidimensionale Nanostrukturen aus unterschiedlichen Materialien herzustellen. Zunächst werden die Forscher vier ausgewählte Nanobauteile realisieren, davon zwei aus dem Energiebereich: Zum einen eine monolithische Tandem-Solar-Brennstoffzelle, die effizient Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff spaltet. Zum anderen einen Super-Kondensator mit hoher Energie- und Leistungsdichte, der als Energiespeichermedium Batterien in spezifischen Anwendungen, wie zum Beispiel Autos, unterstützen oder ersetzen soll. Gefördert wird das Projekt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), vom Land Thüringen und vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE).

Quelle: <http://www.idw-online.de>



Fotos: © TU Ilmenau (1) / © FZ Jülich (1) / © Industriethermografie, Dipl. Ing. Harald Schweiger (1) / © Shutterstock (1)



NEUES PHOTOVOLTAIK-TECHNIKUM IN JÜLICH

Das Forschungszentrum Jülich hat ein neues Technikum eingeweiht: Die Arbeiten im 2,1 Millionen teuren Neubau konzentrieren sich auf die Entwicklung von Stapsolsolarzellen aus amorphem und mikrokristallinem Silizium. Für diese Solarzellen werden transparente, leitfähige Kontaktsschichten entwickelt, die durch ihre Mikrotextur für einen effektiven Licht-einfang sorgen. Auf einer Fläche von 560 Quadratmetern bietet das neue Labor modernste Möglichkeiten, um z. B. Dünnschichtsolarmodule aus Silizium zu testen und weiterzuentwickeln.

Quelle: www.fz-juelich.de



ELEKTRISCHE ENERGIE AUS KÖRPERWÄRME

Forscher der amerikanischen Wake-University haben einen Stoff entwickelt, der die Umgebungswärme nach dem thermoelektrischen Prinzip in Strom umwandeln kann. Der Stoff, genannt „Power Fabric“ oder „Nano-Filz“, ist zudem günstig in der Herstellung. Das thermoelektrische Material besteht aus Plastikfasern, in die Nanoröhren aus Kohlenstoff eingebettet sind. Denkbar ist der Einsatz des stromliefernden Stoffes als Isoliermaterial, im Auto und als funktionelle Kleidung zur Nutzung der Körperwärme. Derzeit können allerdings erst ca. 140 Nanowatt erzeugt werden.

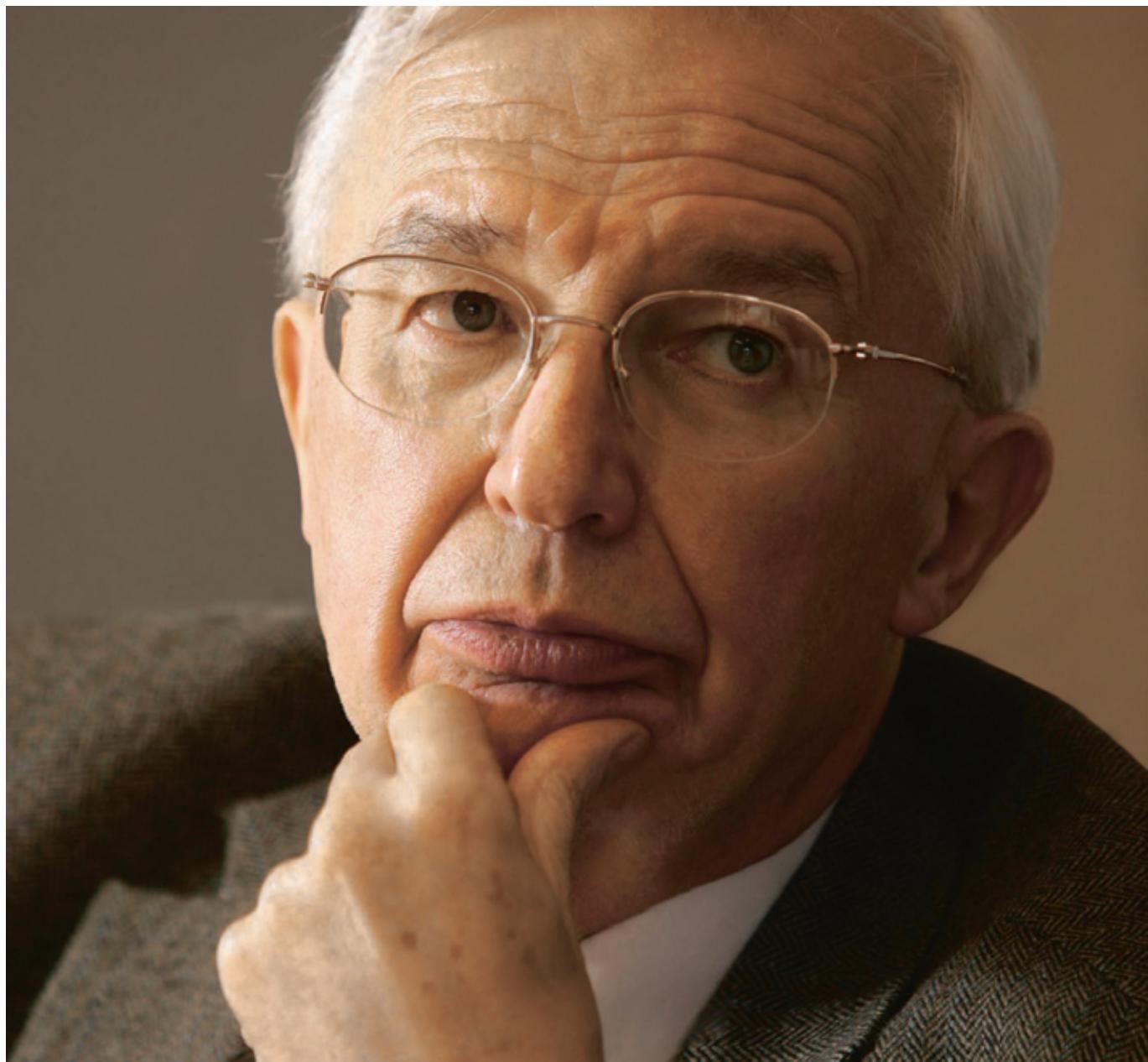
Quelle: www.innovations-report.de



NANORÖHREN SPEICHERN SONNENENERGIE

Amerikanische Forscher haben eine neue Möglichkeit entdeckt, die Energie des Sonnenlichts chemisch zu speichern. Als effektiver „Licht-Akku“ erwies sich eine Verbindung aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen und einem organischen Ringmolekül, z. B. Azobenzol. Von Licht angestrahlt, ändert dieser Komplex seine Struktur zu einer energiereicheren Form. Erst wenn er einen weiteren Reiz erhält, springt die Struktur in die alte Form zurück. Dabei gibt sie die gespeicherte Energie wieder als Wärme ab. Der „Licht-Akku“ erreicht die Energiedichte eines herkömmlichen Li-Ionen-Akkus.

Quelle: www.scinexx.de



Fotos: © Prof. Dr. Jean-Marie Lehn (2)

EIN WEG ZUM ERFOLG

Faszination Kreativität – Nobelpreisträger Jean-Marie Lehn im Interview

CENIDE: Herr Prof. Dr. Lehn, sind Sie noch selbst im Labor tätig?

Ich gehe noch regelmäßig ins Labor, um mit meinen Mitarbeitern zu diskutieren, aber ich führe selbst keine Experimente durch, dafür fehlt mir die Zeit. Der Dirigent geht ja auch nicht die Trompete blasen.

CENIDE: Was war der Auslöser für Sie, damals Chemie zu studieren?

In den Vorlesungen habe ich festgestellt, dass die Chemie über einen schönen, strukturierten Aufbau verfügt. Dadurch kann man verstehen, was passiert, wenn chemische Reaktionen ablaufen. Mich hat fasziniert, welche Schöpfungskraft die Chemie hat und welche Chancen sie bietet, etwas völlig Neues erschaffen zu können. Die anderen Naturwissenschaften und die Philosophie haben mich auch interessiert,

ebenso die Musik. Aber man hat nur ein Leben, das ist das Problem.

CENIDE: Wo haben Sie hauptsächlich gearbeitet? Wie kam es, dass Sie auch in Karlsruhe am KIT tätig sind?

Die meiste Zeit war ich an der Universität Straßburg tätig. Zusätzlich war ich fast dreißig Jahre lang Professor am Collège de France in Paris. In Karlsruhe habe

ich zum Aufbau des Instituts für Nanotechnologie beigetragen, weil man meine Hilfe gut gebrauchen konnte. Die Frage war nur, wie kann man die Chemie am besten aufbauen, wenn die meisten Forscher dort Physiker sind? Aber es hat funktioniert und mir wurde die Möglichkeit gegeben, die besten meiner Mitarbeiter dorthin zu bringen, so dass sie sich selbstständig entwickeln konnten.

CENIDE: Welchen Unterschied haben Sie in der Forschungskultur zwischen den einzelnen Ländern festgestellt?

In den USA zum Beispiel ist die Selbstinitiative ausgeprägter, solide Kenntnisse sind wiederum ausgeprägter in Europa

»MICH HAT FASZINIERT, WELCHE SCHÖPFUNGS- KRAFT DIE CHEMIE HAT«

und in den asiatischen Ländern. Aber es gibt auch Unterschiede zwischen China und Japan: China ist sehr dynamisch, Japan dagegen organisierter. Wenn die Forschungskultur fortgeschritten ist, werden sich die einzelnen Länder ähnlicher. In den USA ist sozusagen die Viskosität gering, da ändern sich die Dinge schnell, aber es fehlt etwas die Kontinuität. In Europa ist die Viskosität zu hoch, es ist schwierig, etwas zu ändern, aber das gibt wiederum auch die notwendige Stabilität.

CENIDE: Welchen Einfluss hat die Verleihung des Nobelpreises auf Ihre Laufbahn gehabt? Ja, der Nobelpreis hat mein Leben sehr beeinflusst. Er hat schon geholfen, mehr Geld für meine Forschung zu bekommen. Ich habe aber versucht, ihn nicht zu sehr dafür zu nutzen. Durch den Nobelpreis bekomme ich viel mehr Vorschläge, kann aber auch leichter absagen, da die Leute wissen, dass man sehr beschäftigt ist.

CENIDE: Haben Sie auch viel mehr Bewerbungen von Doktoranden bekommen, die bei Ihnen arbeiten wollten?

Ja, das ist ein Vorteil, und es ist auch eine Selbstselektion: Es melden sich nur die Gu-

ten. Und man kann leichter absagen, wenn der Arbeitskreis zu groß wird. Ich möchte mit meinen Mitarbeitern im Labor sein. Ich möchte nicht, dass mich die anderen Sachen zu sehr ablenken und ich keine Forschungsarbeit leisten kann, dann habe ich nämlich in ein paar Jahren nichts mehr zu sagen.



Prof. Dr. Jean-Marie Lehn präsentiert ein Modell eines polyzyklischen Kryptat-Käfigmoleküls

CENIDE: Wie schätzen Sie die Bedeutung der Nanotechnologie für den wissenschaftlichen Fortschritt ein?

Nanotechnologie hat es schon gegeben, ohne dass man sie so genannt hat, aber die Benennung hat schon einen starken Einfluss. Es gibt viele Gebiete, aber für mich ist die Nanotechnologie eine zusammenhängende Sache. Wichtig ist es zu wissen, dass es nicht nur vereinzelte Nanostruktur-

»DER DIRIGENT GEHT JA AUCH NICHT DIE TROMPETE BLASEN«

ren gibt, die auf der Nanoebene besondere Eigenschaften besitzen, sondern auch, dass man auf diesem Wege etwas stufenweise aufbauen kann.

CENIDE: Kann man Forschungserfolge Ihrer Ansicht nach planen?

Ja, aber man muss eine Idee haben, was man machen möchte. Wenn Sie ein Kernphysiker sind, dann können Sie es vorher berechnen. In der Chemie ist die Sache

schwieriger, weil sie etwas sehr Komplexes ist. Bei der Lösung einer Substanz z. B. spielt nicht nur die Eigenschaft der Substanz eine Rolle, sondern auch das Lösungsmittel, die Temperatur, der Druck und einiges mehr. So ist es schon schwieriger, den Erfolg zu planen. Es gibt viele Fälle, wo dem Forscher plötzlich

»DER ZUFALL HILFT NUR DEM VORBEREITETEN GEHIRN«

etwas einfällt und man dann erst merkt: „Aha, das ist ja eine interessante Sache.“

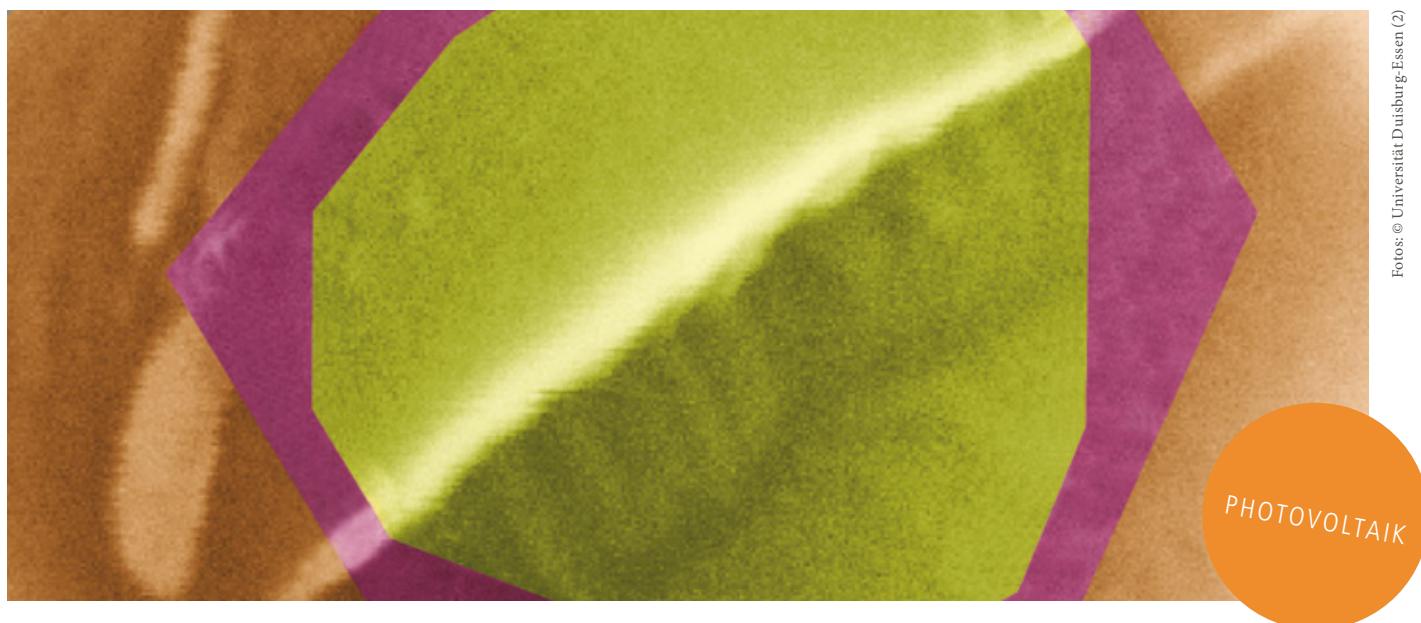
CENIDE: Wenn sie jungen Kollegen einen Rat geben könnten, die jetzt gerade als Doktoranden anfangen oder als Studenten in den letzten Semestern sind, welcher wäre das?

Viel arbeiten! Ohne das funktioniert es nicht! Man muss ganz gezielt auf etwas losgehen und trotzdem offen genug sein, um sehen zu können, ob sich nicht im Laufe der Arbeit etwas Interessanteres für die eigene Forschung ergibt. Natürlich gibt es Zufälle, aber der Zufall hilft nur dem vorbereiteten Gehirn. Zusammengefasst: Wichtig ist es, viel zu lernen, gezielt loszugehen, aber doch offen zu bleiben für Neues, das man für die eigene Forschung verwenden kann.

CENIDE: Was sind Ihre Pläne für die Zukunft? Weitermachen, solange es geht. Solange ich Geld dafür bekomme. Das ist auch ein Zugang zu den jungen Leuten, also zu jungen Gehirnen. Es gibt neue, interessante Richtungen in der Chemie, besonders interessiert mich zur Zeit die sogenannte „dynamische Chemie“ und die Entwicklung einer adaptiven Chemie. Das große Konzept dahinter ist die Selbstorganisation der Materie. Da möchte ich weiterforschen.

CENIDE: Das heißt also, dass Sie weiterhin Dirigent bleiben?

Ja, solange es ein Orchester gibt, die Instrumente, die Musiker und das Geld, um sie zu bezahlen. Solange mache ich weiter.



ULTRALEICHTE SOLARZELLEN

Nanodrähte in Solarzellen: 10.000-fach dünner als menschliches Haar

Innerhalb eines auf drei Jahre angelegten BMBF-Projektes ist es einem Wissenschaftlerteam der Universität Duisburg-Essen gelungen, nanoskalierte Solarzellen aus koaxialen Nanodrähten herzustellen. Dieser Ansatz bietet im Vergleich zu konventionellen Photovoltaik-Modulen Potenzial zur Kostenreduktion sowie zur Steigerung der Effizienz.

Herkömmliche Solarzellen bestehen meist aus gestapelten Schichten p- und n-dotierten Siliziums. Silizium als Trägermaterial ist preiswert, jedoch als indirekter Halbleiter für optische Wechselwirkung wenig geeignet. Siliziumbasierte kristalline Solarzellen müssen eine Schichtdicke von mehreren 100 µm aufweisen, um Licht ausreichend stark zu absorbieren. Dagegen reduziert sich bei direkten Halbleitern wie Gallium-arsenid die notwendige Absorptionslänge um das Hundertfache.

Bisher war eine Kombination der beiden Materialien – sprich: günstiger Träger, effizienter Absorber – aufgrund der unterschiedlichen Kristallgitter nicht möglich. Der flächenmäßig kleine Anwachspunkt von sogenannten Nanodrähten hebt diese



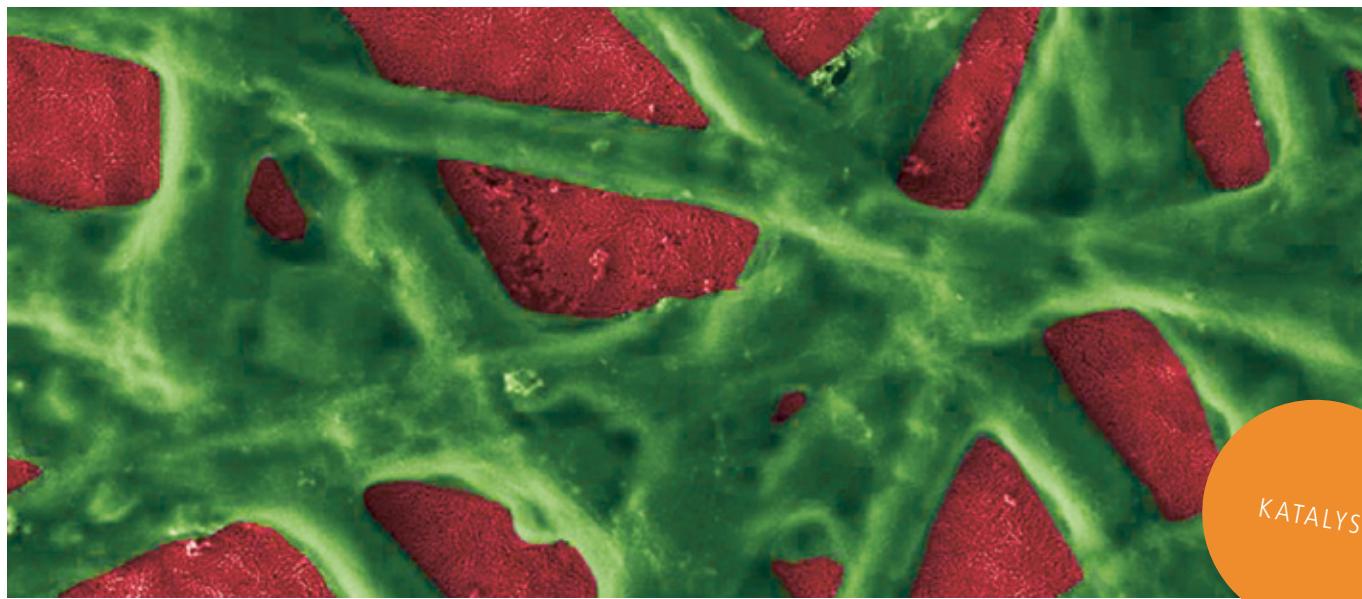
Schematische Darstellung der koaxialen Nanodraht-Solarzelle aus Indiumgalliumphosphid (InGaP)

Restriktion jedoch auf. Nanodrähte sind epitaktisch hergestellte Halbleiterstrukturen, deren Durchmesser tausendfach kleiner ist als bei einem menschlichen Haar. Hinsichtlich einer Verwendung in Solarzellen ist insbesondere eine koaxiale Anordnung der p- und n-Schichten attraktiv, da hier das Verhältnis zwischen Platzbedarf und der zur Stromerzeugung benötigten Grenzfläche deutlich kleiner ist als bei herkömmlichen Systemen. Zudem erfolgt der Ladungstransport in diesem Ansatz senkrecht zum Draht und

somit auf sehr kurzen Wegen – zum Vorteil der Effizienz. Bisher war die getrennte Kontaktierung des inneren n-dotierten Kerns sowie der äußeren p-dotierten Hülle problematisch, daher wurde hier nun eine dünne Zwischenschicht aus Indiumgalliumphosphid (InGaP) eingebaut. Durch diese ist erstmals ein selektives, reproduzierbares, auch gegen Prozessschwankungen robustes Ätzen und somit die Kontaktierung der einzelnen Hälften möglich.

Ein photovoltaischer Effekt wurde bereits nachgewiesen, allerdings muss in Zukunft die Oberfläche der Nanodrähte weiter passiviert werden, um eine Rekombination der erzeugten Ladungsträger zu vermeiden und die derzeitige Effizienz von 4,7 % steigern zu können. Nanodraht-Solarzellen können gerade für Anwendungen, die ein geringes Gewicht erfordern, wie z. B. in der Raumfahrt, interessant sein.

Christoph Gutsche,
Zentrum für Halbleitertechnik
und Optoelektronik,
Universität Duisburg-Essen



Fotos: © Dr. E. Vitol, Argonne National Laboratory (1)/
© Empa Dübendorf (1)

WASSERSTOFF AUS PHOTOSYNTHESE

Wissenschaftler entwickeln hocheffiziente Elektroden aus Algenproteinen

Seit Langem versuchen Wissenschaftler, die Prozesse der natürlichen Photosynthese nachzuahmen und technisch zu nutzen. Einem Team aus schweizerischen und US-amerikanischen Wissenschaftlern ist es nun gelungen, Elektroden aus Algenproteinen zu entwickeln, die auch in der natürlichen Photosynthese eine tragende Rolle spielen.

Bei der Photosynthese wird Sonnenenergie direkt in chemisch gebundene Energie umgewandelt, als Ausgangsstoff wird nichts weiter benötigt als Kohlendioxid und Wasser. Seit Langem wird deshalb versucht, diesen Prozess technisch nachzuahmen. So kann beispielsweise in photoelektrochemischen Zellen (PEC) Wasser mit Solarenergie elektrochemisch gespalten und dadurch Wasserstoff direkt erzeugt werden. Damit entfällt der Umweg, den für eine Elektrolyse benötigten Strom erst durch Photovoltaik gewinnen zu müssen. Die in PEC verwendeten Elektroden bestehen üblicherweise aus halbleitenden Metalloxiden. Eisenoxid, besonders Hämatit, ist dafür ein vielversprechendes und kostengünstiges Material, da es auch den sichtbaren Teil



Eidgenössische Materialprüfungs- und
Forschungsanstalt (Empa)

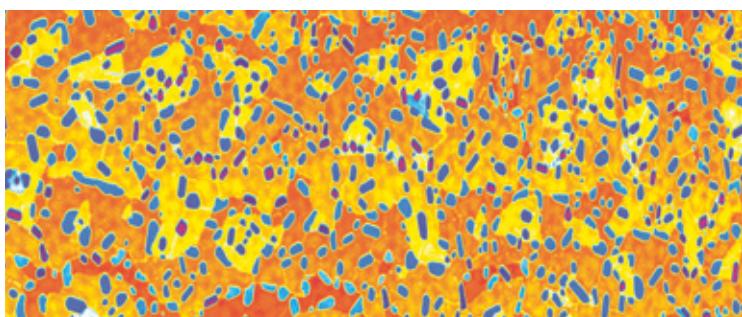
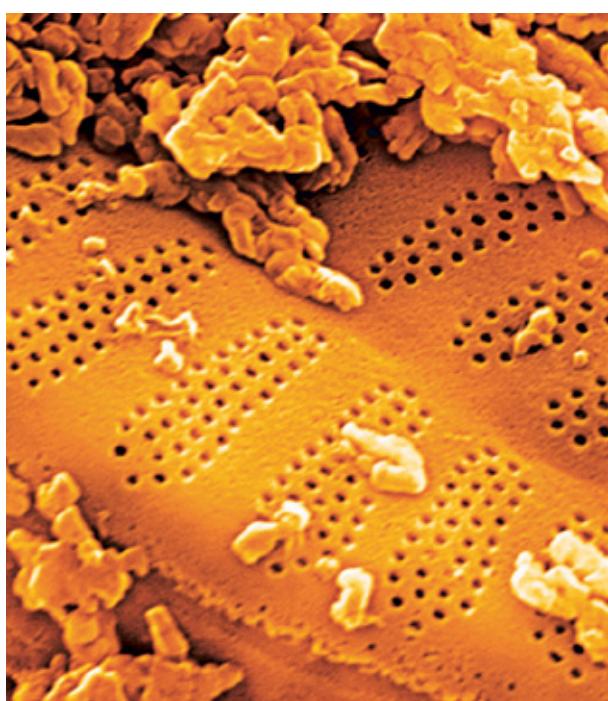
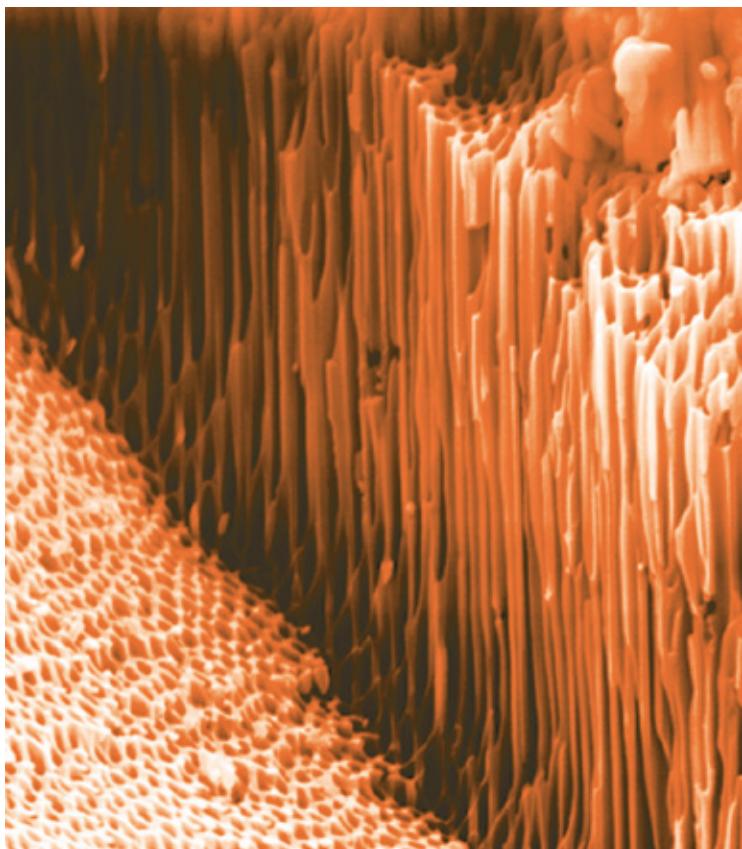
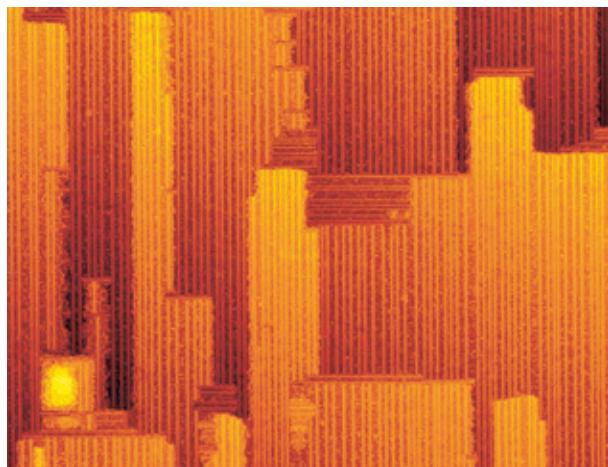
des Sonnenlichts absorbiert und somit effizienter nutzt als etwa Titandioxid.

Nun ist es gelungen, eine neuartige „Nano-Bio-Elektrode“, basierend auf dem Prinzip der Photosynthese, zu entwickeln. Sie besteht aus Eisenoxid-Nanopartikeln, an die das Blaualgenprotein Phycocyanin gekoppelt ist. Damit lässt sich Wasser gegenüber bisherigen Eisenoxidelektroden doppelt so effizient spalten. Entwickelt wurde diese neue Elektrode im Rahmen der Doktorarbeit von Debajeet K. Bora an der Eidgenössischen Materialprüfungs- und

Forschungsanstalt (Empa) in Zusammenarbeit mit der Universität Basel. Nachdem er Phycocyanin kovalent an Hämatit-Nanopartikel gekoppelt hatte, immobilisierte er diese in einem dünnen Film. Überraschenderweise wurde der Proteinkomplex während des Betriebs der PEC nicht zerstört. Normalerweise hätte bei derart korrosiven und aggressiven Bedingungen wie in der PEC eine vollständige Denaturierung der Biomoleküle eintreten müssen. Denn Photokatalysatoren sind normalerweise darauf ausgelegt, organische Substanzen, z. B. Kohlenwasserstoffe, komplett abzubauen.

Projektleiter Artur Braun führt die Stabilität des Systems auf eine delikate Balance zurück, bei der nicht nur organische Moleküle die Photokatalyse überleben, sondern sogar dazu beitragen, den Photostrom zu verdoppeln. Diese Erkenntnis eröffnet neue Möglichkeiten, die Effizienz von Elektroden, speziell in der PEC-Forschung, weiter zu erhöhen.

**Dr. Artur Braun, Debajeet K. Bora,
Abteilung Hochleistungskeramik,
Empa, Dübendorf (Schweiz)**



Fotos: © CENIDE (4)

NANO ZWISCHEN PLASTIK(EN)

Kunst aus dem Mikroskop – Vortrag im Lehmbruck Museum Duisburg

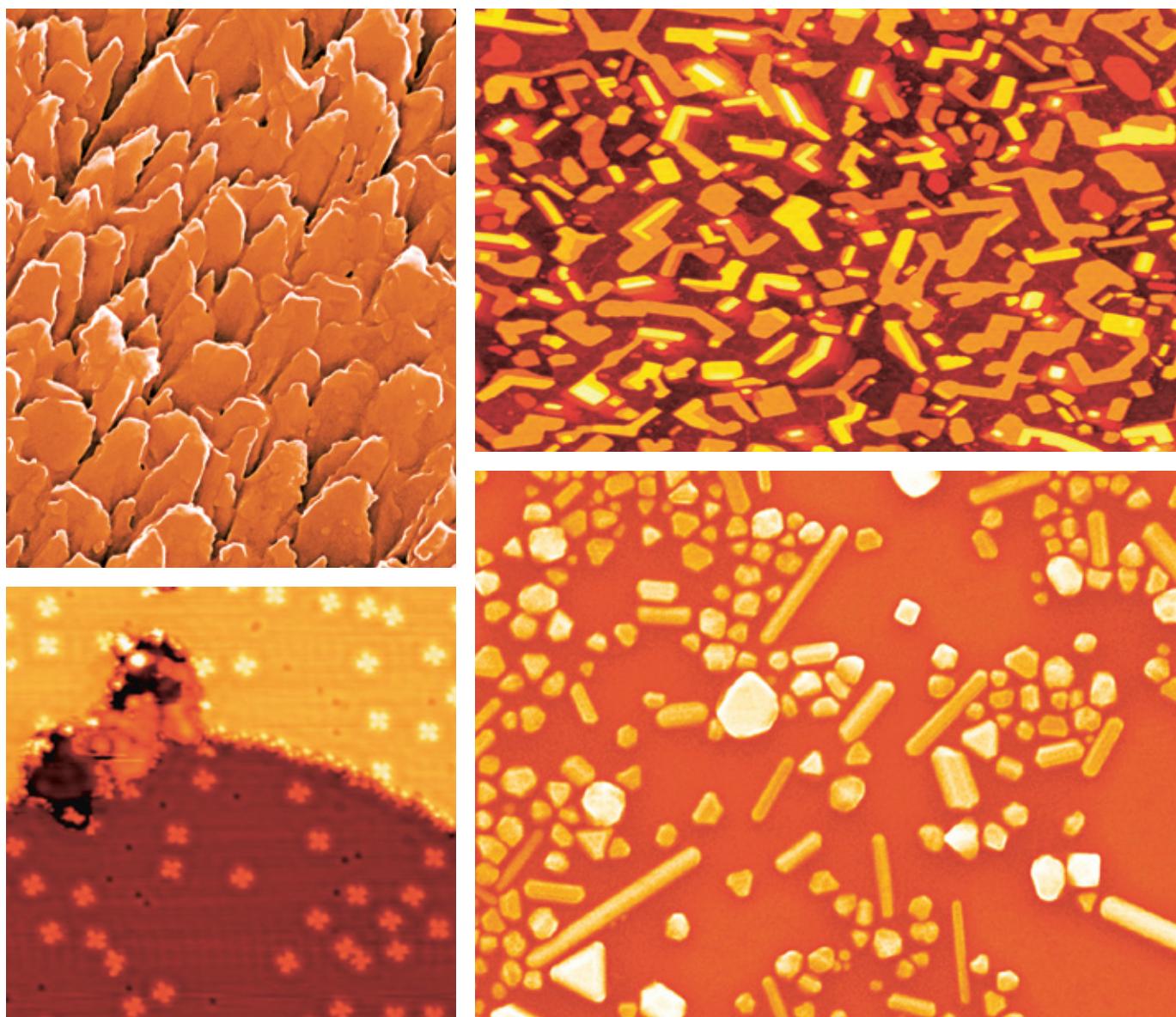
„Geht so eine filigrane Oberfläche nicht kaputt, wenn sie mit einer Nadel abgetastet wird?“, fragt ein Herr aus dem Publikum. Eine gute Frage, die Prof. Axel Lörke im Anschluss an seinen Vortrag „Nano und Ästhetik“ am 2. Februar 2012 in der plastikBAR des Lehmbruck Museums detailliert beantwortet, so wie die nachfolgenden Fragen auch.

Er spricht von berührungsloser Messung, einem minimalen, aber immer gleichen

Abstand und von Tunnelstrom. Zunächst sehen einige Gesichter noch etwas ratlos aus, doch bald sieht man, dass die Zuhörer die Erklärung verstehen. Hier spricht jemand, für den das Lehren zur täglichen Arbeit gehört.

Und so überrascht es auch nicht, dass die rund 50 Zuschauer an diesem Donnerstagabend begeistert sind von den neuen Welten, die sich ihnen hier, inmitten der Plastiken und Skulpturen des Museums,

auftun. Lörke zeigt Beugungsbilder, elektronenmikroskopische Aufnahmen und sogar bewegte Bilder: Das Video des Ferrofluidbrunnens, in dem eine magnetische Flüssigkeit immer wieder neue, bizarre Strukturen bildet, fasziniert die Betrachter. Der Physiker des Center for Nanointegration Duisburg-Essen (CENIDE) beschäftigt sich bei seiner Forschung täglich mit der Dimension des milliardstel Meters. Die von ihm ausgewählten Bilder aus der Nanodimension sind in den CENIDE-



Fotos: © CENIDE (4)

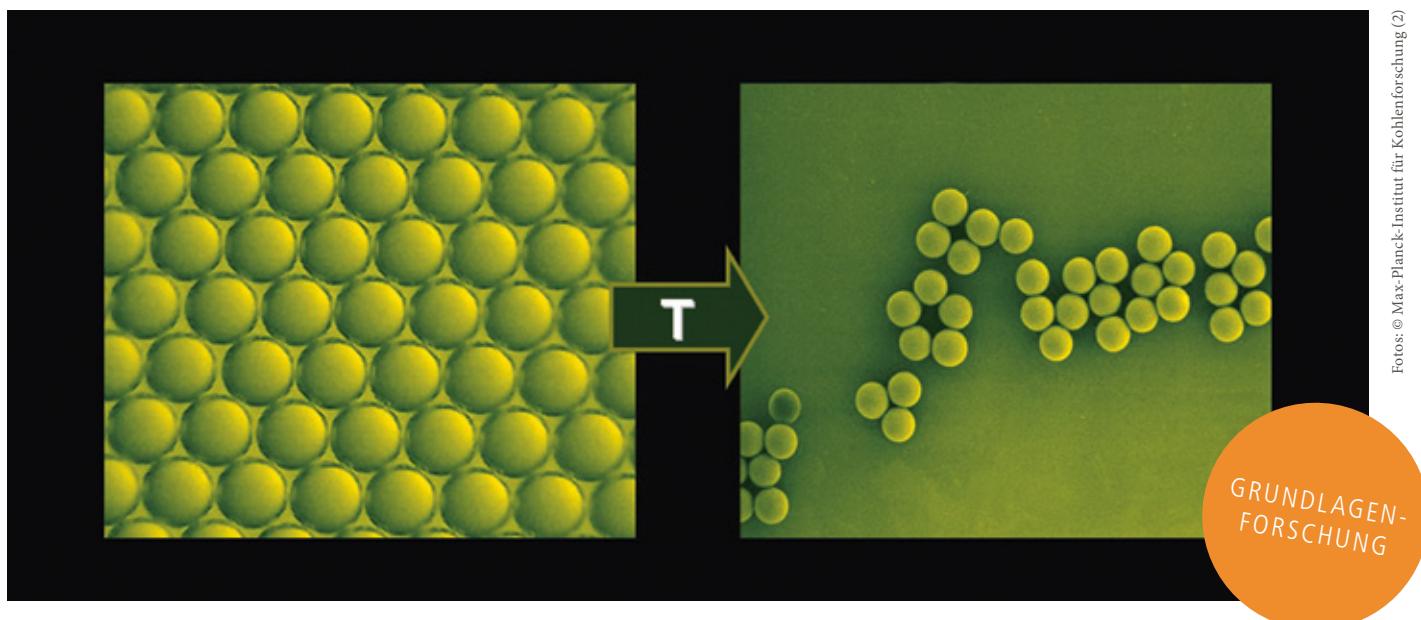
Labors entstanden und begeisterten schon in New York und Tokio. Sie zeigen, dass die Nanotechnologie nicht nur nutzbringend, sondern darüber hinaus optisch anmutig, verblüffend und mitunter auch bizarr sein kann. Die Bilder begeistern national wie international: In New York, Tsukuba (Japan), Tokio und Berkeley (USA) und in Taormina (Sizilien) waren sie bereits zu sehen, aber auch bei der NRW-Nanokonferenz und dem Duisburger NanoDialog. Geplant sind Ausstellungen bei

der Nanofair Dresden und dem Ideenpark von Thyssen Krupp.

Doch mit diesem Vortrag hat auch Lorke Neuland betreten, spricht er doch sonst weniger über die Ästhetik als vielmehr über nutzbringende Anwendungen der Nanotechnologie. Auch sein Auditorium besteht sonst aus Studierenden, nicht aus Museumsbesuchern. Deshalb ist er auch „nervös wie schon länger nicht mehr“, wie er noch zu Anfang seines Vor-

trags gesteht. Doch anschließend weiß er, dass die Aufregung nicht nötig war: Die Zuhörer sind fasziniert und stellen viele Fragen. Lorke hat unterhalten, zum Nachdenken angeregt und Fragen beantwortet. Ein rundum gelungener Abend für alle Beteiligten.

Birte Vierjahn,
Center for Nanointegration (CENIDE),
Universität Duisburg-Essen



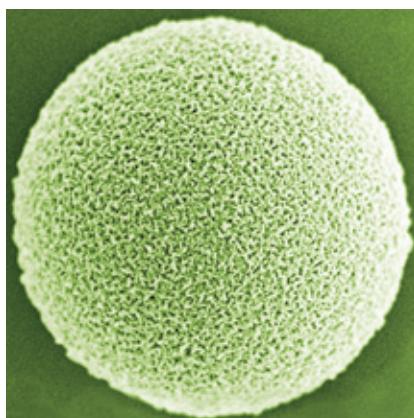
Fotos: © Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (2)

NANOPARTIKEL-AGGREGATE

Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile

Schon von Kindesbeinen an versuchen wir, aus kleinen Dingen Großes zu formen, sei es aus Sandkörnern oder aus Legosteinen. Das Ziel: aus kleinen, unscheinbaren Teilen etwas Schönes und Funktionelles zu machen. Wie kürzlich in der Zeitschrift PCCP veröffentlicht, versucht eine Arbeitsgruppe am MPI für Kohlenforschung in Zusammenarbeit mit der Universität Duisburg-Essen aus polydispersen, gestaltlosen TiO_2 -Nanopartikeln monodisperse, sphärische Aggregate zu formen. Wozu das Ganze? Die Aggregate könnten als optische Mikrobauelemente oder wiederum als Bausteine für komplexere Materialien dienen.

Gleichermaßen simpel wie trickreich werden die Nanopartikel in Kugeln, bestehend aus Emulsionstropfen, eingebracht und in dieser Form kontrolliert aggregiert. Die Emulsion entsteht, indem über zwei senkrecht zueinander orientierte Rohre Öl und eine Nanopartikel-Suspension zu einer Emulsion verarbeitet werden. Bei geeigneter Wahl aller Parameter entstehen hoch monodisperse Emulsionstropfen. Anschließend wird das Dispersionsmedium aus den Tropfen kontrolliert verdampft, so dass die Nanopartikel gezwungen



Sphärisches TiO_2 -Nanopartikel-Aggregat

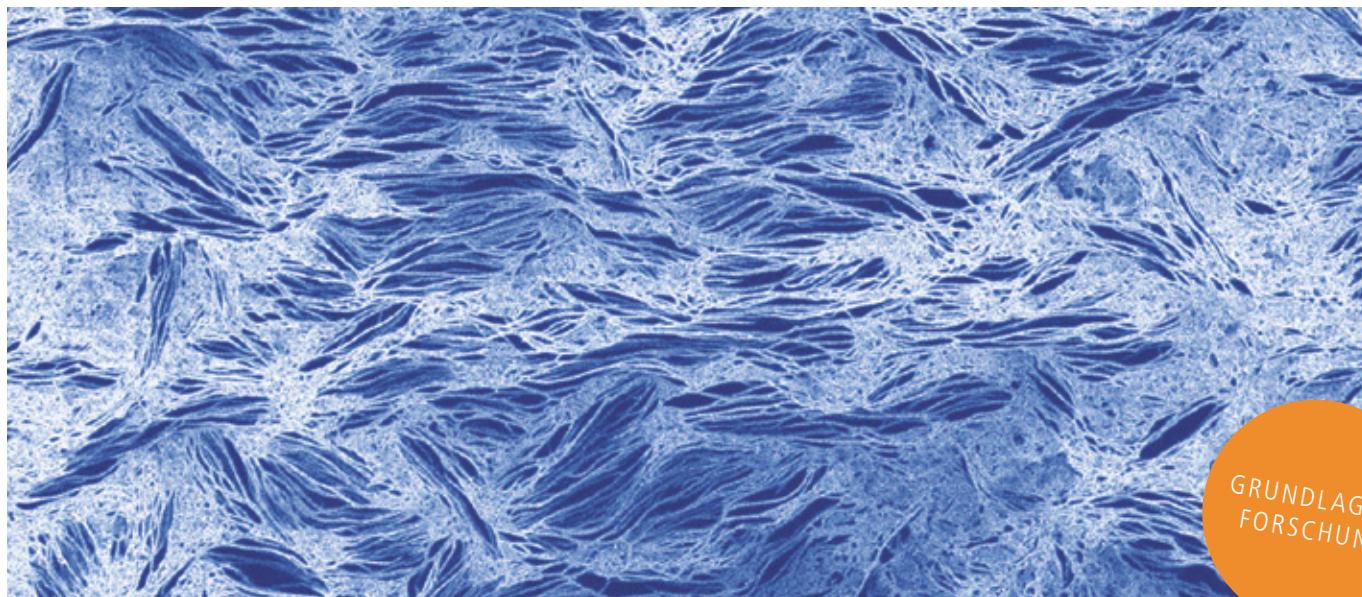
werden zu verschmelzen. Die Nanopartikel Aggregate übernehmen dabei die ideale sphärische Gestalt der Emulsionstropfen.

Mithilfe dieses Verfahrens können nicht nur Form und Größe der Aggregate bestimmt werden, sondern auch die Porosität der Kugeln. Über die geeignete Wahl der Konzentration oder über eine Variation der Geschwindigkeit kann zunächst die Größe der Nanopartikel Aggregate gesteuert werden. Auch die Temperatur hat einen deutlichen

Einfluss. So entstehen z. B. bei 800 °C kleinere Aggregate als bei 400 °C. Der Grund: Bei höheren Temperaturen ist die Packung der Nanopartikel in einem Aggregat dichter. Dadurch besitzt ein Partikel bei gleicher Masse ein kleineres Volumen und eine höhere Dichte. Dies führt wiederum zu geringerer Porosität.

Mit dieser Methode ist die Herstellung von justierbaren Kugeln, bestehend aus einer Vielzahl von Nanopartikeln, möglich. Über ihre weitere Verwendbarkeit entscheidet die Monodispersität der Teilchen. Hier werden schnell systembedingte Grenzen erreicht, daher stellt der jüngst erzielte Wert von 3 % in der Standardabweichung einen kleinen Durchbruch dar. Aus diesen Teilchen können nun Supra-Kristalle aufgebaut werden, die von großem Interesse sowohl für die Forschung als auch für Anwendungen sind, z. B. als Mikrolinsenarrays in der optischen Signalverarbeitung.

**Dr. Daniel Schunk, Dr. Frank Marlow,
Max-Planck-Institut für
Kohlenforschung, Mülheim a. d. Ruhr**



Fotos: © Prof. Dr. Tobias Hertel, Universität Würzburg (2)

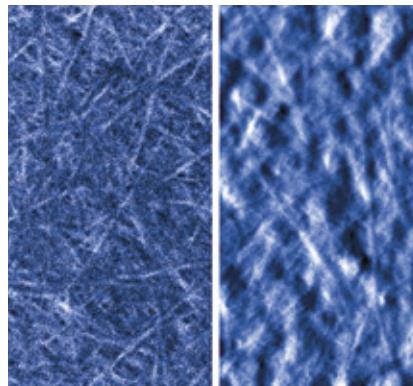
GRUNDLAGEN-
FORSCHUNG

STARK IM VERBUND

Kohlenstoffnanoröhren entfalten ihr Potenzial in Filmen und Netzwerken

Kohlenstoffnanoröhren (CNTs) und daraus hergestellte Materialien stecken auch 20 Jahre nach ihrer Entdeckung noch voller Überraschungen. So wird das Potenzial von Kohlenstoffnanoröhren für Anwendungen in der Photovoltaik seit mehreren Jahren diskutiert. Doch erst die konsequente Weiterentwicklung von Präparationsverfahren und CNT-basierten Kompositen hat kürzlich zu beeindruckenden Ergebnissen geführt, wie z. B. zur Herstellung photovoltaischer Zellen mit besonderer Nahinfrarotempfindlichkeit.

Einwändige Kohlenstoffnanoröhren, sogenannte Single-Wall Carbon Nanotubes (SWNTs), zeichnen sich durch ungewöhnliche mechanische, elektronische und optische Eigenschaften aus. So können SWNTs z. B. je nach Struktur metallisch leitend oder halbleitend sein. Auch können sowohl optisch gespeicherte exzitonische Energie wie auch freie Ladungen mit großer, für molekulare Systeme erstaunlicher Leichtigkeit transportiert werden. Darüber hinaus sind SWNTs – insbesondere im Vergleich zu organischen Halbleitermaterialien – nicht nur einfach herzustellen, sondern auch außergewöhnlich chemisch und photostabil. Ob sich dieses Potenzial erfolgreich in Anwendun-



Polymer-SWNT-Netzwerk, durch Rotationsbeschichtung hergestellt

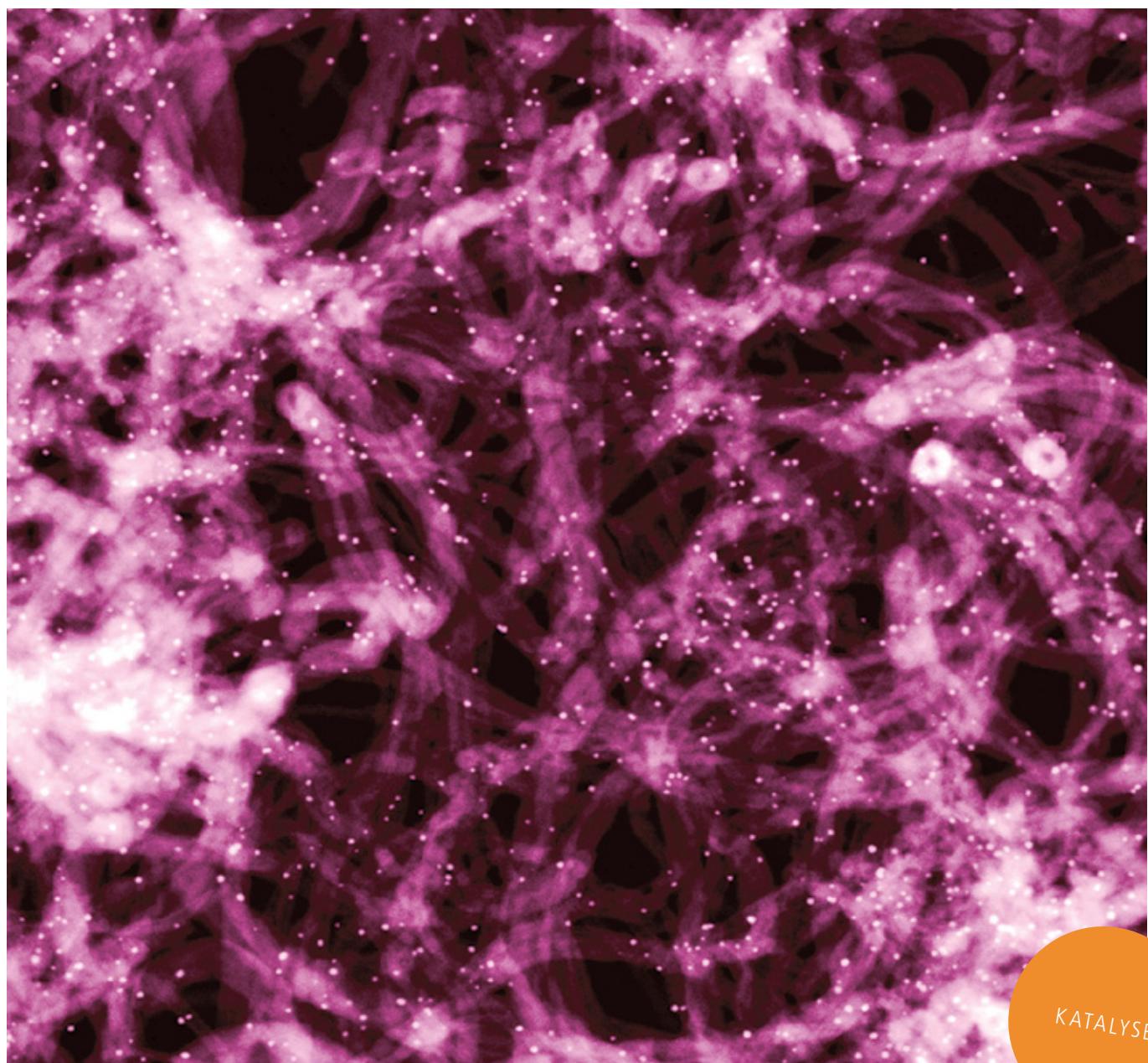
gen entfalten kann, hängt jedoch stark von kontinuierlichen Fortschritten im Bereich der Probenaufräumung und -präparation ab.

Besonders interessant im Hinblick auf Anwendungen in der Energietechnik sind hierbei SWNT-Filme und -Netzwerke, welche den Energie- und Ladungstransport bzw. die Ladungstrennung an Grenzflächen verbessern helfen. Hierzu wird eine möglichst umfassende Kontrolle der chemischen Funktionalisierung von SWNTs, der Filmmorphologie, des Grades der Vernetzung und der Stärke der Wechselwirkung von SWNTs

untereinander und mit ihrer Umgebung angestrebt. Mithilfe neuer polymerbasierter Funktionalisierungsstrategien und Abscheidungsverfahren können neuerdings Netzwerke mit interessanten strukturellen und photophysikalischen Eigenschaften hergestellt werden, wie z.B. mit hoher Dichte, geringem Anteil metallischer SWNTs, hoher lokaler Ordnung und guter Koppelung der SWNTs an ihre Umgebung. Schon jetzt zeigt sich, dass solche Netzwerke auch von grundlegendem Interesse für die Erforschung photophysikalischer Eigenschaften in quasi eindimensionalen Halbleitern sind.

Die weitere Entwicklung konzentriert sich auf die präparative Optimierung von SWNT-Polymer-Kompositmaterialien, insbesondere im Hinblick auf grundlegende Fragestellungen zu Energie- und Ladungstransferprozessen in SWNT-Netzwerken, welche auf der Femto- und Pikosekunden-skala studiert werden.

**Prof. Dr. Tobias Hertel,
Lehrstuhl für Physikalische Chemie II,
Julius-Maximilians-Universität
Würzburg**



Fotos: © Prof. Dr. Martin Mühlner, Ruhr-Universität Bochum (3)

KATALYSE UND ENERGIEWANDLUNG

Synthesegas-Katalyse als Schlüssel für chemische Energiespeicherung

Die heterogene Katalyse kann auf eine lange, erfolgreiche Geschichte zurückblicken. 1923 wurde erstmals die großindustrielle Synthese von Methanol bei der BASF etabliert, bei der Synthesegas, ein Gemisch aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff, über einen Zinkoxid-basierten Katalysator geleitet wurde. Im Jahr 1966 hat Imperial Chemical Industries, bekannt als ICI, die Aktivität des Katalysators durch Zusatz

von Kupfer-Nanopartikeln verbessert. Es entsteht durch ihn nahezu ausschließlich Methanol, da die aktiven Zentren des Katalysators Kohlenmonoxid nicht spalten, sondern unter Erhalt der C-O-Bindung hydrieren. Die großindustrielle Methanolsynthese mit Cu/ZnO-Katalysatoren ist ein ausgereifter Prozess, der nun erneut großes Interesse hervorruft, da im Methanolmolekül zwei Moleküle Wasser-

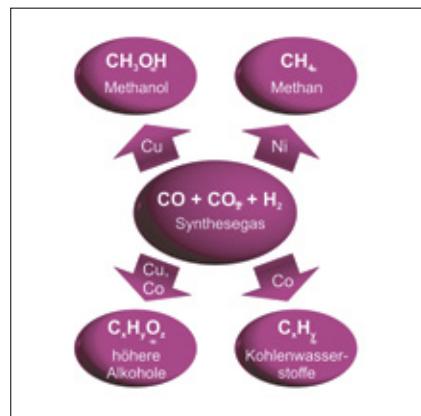
stoff gebunden sind, die sich daraus wieder katalytisch freisetzen lassen. Damit ist Methanol ein chemischer Wasserstoffspeicher, der auch in Verbrennungsmotoren oder in Brennstoffzellen eingesetzt werden kann.

Aktivere Katalysatoren mit metallischen Nickel-Nanopartikeln setzen Synthesegas zu Methan und Wasser um, da nun Koh-

lenmonoxid bei der Adsorption dissoziiert wird. Auch Methan wird als chemischer Energiespeicher diskutiert, da das Erdgasnetz mit seinen angeschlossenen Kavernen über eine große Speicherkapazität verfügt. Wird nun der beispielsweise mit Windrädern erzeugte Strom für die Elektrolyse von Wasser eingesetzt, könnte

»SYNTHESEGAS IST WIEDER IN DEN FOKUS GERÜCKT, DA NICHT NUR METHAN, SONDERN AUCH KOHLE ODER BIOMASSE DAMPFREFORMIERT WERDEN KÖNNEN.«

der resultierende Wasserstoff in Form von Methan zwischengespeichert werden, um Fluktuationen bei der Stromversorgung auszugleichen. Stammt der dafür erforderliche Kohlenstoff aus Kohlendioxid, zeichnet sich als Vision ein geschlossener Kohlenstoffkreislauf ab.



Katalytische Umsetzungsmöglichkeiten von Synthesegas mit unterschiedlichen Katalysatoren

Bislang beruht die großindustrielle Wasserstofferzeugung auf dem Dampfreformieren von Methan, das der Rückreaktion der Methangewinnung aus Synthesegas entspricht. Für eine nachhaltige Synthesegas-Katalyse muss der Kohlenstoff jedoch aus nachwachsenden Rohstoffen stam-

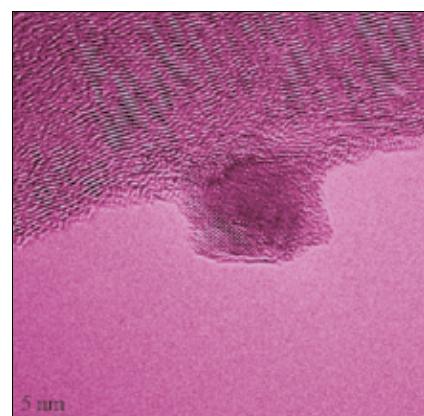
men. Auch deshalb ist Synthesegas wieder in den Fokus gerückt, da nicht nur Methan, sondern auch Kohle oder Biomasse dampfreformiert werden können.

Die Synthesegas-Katalyse kann auch direkt Kraftstoffe für Verbrennungsmotoren liefern. Wird der Cu/ZnO-Katalysator mit entsprechenden Promotoren modifiziert, entstehen höhere Alkohole wie zum Beispiel Ethanol, das sich bereits im E10-Ottokraftstoff befindet. Dieselkraftstoffe sind über die Fischer-Tropsch-Synthese zugänglich, bei der Kobalt- oder Eisen-Nanopartikel Kohlenmonoxid spalten und aus den C1-Bausteinen längerkettige Kohlenwasserstoffe bilden.

All diese Synthesegas-Prozesse haben gemeinsam, dass sie für die großindustrielle Produktion unter gleichbleibenden Bedingungen entwickelt wurden. Die bewährten Übergangsmetall-Katalysatoren können so Standzeiten von einigen Jahren erzielen, bis sie schließlich ausgewechselt werden müssen. Die nachlassende katalytische Aktivität beruht meist auf dem Anwachsen der Metallnanopartikel, was zu einer Verringerung der katalytisch aktiven Metalloberfläche führt. Diese wird auch durch die Abscheidung von Verunreinigungen verringert, die in Spuren im Synthesegas enthalten sind und sich im Lauf der Jahre auf der Katalysatoroberfläche anreichern. Die nachlassende Aktivität kann durch schrittweises Anheben der Reaktortemperatur kompensiert werden. Dies begünstigt wiederum die Größenzunahme der Nanopartikel.

Somit stellen sich für die Synthesegas-Katalyse neue Herausforderungen: Wird Wasserstoff elektrolytisch erzeugt, so kommt es je nach Wetterbedingungen zu erheblichen Fluktuationen, die es erforderlich machen, die Synthesegasprozesse schnell runter- bzw. wieder hochzufahren. Die dabei auftretenden thermischen Belastungen können das Nanopartikelwachstum und das Aufbrechen der Gefügestruktur massiv begünstigen. Wird Synthesegas aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet oder Kohlendioxid, das aus Kraftwerksabgasen abgetrennt wurde, können die Katalysatoren mit bislang untypischen Verunreinigungen in Kontakt kommen,

die die Standzeit unter Umständen stark einschränken.

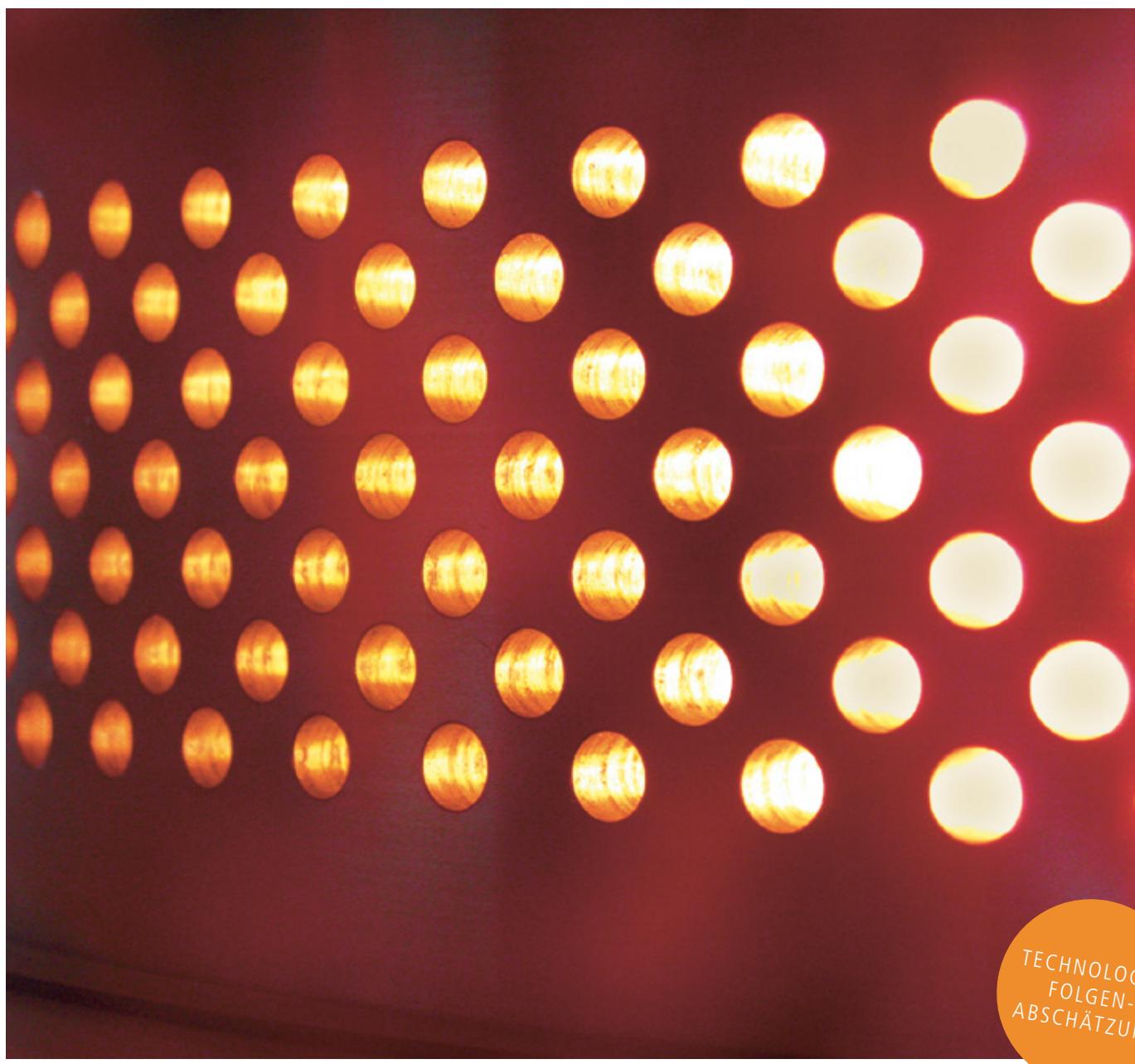


TEM-Aufnahme von Kupfer-Nanopartikeln auf Ruß als Träger

»OPTIMIERTE SYNTHESEGAS-KATALYSATOREN SIND FÜR DAS GELINGEN DER ENERGIEWENDE UNERLÄSSLICH.«

Deshalb müssen die etablierten Katalysatoren gezielt weiterentwickelt werden, um den instationären Bedingungen standzuhalten zu können. Dies kann besonders effizient auf der Grundlage von Struktur-Wirkungsbeziehungen erfolgen, zu deren Auffindung eine Fülle verschiedener volumen- und oberflächensensitiver Charakterisierungstechniken erforderlich ist. Hinzu kommen Fortschritte in der Chemie an Oberflächen und in der Materialwissenschaft, die es erlauben, Metallnanopartikel auf Trägern thermisch stabil zu verankern oder in stark wechselwirkende Träger einzubetten, die das Ausmaß der Vergiftung durch Verunreinigungen zurückdrängen können. Optimierte Synthesegas-Katalysatoren sind deshalb für das Gelingen der Energiewende unerlässlich.

**Prof. Dr. Martin Muhler,
Lehrstuhl für Technische Chemie,
Ruhr-Universität Bochum**



Fotos: © CENTIDE (2)

TECHNOLOGIE-
FOLGEN-
ABSCHÄTZUNG

RISIKOPROFIL DER NANOTECHNOLOGIE

Die Nanotechnologie aus Sicht des Rückversicherers Munich Re

Als einer der größten Rückversicherer weltweit beschäftigt sich Munich Re auch mit dem Risikopotenzial der Nanotechnologie. Bei den Produkten unterscheidet die Munich Re grundsätzlich zwischen fünf Hauptgruppen: 1. Nanopartikel/Nanokomposite/Nanotubes und aktive Nanoprodukte, 2. Nanoprodukte in Nahrungs- und Arzneimitteln, 3. Nanopartikel oder Nanotubes, die freigesetzt werden können, wenn

ein Produkt benutzt oder entsorgt wird, 4. Nanoprodukte, die fest im Produkt eingebunden sind und schließlich 5. die konventionellen Nanoprodukte.

Unterschieden wird dann noch mal zwischen aktiven, sich selbstständig in ihrer Umwelt bewegenden Nanopartikeln (Gruppe 1) und passiven Nanoprodukten (Gruppen 2 bis 5). Derzeit stellen aktive Nanoprodukte noch

kein Problem dar, weil sie sich hauptsächlich in der Erforschungsphase befinden. Gelangen diese aktiven Nanoprodukte jedoch auf den Markt oder erfahren eine industrielle Anwendung, könnten sich schnell Probleme ergeben.

Nanomaterialien können auch nach ihrer Herstellungsmenge in Gruppen eingeteilt werden: Die erste Gruppe umfasst sämtliche

Nanomaterialien mit langjähriger industrieller Nutzung, wie beispielsweise Titan- oder Zinkoxid und Industrieruß (Carbon Black), die mit einer Weltjahresproduktion von mehreren Millionen Tonnen hergestellt werden. Gruppe zwei beschreibt die „neuen“ Nanomaterialien wie Carbon Nanotubes, deren Weltjahresproduktion 2009

»DERZEIT STELLEN AKTIVE NANOPRODUKTE NOCH KEIN PROBLEM DAR, WEIL SIE SICH HAUPTSÄCHLICH IN DER ERFORSCHUNGSPHASE BEFINDEN.«

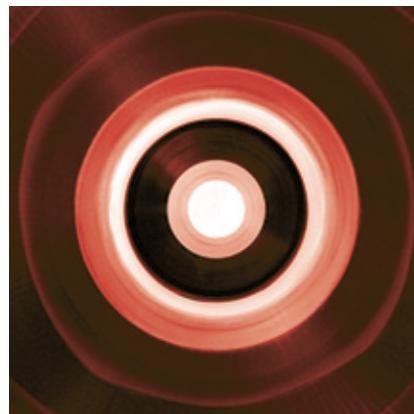
bei etwa 180 Tonnen lag. Die Gruppen drei und vier beziehen sich ebenfalls auf „neue“ Nanomaterialien, deren Weltjahresproduktion unter zehn bzw. unter einer Tonne liegt. Sowohl Gruppe eins als auch zwei zeichnen sich durch ihre enormen Zuwachsraten aus. So liegt der Zuwachs bei Carbon Black derzeit bei vier Prozent pro Jahr, wohingegen die Weltjahresproduktion von Carbon Nanotubes bis zum Ende des Jahres 2012 auf etwa 3.000 Tonnen ansteigen wird. Dieser Anstieg wird weitreichende Folgen haben: Mehr Nanomaterialien werden in den Handel und den Produktkreislauf gelangen, einschließlich der Entsorgung. Als Konsequenz könnte sich rein statistisch die Anzahl der zu regulierenden Schäden erhöhen. Die Hauptgefährdung ist die Freisetzung, Einatmung oder sonstige Aufnahme von Nanopartikeln, Nanotubes oder Nanokompositen, z. B. über die Lunge, in den menschlichen Körper. Dafür sollten Hersteller schon jetzt ihre Aktivitäten hinsichtlich des Risikomanagements verstärken.

Ein zentraler Bestandteil des Risikomanagements ist die Sensibilisierung aller Beteiligten und die Akzeptanz, dass Risiken integraler Bestandteil der gesamten Produktherstellung sind. Bei der eigentlichen Risikoanalyse sollten daher auch Elemente wie Organisation und Maßnahmenplanung, Qualitätskontrollen, Rückverfolgbarkeit der

Produkte, Labors und Prüfmittel Bestandteil der Betrachtung sein, wobei die Aufzählung nicht abschließend ist. Wichtig für den Versicherer sind bei der Evaluation des Risikos die Eintrittswahrscheinlichkeit und die Tragweite eines Schadens. Es sollten daher Detailanalysen vorgenommen werden, die sich auf das Stoffpotenzial, die technischen und organisatorischen Sicherheitsmaßnahmen, die Ausbreitungspfade und die Umgebung beziehen. Unter Betrachtung der Geschäftsfelder einer Versicherung sind folgende Zweige betroffen:

- Arbeitgeber-Haftpflichtversicherung, Arbeiterunfallversicherung, Betriebs- haftpflicht, Leben und Gesundheit, Arzt- und Krankenhaushaftpflicht, Pharma
- Produkthaftpflicht, Rückruf fehlerhafter Produkte, Urheber- und Patentrecht
- Kraftfahrt Kasko, Gebäudeschaden- und Feuerversicherung
- Umwelthaftpflicht, Umweltschaden- versicherung, Berufshaftpflicht, Marine/Transport

Die Hauptexponierung ist dabei in den ersten beiden Gruppen zu erwarten.



Blick in einen Mikrowellen-Plasma-Reaktor zur Produktion von Silikon-Nanopartikeln

Munich Re bezieht bezüglich der Nanotechnologie folgende Positionen: Das Hauptrisiko der Nanotechnologie ist derzeit in der Herstellung und im Einsatz von freien Nanokompositen / Nanopartikeln und Nanotubes in den Bereichen „Arbeitgeber- Haftpflichtversicherung“ und „Arbeiterunfallversicherung“ zu sehen. Unverändert ist die Situation im traditionellen Produkt-

haftpflichtrisiko und im Bereich des Rückrufs fehlerhafter Produkte.

In den Feldern Nanoelektronik und Nano- Energieträger ist dort – wegen der schnellen technologischen Entwicklung – mit einer leicht erhöhten Gefährdungssituation zu rechnen. Sollte sich die Situation in diesen Geschäftszweigen drastisch verschlechtern, könnte entweder an Ausgliederung aus bestehenden Policien oder an Spezialdeckungen in Standardpolicien gedacht werden.

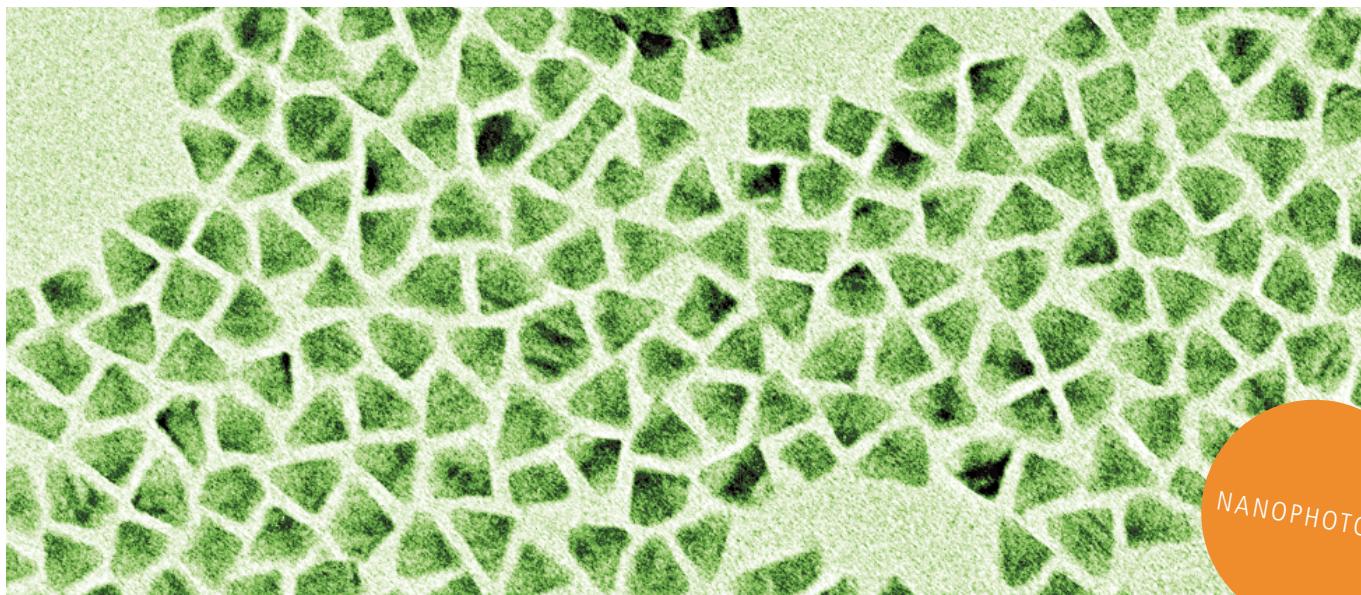
Risikoanalysen sind kontinuierlich den neu erstellten Produkten anzupassen und nach dem Stand der Technik auszurichten.

»EIN ZENTRALER BESTANDTEIL DES RISIKOMANAGEMENTS IST DIE SENSIBILISIERUNG ALLER BTEILIGTEN UND DIE AKZEPTANZ, DASS RISIKEN INTEGRALER BESTANDTEIL DER GESAMTEN PRODUKTHERSTELLUNG SIND.«

Bereits im Vorfeld der Produktion muss der Hersteller ein Frühwarnsystem entwickeln und versuchen, Schadenprävention zu betreiben. Das Risikomanagement muss produktionsbegleitend vorgenommen werden. Qualitätssicherung ist als integraler Bestandteil der Forschung, der Entwicklung, der Produktion und der Anwendung beim Verbraucher zu sehen.

Risikodialog und Frühaufklärung leisten einen entscheidenden Beitrag zur Risikosensibilisierung der Öffentlichkeit und zur Versachlichung des Themas.

**Dr. Gerhard Schmid,
Accumulation and Emerging Risks,
Munich Re, München**

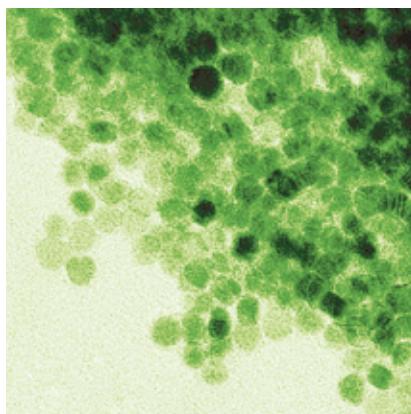


Fotos: © Benoit Dubertret, CNRS Paris (2)

SPINS IN NANOKRISTALLEN

Spinanregungen und optische Qualität von kolloidalen Quantenpunkten

Praktische Anwendungen von Nanokristallen in Bereichen wie Optoelektronik oder Nanophotonik waren lange Zeit dadurch eingeschränkt, dass die Lichtemission starken Schwankungen, dem so genannten „Blinken“, unterworfen waren. Eine der Ursache hierfür sind Augerprozesse, Streuprozesse zwischen Ladungsträgern, durch die beispielsweise Elektronen aus den energetisch tiefsten Zuständen, aus denen heraus die Lichterzeugung in Nanokristallen erfolgen soll, hinauskatapultiert werden. Diese Prozesse limitieren die Effizienz von Leuchtdioden oder von Solarzellen auf der Basis von Nanokristallen. Hier haben sich in jüngster Zeit dramatische Verbesserungen ergeben, indem die Potenziallandschaft, durch die die Ladungsträger in den Quantenpunkten eingeschlossen werden, so „glatt“ gestaltet werden konnte, dass diese Prozesse zumindest bei tiefen Temperaturen nahezu vollständig unterdrückt werden können. Zusammen mit der immer besser werdenden Qualität der Nanokristalle durch das Vermeiden von Defekten, beispielsweise an ihrer Oberfläche, kommt man dem Ziel einer Quanteneffizienz von 100 % immer näher.

Sphärisches TiO_2 -Nanopartikel-Aggregat

Trotz all dieser Fortschritte gibt es aber noch inhärente Einschränkungen, die eng mit den Spineigenschaften der Ladungsträger in den Quantenpunkten verknüpft sind. Sind die Nanokristalle beispielsweise undotiert, können die Spins eines Elektrons (negative Ladung) und eines Lochs (positive Ladung) so zueinander orientiert sein, dass eine Ankopplung an das Lichtfeld und damit die Lichtemission sehr stark unterdrückt ist.

Eine gezielte Dotierung der Nanokristalle mit Elektronen oder Löchern ver-

spricht hier eine deutliche Verbesserung der Effizienz. Ist ein Nanokristall beispielsweise mit einem Elektron dotiert, führt das weitere Beladen mit einer negativen und einer positiven Ladung zu einer Spinkonfiguration, die nicht mehr „dunkel“, sondern immer „hell“ ist, d.h. Licht erzeugen kann. Daraus resultiert eine kurze Lebensdauer der Elektron-Loch-Paare im Nanosekundenbereich, bevor ihre Umwandlung in Licht erfolgt. Diese kann um Größenordnungen kürzer sein, als es für undotierte Quantenpunkte beobachtet wird.

Aus diesen Überlegungen wird deutlich, dass eine nähere Untersuchung von Spins in Nanokristallen – bisher eher selten durchgeführt – sehr lohnend erscheint. Zumal Spinanregungen in kolloidalen Nanokristallen auch langfristige Anwendungsperspektiven versprechen, wie zum Beispiel als Quantenbits für Anwendungen in der Quanteninformationstechnologie.

**Prof. Dr. Manfred Bayer,
Experimentelle Physik 2,
TU Dortmund**

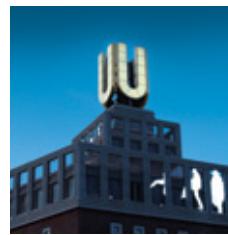
**03.-05.** JULI 2012**NEU-ULM
13th ULM ELECTRO-
CHEMICAL TALKS**

Unter dem Motto „Advanced Technologies for E-Mobility and Energy Storage“ finden in Ulm vom 03.-05. Juli 2012 zum 13. Mal die Ulm Electrochemical Talks statt. Auf dem diesjährigen Kongress – der erstmals auf drei Tage ausgedehnt wird – sprechen Experten über die aktuellen Fortschritte rund um die Themen „Li-Ion-Batteries“, „fuel cells“, „supercaps“, „electrolyzers“ und „redox-flow cells“.

www.uect.de

**20.-23.** AUGUST 2012**BIRMINGHAM
IEEE NANOTECHNOLOGY
CONFERENCE 2012**

Die IEEE NanoTechnology Conference ist eine der größten Nanotechnologiekonferenzen der Welt und findet im International Convention Centre (ICC) statt. Die IEEE NANO ist das ideale Forum für Wissenschaftler und Ingenieure zum Austausch ihrer Forschungsergebnisse und zur Diskussion. Zusätzlich werden die „Geim and Novoselov Graphene Prices“ verliehen. Abgabefrist ist der 20. Juni. www.ieeenano2012.org

**18.-19.** SEPTEMBER 2012**DORTMUND
NRW NANO-KONFERENZ
IM KONGRESSZENTRUM**

Vom 18.-19. September 2012 lädt das Innovationsministerium des Landes Nordrhein-Westfalen erneut zur NRW Nano-Konferenz ein. Schwerpunkte bilden in diesem Jahr Themen wie „Nanotechnologie für die Umwelttechnik“, „Nanophotonik“, „Sicherheit“ sowie „Einsatzmöglichkeiten des Materials Graphen“. Workshops und eine abschließende Podiumsdiskussion runden die Veranstaltung ab.

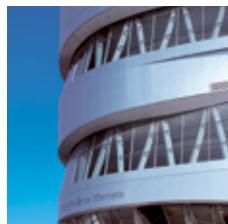
www.nmw.nrw.de

**17.-21.** SEPTEMBER 2012**WARSCHAU
E-MRS 2012 FALL MEETING
WARSAW UNIVERSITY**

Das E-MRS Fall Meeting 2012 findet in diesem Jahr in der Warsaw University of Technology statt. Das Meeting beinhaltet insgesamt 13 Symposien, diverse Ergänzungsveranstaltungen wie Workshops und eine abschließende Plenarsitzung. Die Themenschwerpunkte liegen in diesem Jahr auf „Materials fabrication, characterization and applications“, „Nanomaterials“ und „Nanoscale modeling and characterization“. www.emrs-strasbourg.com

**25.-27.** SEPTEMBER 2012**DARMSTADT
MSE 2012 MATERIAL
SCIENCE ENGINEERING**

Vom 25.-27. September 2012 findet in Darmstadt die MSE 2012 statt, eine Kontaktmesse, auf der junge Talente die Möglichkeiten haben, sich mit Professoren und Experten aus der Industrie auszutauschen und zu vernetzen. Themenschwerpunkte, zu denen auch Symposien stattfinden, sind „Functional Materials“, „Structural Materials“, „Processing“ sowie „Characterization“ und „Biomaterials“. www.dgm.de

**08.-10.** OKTOBER 2012**STUTTGART
BATTERY+STORAGE 2012
UND F-CELL**

Mit der Battery+Storage findet 2012 die erste umfassende Fachmesse für stationäre und mobile Energiespeicherfertigung in Stuttgart statt. Von den Themen „Forschung“ über „Second-Use“ bis hin zu „Recycling-Technologien“ wird auf der Battery+Storage die gesamte Wertschöpfungskette der Speicherherstellung abgebildet. Begleitet wird die Messe vom 08.-10. Oktober von dem internationalen Fachkongress f-cell. www.messestuttgart.de

CENIDE

Die Dimension des milliardstel Meters ist so unvorstellbar klein, dass in ihr andere physikalische Gesetze herrschen als in der uns vertrauten Welt – Gold in der Nanodimension ist rot, Eisennanopartikel sind so reaktiv, dass sie sich selbst entzünden. Dies sind nur zwei Beispiele von vielen. Deshalb bietet die Nanotechnologie die Möglichkeit, in vermeintlich lange bekannten Materialien neue Eigenschaften zu entdecken und diese zu nutzen. Die Einsatzbereiche der Nanotechnologie sind nahezu unbegrenzt und erstrecken sich von der Energietechnik über die Materialwissenschaften bis hin zur Medizin.

Das „Center for Nanointegration Duisburg-Essen“, kurz CENIDE, vertritt den entsprechenden Forschungsschwerpunkt der Universität Duisburg-Essen (UDE): Seit 2005 vernetzt es die Forschungs- und Lehraktivitäten, die sich mit der Nanodimension beschäftigen, in den Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie in der Medizin. Kurz gesagt: CENIDE ist die Gemeinschaft der Nano-Forscher an der UDE – das Know-how von mehr als 50 Arbeitsgruppen unter der Leitung ausgewiesener Experten trifft hier zusammen. Kooperationen mit externen Mitgliedern, die ähnliche Forschungsansätze verfolgen, stärken das Kompetenzspektrum. Einer der Schwerpunkte der CENIDE-Forschung ist die Nanoenergie – der Einsatz der Nanotechnologie für energietechnische Anwendungen. Mit dem Forschungsbau „NanoEnergieTechnikZentrum, NETZ“ wird voraussichtlich Ende 2012 ein bisher einzigartiger Komplex für die Verknüpfung von Grundlagenforschung und anwendungsbezogener Weiterverarbeitung für die Energietechnik eröffnet: In den „linked facilities“ also in direkt miteinander verbundenen Laboren von Ingenieuren, Chemikern und Physikern, werden Nanomaterialien hergestellt, erforscht und unmittelbar für energietechnische Anwendungen weiterverarbeitet.

Als zentrale wissenschaftliche Einrichtung der UDE und Konsortialpartner des Clusters NanoMikro+ Werkstoffe.NRW gestaltet CENIDE die Projekte und Ziele der Nanoforschung in NRW maßgeblich mit.

Kontakt

Birte Vierjahn | Forsthausweg 2 | 47057 Duisburg
Tel.: +49 203 379-1456 | Fax: +49 203 379-1895 | E-Mail: cenide@uni-due.de | www.cenide.de



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Ziel2.NRW
Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung

Ministerium für Innovation,
Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen

