
FORSCHUNG UND WIRTSCHAFT Neue Energie durch Nanoforschung

POLITIK Interview mit NRW-Umweltminister Johannes Remmel

NANOEVENT Nachlese „Photovoltaik-NRW Kompakt“

TERMINE Veranstaltungen rund um die Nanotechnologie





DIAMANTEN UND NANOKRAFTWERKE

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

„Nanotechnologische Entwicklungen können einen wichtigen Beitrag leisten, die gesteckten Emissionsreduktionsziele zu erreichen“, sagt Johannes Rimmel, NRW-Minister für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz in unserem Interview auf den Seiten 6 und 7. Dass dieser Beitrag nicht erst in der Zukunft, sondern bereits jetzt in allen Bereichen der Forschung geleistet wird, zeigen die nachfolgenden Artikel zu Nano-Innovationen in der Energietechnik:

Dr. Nicolas Wöhrl von der Universität Duisburg-Essen verwendet selbstgezüchtete Diamanten als thermoelektrisches Material (Seiten 10 und 11), Dr. Enno Malguth vom Helmholtz-Zentrum Berlin will die Effizienz von Solarzellen über die Shockley-Queisser-Grenze hinaus mittels Silizium-Nanopartikeln verbessern (Seite 12) und eine Forschergruppe der Ludwig-Maximilians-Universität München nutzt Halbleiternanokristalle in wässriger Lösung

als schwimmende Kraftwerke zur Erzeugung von Wasserstoff (Seite 13). Dies sind nur einige Beispiele für die neuen Möglichkeiten, die die Nanoenergie bietet.

Welche Vorgaben für den sicheren Umgang mit Nanomaterialien bestehen, beschreibt Dr. Rolf Packroff von der BAuA in seinem Beitrag zur Technologiefolgenabschätzung auf den Seiten 14 und 15.

Wie versprochen lesen Sie auf den Seiten 16 und 17 eine Zusammenfassung der Veranstaltung „Photovoltaik-NRW kompakt“. Wir freuen uns, dass wir das Expertentreffen auch im nächsten Jahr ausrichten werden. Nähere Informationen lassen wir Ihnen selbstverständlich rechtzeitig zukommen.

Eine inspirierende Lektüre wünscht Ihnen

Prof. Dr. Christof Schulz

Wissenschaftlicher Direktor NanoEnergieTechnikZentrum

Impressum

HERAUSGEBER
CeNIDE

AUSGABE
05/2011

ERSCHEINUNGSWEISE
NanoEnergie erscheint 4-mal
im Jahr

PROJEKTLÉITUNG
Dr. Alina Leson

REDAKTION
Dr. Alina Leson, 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
Dr. Alina Leson
Forsthausweg 2
47057 Duisburg
Tel.: +49 203 379-3669
Fax: +49 203 379-1895
E-Mail: news@cenide.de
www.cenide.de



Titel: „Nano-Bäume“, eine dreidimensionale Nanostruktur, entstanden durch kontrolliertes Wachstum von Siliziumcarbid-Nanodrähten auf Galliumpartikeln als Keim.

Editorial

2 DIAMANTEN UND NANOKRAFTWERKE Vorwort von Prof. Dr. Christof Schulz

Kurznachrichten

4 AKTUELLES AUS DER FORSCHUNG IN KÜRZE

Politik

6 NANO UND ENERGIEPOLITIK NRW-Umweltminister Johannes Rimmel im Interview

Forschung & Wirtschaft

8 FÜR DIE ZUKUNFT DER E-MOBILITÄT Prof. Dr. Renate Hiesgen | Hochschule Esslingen

9 FROM POWDER TO POWER Dipl.-Ing. BW Andreas Frömmel | eZelleron GmbH, Dresden

10 ENERGIE AUS DIAMANTEN Dr. Nicolas Wöhrle | Universität Duisburg-Essen

12 GROSSE ENERGIE AUS NANOKÜGELCHEN Dr. Enno Malguth | Helmholtz-Zentrum Berlin

13 NANOKRAFTWERKE FÜR WASSERSTOFF Dr. Frank Jäkel | Ludwig-Maximilians-Universität München

14 NANO UND ARBEITSSCHUTZ Dr. Rolf Packroff | BAuA, Dortmund

16 SOLARZELLEN: THE NEXT GENERATION Birte Vierjahn | Center for Nanointegration (CeNIDE), Universität Duisburg-Essen

18 KOHLENSTOFF IN 3D Prof. Dr. Jörg J. Schneider | Technische Universität Darmstadt

Termine

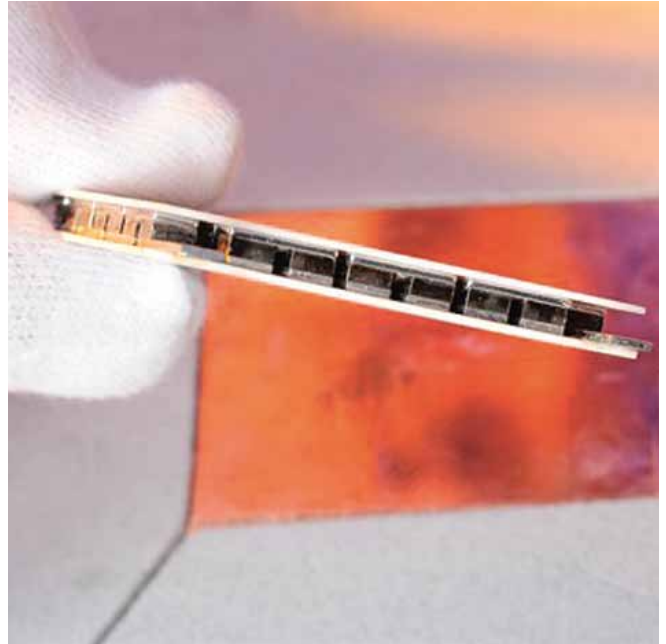
19 VERANSTALTUNGEN RUND UM DIE NANOTECHNOLOGIE

ENERGIEQUELLE MIT POTENZIAL

Nutzung der Energie von Abwärme wird an der „TEG-Line“ erforscht

Die „TEG-Line“ ist eine Forschungsanlage für Wissenschaftler und Techniker des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln und wurde am 30. Juni 2011 eingeweiht. Sie bietet optimale Bedingungen für die Weiterentwicklung thermoelektrischer Materialien und Generatoren. Mit dem Verfahren könnte ein Teil der Abwärme von Autos oder Computern, die täglich ungenutzt entweicht, sinnvoll genutzt werden. Ziel der Forscher ist es, die Werkstoffe und Herstellungsverfahren so weit zu entwickeln, dass ein möglichst großer Anteil der Abwärme genutzt werden kann. Gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Forschung sollen marktfähige Produkte entwickelt werden. Ein bereits abgeschlossenes Projekt mit BMW zeigt, dass es gelingt, den aus der Abwärme des Abgassystems gewonnenen Strom für die Versorgung der elektronischen Systeme im Fahrzeug bereitzustellen. Die Intention ist, den Wirkungsgrad des thermoelektrischen Generators so weit zu steigern, dass die Lichtmaschine überflüssig wird. Mit diesem Verfahren könnte man den Treibstoffverbrauch in naher Zukunft um circa fünf Prozent reduzieren.

Quelle: www.dlr.de



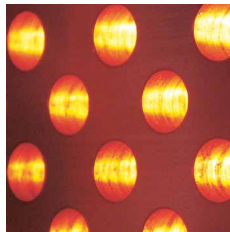
Fotos: © DLR (2) / © CeNIDE (1) / © National Science Foundation (1)



PHOTOVOLTAIK OHNE SONNENLICHT

Am MIT in Cambridge, Massachusetts, entwickeln Forscher derzeit eine neue Technik, Wärme in elektrische Energie umzusetzen. Die Innovation ist, über die Nanostruktur einer Oberfläche die Frequenz von Lichtwellen zu modulieren. Markus Rennhofer, Photovoltaik-Experte am Austrian Institute of Technology (AIT), weist aber darauf hin, dass die Energieeffizienz von Solarzellen beschränkt ist. Dennoch soll ein mit Butan betriebener Reaktor in Knopfgröße dreimal so lange Energie abgeben wie eine Lithium-Ionen-Batterie des gleichen Gewichts.

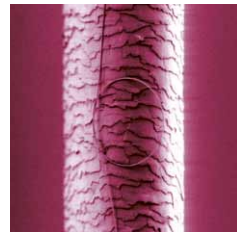
Quelle: www.pressemitteilungen-online.de



NANO IM TANK – BATTERIEN STÄRKER UND BILLIGER

Forscher des Centers for Nanointegration (CeNIDE) arbeiten an der Zukunft der Elektromobilität. Sie entwickeln dazu im NanoEnergieTechnikZentrum (NETZ) in Duisburg nanoskaliges Silizium-Kohlenstoff-Kompositmaterial als Elektrodenmaterial für den Einsatz in Lithium-Ionen-Batterien. Damit kann bei geringeren Kosten der Energieinhalt der Batterie um rund 15 Prozent gesteigert werden. Die Nanopartikel beziehen die Forscher aus einer Anlage in Duisburg, die im Kilogramm-Maßstab produzieren kann.

Quelle: www.uni-due.de



EIN KLEINES, DÜNNES WUNDERWERK

Der bisher kleinste Lithium-Ionen-Akku ist mehrere tausend Mal dünner als ein Haar. Pulickel Ajayan und seine Kollegen von der Rice University in Houston packten alle Komponenten eines Lithium-Akkus in einen einzelnen Nanodraht. Eingehüllt in Plexiglas, besteht er aus Nickel und Zinn. Als Elektrolyt dient Lithiumphosphorfluorid. Dieser filigrane Lithium-Akku kann mehrfach elektrisch geladen und entladen werden. Kombiniert mit einem Superkondensator, präsentiert bereits in der Fachzeitschrift „Nano Letters“, könnten die Ladezeiten im Minutenbereich liegen.

Quelle: www.wissenschaft-aktuell.de

INTERNATIONALES MEETING

Weiterentwicklung der Lithium-Luft-Batterie durch „GLANZ“ und „STELLA“

Im Forschungszentrum MEET („Münster Electrochemical Energy Technology“) arbeitet ein internationales Team von 75 Wissenschaftlern an der Weiterentwicklung elektrochemischer Energiespeicher, als Forschungsbasis dient die Lithium-Luft-Technologie. Am 5. Juli fand der Auftakt der Forschungsprojekte „GLANZ“ und „STELLA“ statt. GLANZ ist die Abkürzung für „Durch Glas geschützte Anode und Zelle“ und STELLA die Abkürzung für „Strukturierte Elektroden für Metall-Luft-Akkumulatoren“. Beide Projekte haben als Ziel, die Speicherkapazität für elektrochemische Energie in wiederaufladbaren Batterien zu steigern und somit größere Reichweiten für Elektroautos zu ermöglichen. Neben der Energiedichte werden auch die Recyclingfähigkeit und die Lebensdauer von Batterien untersucht. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert die Projekte mit 5,6 Millionen Euro im Rahmen der BMBF-Initiative „Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität“. Da die Lithium-Luft-Batterie eine extrem hohe theoretische Energiedichte besitzt, ist sie ein besonders geeignetes Forschungsobjekt für die Weiterentwicklung der Elektromobilität.

Quelle: www.uni-muenster.de



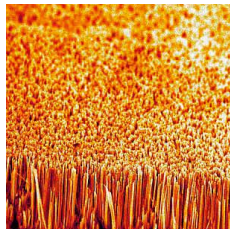
Fotos © MEET (1) / © Wikipedia (1) / © IPHT (1)



NANOTECHNOLOGIE FÜR ANFÄNGER

Wiley Publishing publizierte vor Kurzem die zweite Auflage des Buches „Nanotechnology for Dummies“, das eine solide Einführung in das Thema „Nanotechnologie“ bietet. Die Autoren Earl Boysen und Nancy Muir Boysen vermitteln das nötige Grundwissen und erläutern, wie nanoskalige Materialien in der Chemie, Physik, Medizin und den Materialwissenschaften genutzt werden und wie sie unseren Alltag verändern. Ein Überblick über die Geschichte der Nanotechnologie sowie Erklärungen gängiger Fachtermini runden das Buch, das für Laien und Studenten bestimmt ist, ab.

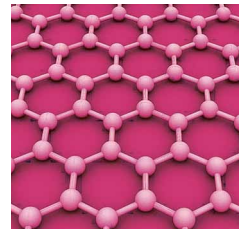
Quelle: www.nanowerk.com



NANODRÄHTE – VÖLLIG NEU UND EINFACH

Wissenschaftler des Instituts für Photonische Technologien (IPHT) in Jena haben ein innovatives Herstellungsverfahren für Nanodrähte vorgestellt. Diese werden auf einer Siliziumscheibe durch einfache Chemie im Becherglas erzeugt. Die Herstellung erfolgt in zwei Schritten: Im ersten werden aus einer Lösung Silber-Nanopartikel auf der Oberfläche eines Wafers aus Silizium abgeschieden. Dann folgt das nasschemische Ätzen der Nanostrukturen mit einem Wasserstoffperoxid-Flusssäure-Gemisch. Ziel ist die Produktion auf Glas oder Folien.

Quelle: www.ipht-jena.de



GRAPHEN-GEL ALS ENERGIE-SPEICHER DER ZUKUNFT

Die neueste Erfindung des australischen Materialforschers Dan Li von der Monash University soll die Batterie der Zukunft sein: Ein Akku, der die gleiche Leistung hat wie die Lithium-Ionen-Version, sich in Sekunden auflädt, lange lebt und wenig kostet. Das wäre z.B. besonders für Handys vorteilhaft. Als Gel in Kombination mit Wasser bleiben die gewünschten Eigenschaften der Graphene, die hohe Leitfähigkeit und die große Oberfläche, lange erhalten. Bis zur industriellen Anwendung wird aber noch viel Entwicklungsarbeit notwendig sein.

Quelle: www.pressetext.com



Fotos: © Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

NANO UND ENERGIEPOLITIK

NRW-Umweltminister Johannes Remmel im Interview

CeNIDE: Welche Schwerpunkte setzen Sie zur Förderung von regenerativen Energien?

Das ambitionierte Klimaschutzziel, bis 2020 die Emission von Treibhausgasen um mindestens 25 Prozent und um mindestens 80 Prozent bis 2050 zu senken, ist nur durch einen massiven Ausbau der erneuerbaren Energien erreichbar. Dafür brauchen wir Windkraft und Biomasse

sowie Wasserkraft, Solarenergie und Geothermie. In vielen dieser Bereiche wird die Nanotechnologie zur Anwendung kommen müssen, um die kommenden Herausforderungen der Energieversorgung zu meistern. Sie kann helfen, bestehende Verfahren der Energieumsetzung effizienter zu machen und neue Wege bei der Nutzung erneuerbarer Energien zu beschrei-

ten. Das gilt für die Energieproduktion, für die Speicherung und die Einsparung gleichermaßen.

CeNIDE: Welche Rolle wird Ihrer Ansicht nach die Nanotechnologie dabei spielen?

Nanotechnologische Entwicklungen können einen wichtigen Beitrag leisten, die gesteckten Emissionsreduktionsziele zu errei-

chen. Bislang fehlt den Nanotechnologien aber noch der angemessene Eingang in die großtechnische Nutzung. Diese Kluft soll durch das NanoEnergieTechnikZentrum NETZ an der Universität Duisburg-Essen geschlossen werden, das sich mit NRW-Unterstützung derzeit im Bau befindet.

CeNIDE: Welche Anwendungen aus dem Bereich der Nanotechnologie in der Energietechnik erscheinen Ihnen besonders vielversprechend?

Konkrete Anwendungen sehe ich beispielsweise im Bereich der Erhöhung der Speicherkapazitäten von Lithium-Ionen-Bat-

»DIE KLUFT ZWISCHEN ENTWICKLUNG UND ANWENDUNG SOLL DURCH DAS NANOENERGIE-TECHNIKZENTRUM NETZ AN DER UNIVERSITÄT DUISBURG-ESSEN GESCHLOSSEN WERDEN, DAS SICH MIT NRW-UNTERSTÜTZUNG DERZEIT IM BAU BEFINDET.«

terien und der Effizienzsteigerung in der Photovoltaik, wobei zusätzlich Verbesserungen im Bereich der Produktionstechnik erreicht werden können. Um beispielsweise Brennstoffzellen für den Massenmarkt zu erschließen, ist noch eine weitere Reduzierung der Herstellungskosten erforderlich. Als zentrales Element der PEM-Brennstoffzelle gilt die Bipolarplatte, bei deren Produktion der Einsatz von hochleitfähigen, kohlenstoffgefüllten Verbindungen in Verbindung mit sogenannten Carbon Nanotubes zu einer erheblichen Verringerung der Kosten führen kann. Das Zentrum für BrennstoffzellenTechnik (ZBT) in Duisburg arbeitet an diesem Thema.

CeNIDE: Durch Einsatz der Nanotechnologie werden Batterien und Brennstoffzellen

immer leistungsfähiger und preiswerter. Mit welchen Maßnahmen fördert das Land NRW den Ausbau der Elektromobilität?

Im Koalitionsvertrag vom Juli 2010 haben wir festgelegt, dass die Landesregierung die Elektromobilität entlang der gesamten Wertschöpfungskette unterstützen und dabei den Ausbau von sauberer Elektromobilität in Verbindung mit erneuerbaren Energien im Dialog mit den Kommunen voranbringen will. Weiter gibt es den Masterplan Elektromobilität, dessen Zielsetzung es ist, die heimische Automobilindustrie auf die Herausforderungen des elektromobilen Zeitalters vorzubereiten. Umgesetzt werden soll dies unter anderem mit Forschung in den drei Kompetenzzentren zu den Themen Batterie, Fahrzeugtechnik sowie Infrastruktur und Netze. Die Landeswettbewerbe „ElektroMobil.NRW“ haben verschiedene Projekte zur Elektromobilität mit einer Gesamtsumme von über 60 Millionen Euro gefördert. Die durch Bundesmittel unterstützte „Modellregion Elektromobilität Rhein-Ruhr“ erprobt in ihren acht Projekten in NRW den Einsatz von mehr als 200 Elektrofahrzeugen verschiedener Klassen, die an rund 480 Ladepunkten aufgeladen werden können.

CeNIDE: Wie sehen Sie den Einsatz der Nanotechnologie in Zusammenhang mit dem Verbraucherschutz und der Akzeptanz neuer Technologien in der Bevölkerung?



NRW-Umweltminister Johannes Remmel tritt für den Klimaschutz ein

Toxikologen gehen davon aus, dass die neuartigen Eigenschaften von Nanomaterialien auch unerwünschte Auswirkungen auf Mensch und Umwelt haben könnten. Die bisher verfügbaren Studien lassen bisher keine verallgemeinerbare Aussage zu. Wei-

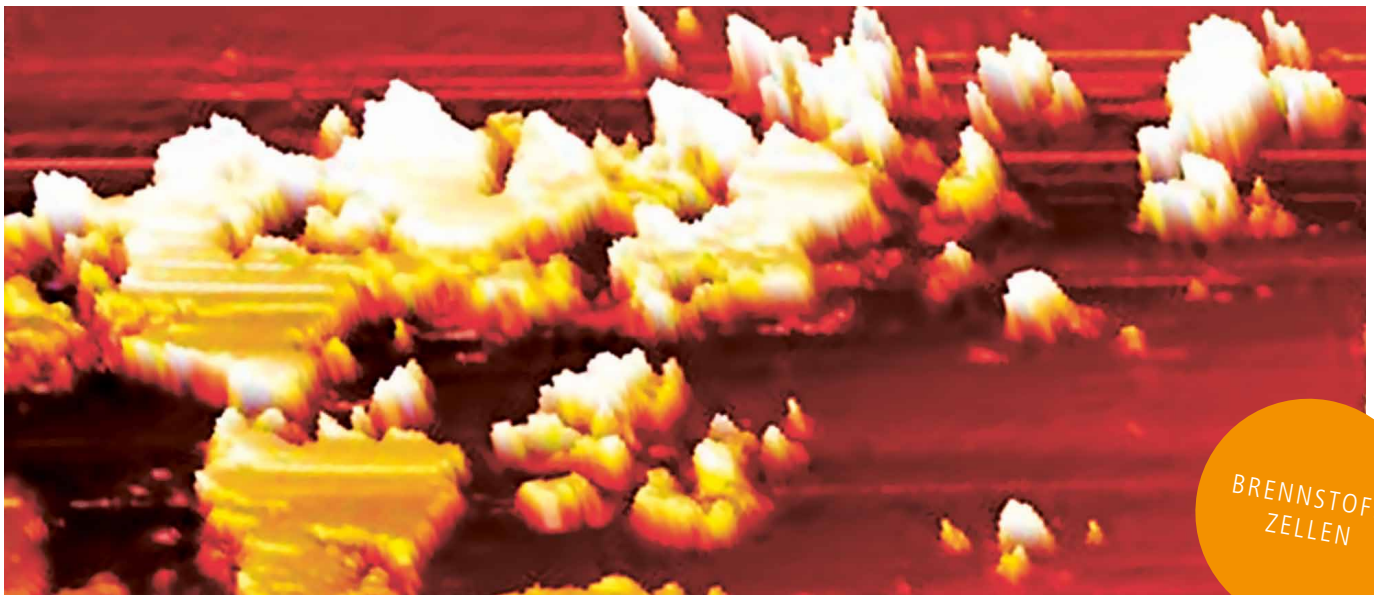
tere Untersuchungen sind notwendig, um Gefahren für Mensch und Umwelt auszuschließen. Festhalten lässt sich bisher, dass nach Meinung der Experten bei den derzeit

»NANOTECHNOLOGISCHE ENTWICKLUNGEN KÖNNEN EINEN WICHTIGEN BEITRAG LEISTEN, DIE GESTECKTEN EMISSIONS-REDUKTIONSZIELE ZU ERREICHEN.«

kommerziell in größerem Maßstab hergestellten Produkten Nanopartikel in den meisten Fällen nicht als einzelne Teilchen, sondern aggregiert und agglomeriert als Verbund mehrerer Teilchen vorliegen. Die meisten bekannten Nanomaterialien sind also in Zwischen- oder Endprodukte eingebunden, aus denen eine Freisetzung ohne größere Energiezufuhr oft nicht möglich ist – vorausgesetzt ist die Einhaltung aller vorgegebenen Schutzmaßnahmen.

CeNIDE: Was möchten Sie in Ihrer Amtszeit für den Klimaschutz erreichen?

Wichtig ist vor allem die Gesetzesverankerung des Klimaschutzes in NRW. Das von uns geplante Klimaschutzgesetz wäre das erste seiner Art in Deutschland, in dem gesetzlich festgeschrieben ist, dass die Treibhausgase deutlich reduziert werden müssen. Damit setzen wir ein starkes Signal im Kampf gegen den Klimawandel und leisten unseren Beitrag als Industrieland Nummer 1 in Deutschland dafür, dass die ökonomischen und ökologischen Folgen für kommende Generationen abgedeckt werden. Gleichzeitig ermutigen wir die Wirtschaft, in wichtige Zukunftstechnologien zu investieren. Das sichert Jobs, senkt bei den Firmen künftige Kosten und steigert Marktanteile. Die angesprochenen Zukunftstechnologien beinhalten auch Anwendungsfelder der Nanotechnologie: Batterietechnik, Brennstoffzellen, Elektrolyse und Wasserstoffspeicherung, Photovoltaik, um nur einige Techniken aufzuführen.

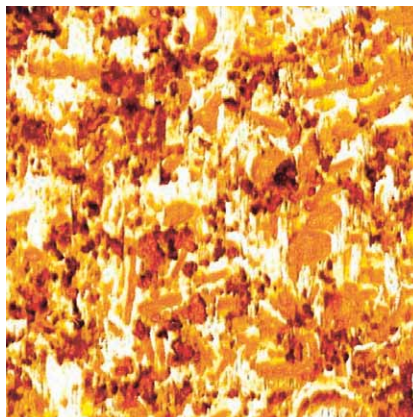


FÜR DIE ZUKUNFT DER E-MOBILITÄT

Nanoanalyse an Komponenten von Batterien und Brennstoffzellen

Eine hohe Effizienz von Brennstoffzellen und Batterien wird weitgehend durch die Nanostruktur der Komponenten bestimmt. Ein Rasterkraftmikroskop (AFM) kann Materialeigenschaften mit einer lateralen Auflösung von wenigen Nanometern messen. Mit einer auf ihrer Resonanzfrequenz schwingenden kleinen Sonde wird die Oberfläche abgetastet. Im QNM-PeakForce Tapping Mode (Bruker Corp.) berührt die Spitze periodisch und definiert die Oberfläche. Aus dem Verlauf der Kraftkurve beim Annähern und Zurückziehen der Spitze werden außer der Oberflächentopografie die lokale Adhäsion, Deformierbarkeit, Härte und die Verformarbeit ermittelt. Mit einer leitfähigen Spitze kann zusätzlich während der Kontaktzeit der Strom, in feuchter Umgebung auch der Ionenstrom, der durch die Probe fließt, gemessen werden.

Nafion®: Als Festelektrolyt-Membran in Brennstoffzellen wird Nafion® eingesetzt. Es hat ein perfluoriertes Polymergrundgerüst (hydrophob), an das SO_3^- -Ionen und H^+ -Gegenionen (hydrophil) gebunden sind. Die Sulfonsäuregruppen lagern sich zu protonenleitenden invertierten Mizellen



Mapping der Adhäsionskraft auf der Kathode einer Lithium-Schwefel-Batterie mit 5 µm Länge

zusammen und bilden ein leitendes Netzwerk. Zur Messung der lokalen Ionenleitfähigkeit von Nafion® wird die mit einer porösen, leitfähigen, platinhaltigen Rückelektrode beschichtete Membran mit einer platinbeschichteten Messspitze als Nanoelektrode analysiert. Bei Überschreiten einer Schwellspannung finden zwei elektrochemische Reaktionen statt: An der unteren Elektrode wird Wasser unter Sauerstoffentwicklung oxidiert. Die dabei entstehenden Protonen wandern durch die Membran zur anderen Seite. An der als Nanokathode fun-

gierenden AFM-Spitze reagieren die Protonen mit dem Sauerstoff der Umgebung wieder zu Wasser und es fließt ein Strom, der zusammen mit den Materialeigenschaften aufgezeichnet wird. Die direkte Abbildung der ionenleitenden Struktur auf der Nafionoberfläche zeigt nur einige isolierte Kanäle mit hoher Leitfähigkeit. Einzelne Kanäle haben eine Größe von ca. 1 bis 4 nm. Sie bilden lineare Strukturen oder Cluster von 10 bis 30 nm Durchmesser.

Batteriekathoden: Die Lithium-Schwefel-Batterien versprechen eine extrem hohe Kapazität. Durch Analyse mit dem AFM und Kombination der Leitfähigkeit mit den anderen physikalischen Eigenschaften der Probe können die Komponenten auf der Nanometerskala zugeordnet werden. So kann z. B. Schwefel durch die Kombination von Adhäsion (gering), Härte (hoch) und Leitfähigkeit (keine) identifiziert werden.

Prof. Dr. Renate Hiesgen, Hochschule Esslingen, Fakultät Grundlagen
Prof. Dr. K. Andreas Friedrich,
Dr. Seniz Sörgel, DLR, Institut für Technische Thermodynamik, Stuttgart



FROM POWDER TO POWER

Die mikrotubulare Brennstoffzelle von eZelleron

Nicht nur die Zellen sind klein, auch die Bestandteile des Ausgangsmaterials sind es: keramische Nanopulver. Über verschiedene, ausgeklügelte Fertigungsschritte werden in den Laboratorien des Fraunhofer Instituts IKTS in Dresden aus diesen Pulvern 3 mm starke und 4,5 cm lange Keramikröhrchen hergestellt. Jedes dieser Keramikröhrchen (Solid Oxide Fuel Cells) stellt mit herkömmlichem Camping- oder Feuerzeuggas dauerhaft eine Leistung von 1 Watt (5 Watt unter Standardtestbedingungen) mit einem elektrischen Wirkungsgrad von über 60 Prozent zur Verfügung. Besonders bei der Ausführung des Elektrolyten und der Verzahnung der einzelnen Schichtaufbauten der mikrotubularen Zellen war das werkstoffwissenschaftliche Know-how im Bereich der Nanotechnologien gefragt. Das eZelleron-Patentportfolio umfasst mittlerweile 13 Patentfamilien. Profitiert wurde bei der Entwicklung auch von der engen Kooperation mit dem Fraunhofer IKTS, mit dem das von der EU und dem sächsischen Freistaat geförderte Verbundprojekt zur Entwicklung der eZelleron-Brennstoffzellensysteme zusammen durchgeführt wird.



Gasbatterie von eZelleron

Diese kleinen Energiebündel können in beliebiger Stückzahl in Produkte integriert werden, elektrisch verschaltet nach den Erfordernissen des Einsatzzwecks. eZelleron fertigt auch ein Hot-Box-Systemkit mit Gasanschluss und Stromabgriff sowie ein Hybridsystem, passend zum Lastprofil des Einsatzfalles.

Ein solches Hybridsystem, integriert in den Gasbatterien von eZelleron, macht diese zur neuen Alternative für eine sichere, mobile Stromversorgung. Die kompakten Gasbatterien sind einfacher in der

Handhabung als ein Campinggaskocher, leicht und robust – also prädestiniert für den portablen und mobilen Einsatz. Die Gasbatterie als eigene Steckdose für unterwegs ersetzt so eine Vielzahl von Batterien, Ladeadaptoren und Reise Steckern. Die Gasbatterie wird vom TÜV geprüft und zertifiziert, um sicherzustellen, dass der Umgang mit ihr jederzeit gefahrlos möglich ist.

Gasbatterien gewährleisten eine unabhängige Stromversorgung. Die Gasbatterie go::batt 125 in Kombination mit einer handelsüblichen Campinggas-Kartusche ermöglicht es z. B., zehn volle Tage mit einem iPad im Web zu surfen. Wichtige Anwendungsfelder sind der Einsatz bei leichten Elektrofahrzeugen, wie E-Bikes, aber auch in der mobilen Automation, der Sensorik und bei Sicherheitssystemen. Die jüngsten Ereignisse in Japan haben zudem gezeigt, wie wichtig die mobile Stromversorgung im Katastrophenfall ist, um Informations- und Kommunikationswege aufrechtzuerhalten.

Dipl.-Ing. BW Andreas Frömmel,
Managing Director / CCO,
eZelleron GmbH, Dresden

THERMO-
ELEKTRIK

ENERGIE AUS DIAMANTEN

Nanodiamanten als thermoelektrisches Material

Mehr als 60 Prozent der insgesamt verbrauchten fossilen Primärenergie werden einer aktuellen Studie zufolge ungenutzt als Wärme abgegeben. Im Hinblick auf die schwindenden Energiereserven und den wachsenden Energiehunger unserer Welt ist es erstrebenswert, diese Wärme zu nutzen. Thermoelektrische Materialien bieten eine Möglichkeit für dieses „Energierecycling“,

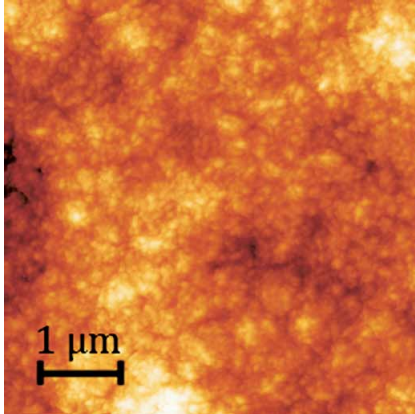
indem sie direkt Temperaturdifferenzen in elektrische Spannung umwandeln können.

Die Spannung entsteht dabei durch Thermodiffusionsströme: Am wärmeren Ende des thermoelektrischen Leiters gibt es mehr Ladungsträger mit hoher Energie. Durch Diffusion bewegen sich diese zum kalten Ende des Materials, während sich

aufgrund der geringeren Energie deutlich weniger Ladungsträger vom kalten Ende in Richtung zum wärmeren bewegen.

Aus dieser einfachen Betrachtungsweise werden bereits die Anforderungen an ein leistungsfähiges thermoelektrisches Material deutlich: Es muss auf der einen Seite ein guter elektrischer Leiter sein, da

ein hoher elektrischer Widerstand durch ohmsche Verluste die Effektivität des Generators mindern würde. Gleichzeitig muss aber die thermische Leitfähigkeit des Materials möglichst niedrig sein, da sonst ein



Rasterkraftaufnahme einer nanokristallinen
Diamantschicht

Wärmestrom gegen den externen Temperaturgradienten arbeiten und so zu einem thermischen Kurzschluss führen würde. Üblicherweise sind allerdings elektrische und thermische Leitfähigkeit nicht unabhängig voneinander einzustellen; in Metallen sind die freien Elektronen sowohl für den elektrischen Transport verantwortlich als auch wesentlich am Wärmetransport beteiligt. Im Gegensatz dazu kommen elektrische Isolatoren aufgrund der fehlenden freien Ladungsträger nicht in Betracht. Die Suche nach einem geeigneten thermoelektrischen Material ist also kompliziert.

Eine ausgesprochen interessante Materialklasse sind allerdings die Halbleiter: Hier wird die Wärmeleitfähigkeit sowohl durch freie Ladungsträger (Elektronen und Löcher) als auch über Phononen getragen. Die thermische Leitfähigkeit ist dadurch von der elektrischen Leitfähigkeit entkoppelt und beide Eigenschaften können unabhängig voneinander optimiert werden. Daher kommen nur halbleitende Materialien als Thermoelektrika infrage. Viele der „klassischen“ thermoelektrischen Materialien sind technologisch nicht unproblematisch, da sie sehr selten und dadurch kostspielig sind (z. B. Germanium und Tellur) oder als umweltgefährdend eingestuft sind (Blei und Antimon). Die Suche nach neuen Materialien für thermoelektrische Anwendungen ist daher technologisch und wirt-

schaftlich hoch interessant. So wird z. B. seit mehreren Jahren – auch im Umfeld von CeNIDE – mit beachtlichem Erfolg an nanostrukturiertem Silizium für den Einsatz als Thermoelektrikum gearbeitet. Der Kohlenstoff, der das Diamantgitter bildet, wäre ähnlich wie Silizium ein umweltverträgliches, biokompatibles Material, das zusätzlich sehr kostengünstig ist.

Der einkristalline Diamant erscheint allerdings unter Berücksichtigung der geforderten Materialeigenschaften zunächst als denkbar ungünstigste Wahl: Diamant ist nämlich bei Raumtemperatur der beste Wärmeleiter und gleichzeitig ein elektrischer Isolator und widerspricht damit den genannten Anforderungen für thermoelektrische Materialien. Das enorme thermoelektrische Potenzial des Diamanten kann jedoch durch Nanostrukturierung und gleichzeitige Dotierung entfaltet werden. Die dominierenden Streueffekte für Elektronen und Löcher sind Dotieratome, für Phononen Korngrenzen. Eine Möglichkeit ist es daher, Phononen an Korngrenzen zu streuen, wodurch die Wärmeleitfähigkeit der Materialien deutlich reduziert wird, während die elektrische Leitfähigkeit nicht im gleichen Maße herabgesetzt wird. Phononen weisen in nanostrukturierten Materialien typischerweise eine mittlere freie Weglänge von <10 nm auf, während freie

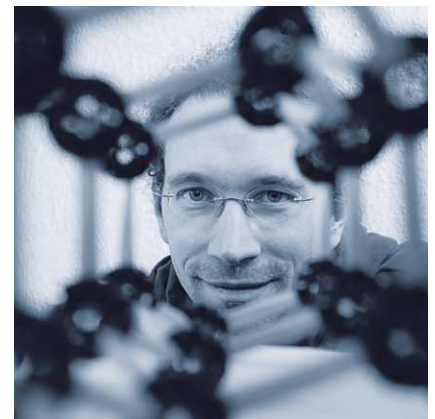
»DAS ENORME THERMOELEKTRISCHE POTENZIAL DES DIAMANTEN KANN DURCH NANOSTRUKTURIERUNG UND GLEICHZEITIGE DOTIERUNG ENTFALTET WERDEN.«

Ladungsträger eine deutlich größere mittlere freie Weglänge aufweisen (>50 nm). Dies rückt nanostrukturierte Diamantschichten in das Zentrum der Aufmerksamkeit.

Die Kristallitgröße von Diamantschichten lässt sich bis hinab in die Nanometer-

skala durch geeignete Wahl der Prozessbedingungen einstellen. Insbesondere ultrananokristalline Diamantschichten (UNCD) weisen nur noch Kristallitgrößen von wenigen Nanometern auf. Im Rahmen von CeNIDE wurden dünne Schichten aus diesen Nanodiamanten in einem Plasma-CVD-Verfahren hergestellt. Die gemessene Wärmeleitfähigkeit dieser Schichten liegt um drei Größenordnungen unter der von einkristallinem Diamant und ist damit vergleichbar mit der von konventionellen Thermoelektrika. Zusätzlich lassen sich Diamantschichten in weiten Grenzen mit Bor dotieren, um sie zu Halbleitern zu machen.

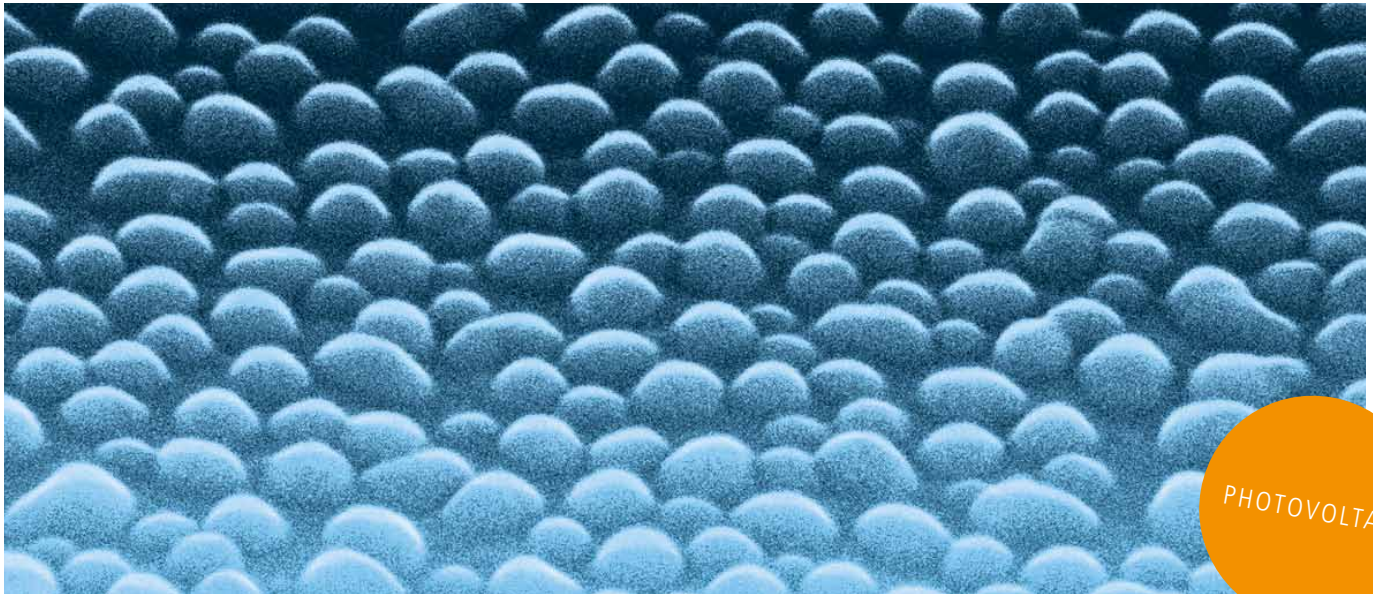
Allein durch Nanostrukturierung wird dadurch eine derartige Variabilität der Materialeigenschaften erreicht, wie sie



Dr. Nicolas Wöhl mit einem Gittermodell des Diamanten

mit keinem anderen Material möglich ist. Das macht Diamant über das technologische Potenzial hinaus zum idealen Gegenstand wissenschaftlicher Grundlagenforschung. Simulationen, Theorien und Modellbildungen am Diamant können helfen, allgemeine physikalische Gesetzmäßigkeiten auf der Nanoskala zu untersuchen und zu verstehen. Der Diamant, der sich bisher eher im Zentrum des Interesses von Schmuckliebhabern befand, steht nun gleichermaßen im Fokus der anwendungsorientierten Nanotechnologie und der grundlagenforschenden theoretischen Physik.

Dr. Nicolas Wöhl,
Fakultät für Physik / Technische
Chemie, Universität Duisburg-Essen

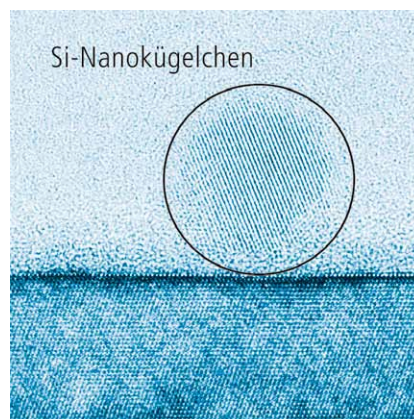


GROSSE ENERGIE AUS NANOKÜGELCHEN

Hocheffiziente Solarzellen aus Silizium-Nanopartikeln

Der Preis für Solarstrom hängt neben den Produktionskosten für Solarzellen vor allem vom Wirkungsgrad ab, also dem Verhältnis von eingestrahelter Sonnenenergie zu erzeugter elektrischer Energie. Den größten Marktanteil stellen zurzeit Solarzellen aus kristallinen Siliziumscheiben. Aus physikalischen Gründen kann der Wirkungsgrad dieser konventionellen Solarzellen, selbst bei perfekter technologischer Ausführung, die sogenannte Shockley-Queisser-Grenze von 33 Prozent nicht übersteigen.

Will man beim etablierten, günstigen und ungiftigen Material Silizium bleiben, sind neue Konzepte gefragt: Durch die Verkleinerung von Siliziumstrukturen auf wenige Nanometer kommen Effekte der Quantenphysik zum Tragen. Diese Effekte bergen das Potenzial einer Wirkungsgradsteigerung über die Shockley-Queisser-Grenze hinaus. Ein weiterer Vorteil solcher kleiner Siliziumstrukturen ist die enorme Reduktion des Materialverbrauchs im Vergleich zu Siliziumscheiben. Zurzeit machen die Materialkosten rund ein Drittel der Herstellungskosten klassischer Silizium-Solarzellen aus.



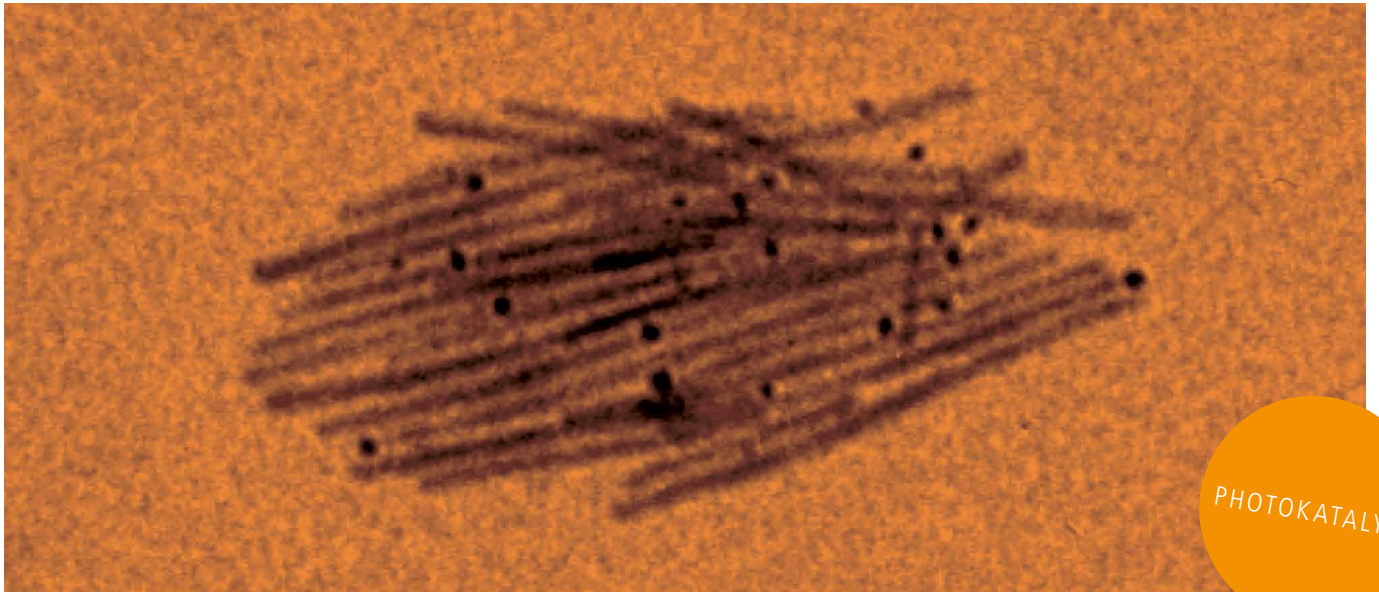
Querschnitt eines Silizium-Nanokügelchens
auf einer oxidierten Siliziumscheibe

Durch dieses Potenzial motiviert, stellen Forscher des Helmholtz-Zentrums Berlin (HZB) im Rahmen des vom BMBF geförderten Projektes „SINOVA“ Silizium-Nanopartikel her und setzen sie in Solarzellen der nächsten Generation ein. Für die Synthese solcher kleiner Partikel auf großflächigen Solarzellen erforscht das HZB zwei Methoden der Selbstorganisation: Erstens die „Entnetzung“ eines dünnen Siliziumfilms. Vergleichbar mit Wasser, welches auf einer Glasscheibe Tröpfchen bildet, bildet auch Silizium auf Glas unter

bestimmten Bedingungen kleine Kugeln mit wenigen Nanometern Durchmesser. Diese Methode bietet eine gute Kontrolle über Größe und Abstand der Nanokügelchen. Eine alternative Methode basiert auf der Entmischung von Siliziumoxid. Dieses SiO_2 bildet während eines Heizprozesses Silizium-Nanopartikel eingebettet in SiO_2 , also Glas. Diese Methode lässt sich mittels üblicher Abscheideanlagen für Silizium durchführen, bietet aber weniger Kontrolle über Größe und Abstand der Silizium-Nanopartikel.

Derzeit arbeitet das HZB daran, Fremdatome in die Nanopartikel einzubringen. Dies ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass die Absorption des Sonnenlichts eine elektrische Spannung hervorruft. Sobald auch diese Hürde genommen ist, kann die Nanotechnologie mithilfe von Quanteneffekten den Wirkungsgrad von Silizium-Solarzellen über die Shockley-Queisser-Grenze hinaus erhöhen.

Dr. Enno Malguth,
Helmholtz-Zentrum Berlin,
Institut Silizium-Photovoltaik



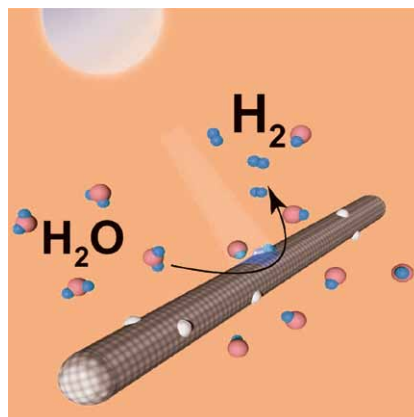
PHOTOKATALYSE

NANOKRAFTWERKE FÜR WASSERSTOFF

Metalldekorierete kolloidale Halbleiternanokristalle für die Photokatalyse

Wasserstoff wird derzeit als Komponente einer zukünftigen und nachhaltigen Energieversorgung angesehen, da bei seiner Verbrennung lediglich Wasser entsteht. Der effizienten Herstellung von Wasserstoff durch Nutzung der Sonnenenergie kommt dabei eine entscheidende Rolle zu. Während die photovoltaisch getriebene Elektrolyse und photoelektrochemische Zellen mit Volumenelektroden bereits seit Längerem bekannt sind, erlauben die Fortschritte in der Nanotechnologie hierzu vielversprechende Herangehensweisen auf einem qualitativ neuen Niveau.

Die Gruppe von Prof. Jochen Feldmann und Dr. Frank Jäckel an der Ludwig-Maximilians-Universität München setzt dabei, in Zusammenarbeit mit Prof. Andrey Rogach an der City University Hong Kong, auf metalldekorierete, kolloidale Halbleiternanokristalle, die in wässriger Lösung als schwimmende Nanokraftwerke zur Wasserstoffherzeugung dienen. Nach der Lichtabsorption durch den Nanokristall werden photoinduziertes Elektron und Loch getrennt. Das Elektron wird auf die photokatalytisch aktiven Metallcluster transferiert, wo es durch eine Reduktionsreaktion für



Vereinfachte Darstellung der Wasserspaltung mit metalldekorierten Nanostäbchen

die Wasserstoffherzeugung sorgt. Das Loch wird unter Verbrauch eines zusätzlichen Lochfängers vom Nanokristall entfernt. Mit diesem Konzept wurden durch Verwendung von Platin-dekorierten Cadmiumsulfid-Nanostäbchen unter Oxidation von Sulfitionen Quanteneffizienzen von 3,9 % für die Wasserstoffherzeugung erreicht.

Halbleiternanokristalle bieten viele Vorteile: Sie lassen sich einfach und kostengünstig herstellen und haben große Absorptionskoeffizienten und Oberflächen. Außerdem erlauben moderne kolloidale

Synthesemethoden die Kontrolle ihrer Form, Größe und Zusammensetzung. Über Letztere können die für die Photokatalyse entscheidenden optischen und elektronischen Eigenschaften präzise eingestellt werden. Des Weiteren sind die Transporteigenschaften des Halbleitermaterials weniger kritisch, da die Nanokristalle Abmessungen im Größenbereich der elektronischen Wellenfunktion haben.

Um Nanokraftwerke als hocheffiziente Akteure in einer zukünftigen Energieerzeugung zu etablieren, müssen jedoch noch etliche Herausforderungen gemeistert werden. Dazu zählen die aktive Ausnutzung der oben genannten spezifischen Vorteile von Nanokristallen, die Realisierung der simultanen Sauerstoffherzeugung, die Erkundung neuer Nanosysteme mit besonderem Augenmerk auf umweltverträgliche, preiswerte Materialien sowie ein tieferes Verständnis der Ladungsträgerdynamik in den Nanosystemen.

**Dr. Frank Jäckel, Maximilian Berr,
Prof. Dr. Jochen Feldmann, Ludwig-Maximilians-Universität München**



TECHNOLOGIE-
FOLGEN-
ABSCHÄTZUNG

NANO UND ARBEITSSCHUTZ

EU-Verordnung REACH, Gefahrstoffverordnung und Sicherheitsforschung

In der Initiative „Hightech-Strategie 2020 für Deutschland“ des BMBF hat die Nanotechnologie eine wichtige Schlüssel-funktion für die Industrieproduktion von morgen. Obwohl nanotechnologische Verfahren, z. B. bei der Herstellung von Katalysatoren, schon seit Jahrzehnten genutzt werden, bieten sie auch heute eine breite Palette von Techniken zum gezielten Auf-

bau von neuartigen Werkstoffen mit maßgeschneiderten Eigenschaften. Zusätzlich wird erwartet, dass mithilfe der Nanotechnologie ökologische, ökonomische und soziale Aspekte feste Bestandteile der Entwicklungsarbeit werden.

Die Geschichte des Arbeitsschutzes ist geprägt von verspäteten Reaktionen auf recht-

zeitige Hinweise zu negativen Folgen neuer Technologien, wie z. B. beim „Wundermineral“ Asbest. Daher will die Europäische Union mit der vor vier Jahren eingeführten EU-Chemikalienverordnung REACH bis 2018 Informationsgrundlagen für eine Basissicherheit zum Schutz von Mensch und Umwelt schaffen, die alle auf dem Markt befindlichen Industriechemikalien abdeckt.

Bei einer Anzahl von 150.000 unter REACH vorregistrierten chemischen Stoffen ist es allerdings nicht möglich, alle relevanten gefährlichen Eigenschaften in gleicher Tiefe abzuklären. Hier haben sich die EU-Mitgliedsstaaten in langjährigen Verhandlungen auf ein gestuftes Prüfprogramm geeinigt, das von der jährlichen Produktionsmenge abhängt. Dieses gilt auch für Nanomaterialien, die sich bereits auf dem Markt befinden oder neu entwickelt werden.

Darüber hinaus hat die Europäische Union im Jahr 2000 mit einer Mitteilung zum Vorsorgeprinzip wichtige Maßstäbe für staatliches Sicherheitshandeln gesetzt. Dieses greift, wenn die Wissenschaft zwar eine qualifizierte Vermutung zu Risiken für Mensch und Umwelt ausspricht, sie aber noch nicht durch Studien untermauern kann. Die Gefahrstoffverordnung als zentrale Rechtsvorschrift für den Arbeitsschutz bei Tätigkeiten mit Chemikalien fordert in diesem Sinne seit 2011 explizit, dass für einen Stoff bei der Gefährdungsbeurteilung akut toxische, reizende, hautsensibilisierende oder erbgutverändernde Eigenschaften zu unterstellen sind, solange toxikologische Prüfdaten oder aussagekräftige Informationen zur Wirkung fehlen. Diese Vorgaben gelten für jede Gefahrstoffmenge und schließen somit Schutzlücken, die aufgrund des tonnageabhängigen Prüfprogramms unter REACH bestehen. Insbesondere für Forschungseinrichtungen und Start-up-



Nanopartikel bilden im Regelfall größere Agglomerate und Aggregate

Unternehmen, die Nanomaterialien oder andere neue chemische Stoffe entwickeln, sind sie daher von essenzieller Bedeutung.

Die für den Schutz des Menschen und der Umwelt zuständigen Ressortforschungseinrichtungen des Bundes, das Umweltbundesamt (UBA), das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) und die BAuA haben

»DER ARBEITSSCHUTZ HAT EINE BESONDERE BEDEUTUNG, DA DIE IN DER ENTWICKLUNG UND VERARBEITUNG VON NANOMATERIALIEN BESCHÄFTIGTEN PERSONEN ZUERST MIT DEN AUSWIRKUNGEN KONFRONTIERT SIND.«

2007 eine gemeinsame Forschungsstrategie aufgestellt, die den Bedarf an Sicherheitsforschung aus Sicht des Arbeits-, Umwelt- und Verbraucherschutzes beschreibt. Inzwischen haben sich auch die Bundesanstalt für Materialprüfung und -forschung (BAM) und die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) der Initiative angeschlossen, die 2012 eine erste Bilanz vorlegen will. Der Arbeitsschutz hat im Rahmen der Forschungsstrategie eine besondere Bedeutung, da die in der Entwicklung und Verarbeitung von Nanomaterialien beschäftigten Personen zuerst mit den Auswirkungen der neuen Technologie konfrontiert sind.

Nanomaterialien sind zumeist Feststoffe, die mit dem Ziel einer großen Oberfläche hergestellt werden und aufgrund quantenchemischer Phänomene andere Materialeigenschaften aufweisen als die entsprechenden Basischemikalien. Die Besorgnis für den Schutz der Beschäftigten ergibt sich aus der Tatsache, dass viele Nanomaterialien schwer löslich sind und z. T. erhebliche Mengen an Staub freisetzen können. Selbst wenn isolierte Nanopartikel im Staub eher eine Ausnahme darstellen, sind selbst Aggregate und Agglomerate zumeist klein genug, um durch Einatmen bis in die Alveolarbläschen der Lunge zu gelangen. Entzündungen und

sogar Krebserkrankungen können die langfristige Folge einer ständigen Belastung mit biobeständigen Stäuben am Arbeitsplatz sein. Das Risiko steigt deutlich an, wenn die Staubpartikel wie bei Asbest faserförmig sind oder wie bei Quarzstaub besondere Oberflächeneigenschaften aufweisen. Die Sicherheitsforschung zu Nanomaterialien kann daher auf langjährige Erkenntnisse aus dem Arbeitsschutz zurückgreifen. Dies gilt auch für Messverfahren und andere Ansätze zur Expositionsermittlung am Arbeitsplatz.

Die BAuA leistet Beiträge zu einer Risiko-früherkennung („Vorlauftforschung“) und für ein zielgerichtetes Regierungshandeln



Kohlenstoffnanoröhrchen – Hoffnungsträger einer neuen Technologie

(„Good Governance“) zur Begleitung der Nanotechnologie. Im Nanolabor am Berliner Sitz der BAuA werden Messverfahren und Prüfstandtests entwickelt, die eine personenbezogene Erfassung von Belastungen mit Nanomaterialien an Arbeitsplätzen und eine morphologische Charakterisierung dieser Stäube ermöglichen. Damit können kritische Partikelformen, -größen und -verteilungen identifiziert, quantifiziert und gruppiert werden. Die extern vergebenen toxikologischen Untersuchungen konzentrieren sich auf die systematische Suche nach Zusammenhängen zwischen Partikelwirkung und Partikelchemie, Partikelmorphologie und -oberfläche.

Dr. Rolf Packroff,
Fachbereich Gefahrstoffe und
biologische Arbeitsstoffe,
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und
Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund



SOLARZELLEN: THE NEXT GENERATION

Über 130 Experten bei „Photovoltaik-NRW Kompakt“ in Duisburg

Das Souterrain des Tectrum Duisburg konnte den tropischen Außentemperaturen glücklicherweise trotzen, sodass es bei der Veranstaltung „Photovoltaik-NRW Kompakt“ am 29. und 30. Juni 2011 nur thematisch heiß herging, denn die Energieversorgung steht vor einem großen Wandel. Kleine Versorgungseinheiten – insbesondere auf Basis erneuerbarer Energien – ersetzen vermehrt zentrale Großkraftwerke. Eine besondere Rolle kommt dabei der Photovoltaik zu. Um ihren Ausbau weiter voranzutreiben, sind Entwicklungen in allen Gliedern der Wertschöpfungskette erforderlich: von der Materialforschung über die Produktionstechnik bis hin zur Modul- und Systemtechnik. So ergänzten sich auch

die thematisch unterschiedlich gelagerten Veranstaltungen „Branchentag Photovoltaik NRW“, „CeNIDE-TechTalk“ und „Photovoltaik-Tag NRW“ harmonisch zum erstmalig stattfindenden Expertentreffen „Photovoltaik NRW-Kompakt“. Die Cluster EnergieRegion.NRW, Cluster EnergieForschung.NRW und NanoMikro+Werkstoffe.NRW sowie das

erbarer Energien – ersetzen vermehrt zentrale Großkraftwerke. Eine besondere Rolle kommt dabei der Photovoltaik zu. Um ihren Ausbau weiter voranzutreiben, sind Entwicklungen in allen Gliedern der Wertschöpfungskette erforderlich: von der Materialforschung über die Produktionstechnik bis hin zur Modul- und Systemtechnik. So ergänzten sich auch

Center for Nanointegration Duisburg-Essen (CeNIDE) hatten diese Kommunikationsplattform, die verschiedene Aspekte der Photovoltaik näher beleuchtete, gemeinsam geplant und organisiert.

Die Veranstaltung begann mit dem „2. Branchentag Photovoltaik NRW“, den Udo Paschedag, Staatssekretär des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz, eröffnete. Ein Schwerpunkt des Branchentages lag auf der Vorstellung von Initiativen,



Dr. Winfried Hoffmann

die sich dem Ausbau der Photovoltaik in städtischen Gebieten verpflichtet fühlen. Dr. Benedikt Rösen, Netzwerkmanager Photovoltaik NRW bei der EnergieAgentur NRW, leitete mit aktuellen Zubauzahlen der Photovoltaik in Deutschland und in NRW in das Thema ein. Die anschließenden Vorträge beleuchteten individuelle Projekte in Köln, München sowie Gelsenkirchen und stellten neue Aktivitäten von Photovoltaik-Netzwerken vor. Um aktive Mitarbeit in ihren Netzwerken warben Marcel Tijdink (TNO, Niederlande) für die „Solliance“ sowie Dr. Paul Harten (LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH) für den „OpTech-Net e. V.“. Bei der Solliance handelt es sich um eine erst kürzlich ins Leben gerufene Allianz aus und in den Niederlanden. Sie hat das Ziel, die Arbeiten verschiedener Photovoltaik-Forschungseinrichtungen im Bereich der Dünnschichttechnologien optimal aufeinander abzustimmen. Der „OpTech-Net e. V.“ hingegen ist ein Zusammenschluss von Unternehmen, Instituten und Hochschulen in NRW, die auf dem Gebiet der optischen Technologien, wie LED- und Lasertechnik sowie Photovoltaik, tätig sind.

Der 1. CeNIDE-TechTalk direkt im Anschluss gab einen Überblick über die neuesten Trends in der organischen Photovoltaik: Die Vortragsreihe richtete sich an Projektleiter und Entscheider in der anwendungsorientierten Wissenschaft sowie der Wirtschaft – und damit sowohl an KMU als auch an Vertreter international operierender Konzerne. So haben auch die Vortragenden Prof. Dr. Christoph J. Brabec (Universität Erlangen-Nürnberg) und Dr. Niels Benson (Universität Duisburg-Essen) beide bereits in der Industrie gearbeitet und kennen daher sowohl die wissenschaftliche als auch die wirtschaftliche Seite der Nanotechnologie. Brabec informierte die 75 Zuhörer aus Industrie und Wissenschaft über „Gedruckte Photovoltaik“. Dabei betonte er besonders, dass die Herstellungsanlagen für rollbare Photovoltaik sehr geringe Nebenkosten aufweisen, da sie zügig ein- und bei Produktionspausen auch vollständig ausgeschaltet werden können. Anschließend beleuchtete Benson das Thema „Exzitonenbindungsenergie in organischen Halbleitern“. Bei der anschließenden Diskussion drehten sich die Fragen hauptsächlich um Produktionskosten und die Vorteile von druckbarer Photovoltaik im Vergleich zu herkömmlichen Solarzellen.

Der CeNIDE-TechTalk schuf den Übergang zum wissenschaftlichen Teil der Veranstaltung – dem Photovoltaik-Tag NRW, der sich vor allem mit neuen Ideen und Entwicklungen für die nächsten Generationen von Solarzellen befasste. In seinem Übersichtsvortrag erläuterte Dr. Winfried



Prof. Dr. Roland Schmechel und
Prof. Dr. Christoph J. Brabec im Dialog

Hoffmann, Vizepräsident der European Photovoltaics Industry Association, welche Herausforderungen und Chancen es für neue Materialien und neue Generationen von Solarzellen in der Photovoltaik

»DER EINFLUSS DER NANOTECHNOLOGIE AUF DIE PHOTOVOLTAIK WÄCHST KONTINUIERLICH.«

gibt. Das Thema „Nano“ stand dabei in vielen Fällen im Vordergrund: So berichteten Dr. Stefanie Eiden (Bayer Technology Services GmbH) und Sabrina Niesar (Walter-Schottky-Institut, TU München) über Herstellungsverfahren von Nanopartikeln und deren Einsatzmöglichkeiten in der Photovoltaik. Dr. Birger Berghoff (RWTH Aachen), Prof. Dr. Franz-Josef Tegude (Universität Duisburg-Essen) und Prof. Dr. Uwe Rau (Forschungszentrum Jülich) gaben in ihren Präsentationen Einblicke in die Welt der Nanostrukturen, mit deren Hilfe die Effizienz von Solarzellen gesteigert und gleichzeitig ihre Kosten gesenkt werden können. Dazu sagte Harald Cremer, Landesclustermanager NanoMikro+Werkstoffe.NRW: „Die Nanotechnologie kann im gesamten Energiesektor wesentliche Beiträge für eine nachhaltige Energieversorgung und -speicherung leisten. Sie kommt bereits heute in verschiedenen Bereichen wie Batterietechnik oder Katalysatoren zum Einsatz. Da der Einfluss der Nanotechnologie auf die Photovoltaik kontinuierlich wächst, werden wir in Nordrhein-Westfalen als Standort Nummer eins im Bereich der Nanotechnologie auch weiterhin unsere hervorragenden Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft aktiv vernetzen.“

Die Veranstaltung wird 2012 erneut stattfinden. Weitere Informationen erhalten Sie in unserer nächsten Ausgabe.

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

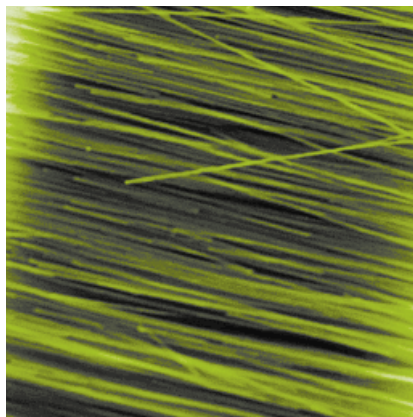


KOHLENSTOFF IN 3D

Herstellung und Funktion vertikal ausgerichteter Kohlenstoffnanoröhren

Kohlenstoffnanoröhren (CNTs) sind ein-dimensionale Kohlenstoffstrukturen, die aus einer einzelnen röhrenförmig angeordneten Graphenschicht (einwandige Kohlenstoffnanoröhren) oder auch aus mehreren solcher Schichten (mehrwandige Kohlenstoffnanoröhren) bestehen, welche umeinander angeordnet und durch Van-der-Waals-Kräfte miteinander verbunden sind. Der geringe Durchmesser und die große Länge der Röhren führen zu einem hohen Aspektverhältnis. Daher eignen sie sich prinzipiell sehr gut für die Integration in Bauteilstrukturen im Mikro- und Makrobereich, wenn es gelingt, ein gerichtetes Wachstum solcher CNTs in größeren Bereichen zu erzielen.

Dies lässt sich zum einen über eine durch Template gesteuerte Synthese realisieren, in denen eine temperaturstabile, nanostrukturierte Form – das „Templat“ – es erlaubt, das Wachstum von CNTs exakt in die vertikale Richtung zu lenken. Zum anderen ist dies über ein substratbasiertes, katalysatorgesteuertes Wachstum ebenfalls möglich. Hierbei wachsen CNTs auf einem mit Katalysatorpartikeln vorstrukturierten Substrat in dichten Strukturen über größere Berei-



REM-Aufnahme parallel angeordneter CNTs

che von einigen μm^2 bis zu mehreren cm^2 . Beide Varianten werden seit einigen Jahren erfolgreich am Fachbereich Chemie der Technischen Universität Darmstadt in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Jörg J. Schneider untersucht und optimiert. Ziel dieser Untersuchungen ist neben der kontrollierten Erzeugung von CNTs insbesondere das Studium ihrer Funktionseigenschaften. In beiden Verfahren lassen sich CNT-Dichten von einigen 10^6 CNTs pro mm^2 mit Aspektverhältnissen von über 20.000 erzeugen. Dies ermöglicht es, die große aktive Oberfläche der CNT-Strukturen für

Katalysatoren und chemische Sensoren, z. B. in Brennstoffzellen oder Lithium-Ionen-Batterien, effizient zu nutzen.

Durch chemische Modifizierung der Röhrenoberfläche lässt sich auch die Anbindung von Katalysator-Partikeln, z. B. Metall-Nanopartikeln oder auch Metalloxid-Nanopartikeln, steuern. So können Hybridmaterialien aus CNTs und Metall erzeugt werden, welche empfindliche Gassensoren z. B. für CO oder H_2 darstellen. Darüber hinaus eignen sie sich als heterogene Katalysatoren für selektive Partial-Hydrierungen oder auch Selektiv-Oxidationen. Durch ihre elektrischen Eigenschaften (halbleitend bis metallisch leitend) verfügen vertikal ausgerichtete CNTs zudem über ein großes Potenzial als aktive Elemente in Feldeffekttransistoren, als kalte Elektronenquelle für Displays und als Kathodenmaterial in der Batterietechnik.

Prof. Dr. Jörg J. Schneider,
Technische Universität Darmstadt,
Fachbereich Chemie,
Eduard-Zintl-Institut für Anorganische
und Physikalische Chemie



7. OKTOBER 2011

DORTMUND VERANSTALTUNG ZUR NANOSICHERHEIT

Die DASA-Arbeitswelt-Ausstellung in Dortmund präsentiert noch bis zum 9. Oktober 2011 die Sonderschau „nano!“ aus dem TECHNOSEUM in Mannheim. In diesem Rahmen bietet die BAuA am 7. Oktober von 10.30 bis 12.30 Uhr eine kostenlose Informationsveranstaltung zur Nanosicherheit an, die sich speziell an Forschungseinrichtungen und Start-up-Unternehmen richtet.

Anmeldung: Tel. 0231 / 9071-2645



20. OKTOBER 2011

MÜNCHEN 1. „MATERIALS FOR BATTERIES“-KONGRESS

In der Neuen Messe in München werden auf der MATERIALICA die Schwerpunkte „Materialien“ und „Perspektiven“ für die Zukunft der Autoindustrie thematisiert. Beim Kongress „Materials for Batteries“ werden in zehn Vorträgen zentrale Anforderungsprofile an moderne Batteriematerialien kommuniziert und innovative Materialentwicklungen vorgestellt. Die Teilnahmegebühr beträgt ab 290 Euro pro Person.

www.materialica.de



24.–28. OKTOBER 2011

DIEPENBEEK, BELGIEN INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE 2011

Vom 24. bis 28. Oktober 2011 kommen an der Universität Hasselt in Diepenbeek Wissenschaftler und Ingenieure zusammen, um über Innovationen und Trends in der nanotechnischen Photovoltaik zu diskutieren. Der Fokus liegt hierbei auf speziellen Forschungsthemen des Gebiets „Organische Photovoltaik“. Registrieren kann man sich bis zum 20. Oktober. Der Eintritt ist frei.

www.uhasselt.be



8.–9. NOVEMBER 2011

FRANKFURT AM MAIN WORKSHOP DER YOUNG- NANOPROFESSIONALS

Der Workshop für Nachwuchswissenschaftler bei der DECHEMA e. V. in Frankfurt bietet eine Übersicht über neueste Erkenntnisse im Bereich nanotechnologischer Energiespeicherung sowie die Chance, Kontakte zwischen Industrie und Hochschule zu knüpfen. Für angemeldete Nachwuchswissenschaftler ist der Besuch des Workshops kostenlos, für alle anderen Teilnehmer kostet er 50 Euro.

www.youngnanopro.de



21.–22. NOVEMBER 2011

KARLSRUHE 9. NANO VISION 2011 IM NANOFORUM DES KIT

Im Nanoforum des Instituts für Nanotechnologie in Karlsruhe (KIT) werden am 21. und 22. November 2011 die Themengebiete „Katalyse“, „Nanocare“, „Nanotubes“, „thermoelektrische Materialien“, „nanofaserverstärkte Kunststoffe“ sowie „Herstellung und Charakterisierung von Nanopartikeln“ von Wissenschaftlern aus dem ganzen Bundesgebiet erörtert. Anmeldeschluss ist der 4. November 2011.

www.nanomat.de



28. NOV. – 02. DEZ. 2011

BOSTON 2011 MRS FALL MEETING & EXHIBIT

Das Fall Meeting der Material Research Society (MRS) findet dieses Jahr im Hynes Convention Center in Boston statt. Die internationale Messe bietet 47 Symposien zu den Themen „Energie und Umwelt“, „Funktionale Materialien“ und „Nanomaterialien“ an. Autoren können sich ab Mitte September informieren und registrieren. Für Nicht-Mitglieder liegt die Anmeldegebühr bei 570 US-Dollar.

www.mrs.org/fall2011

CeNIDE

Das „Center for Nanointegration Duisburg-Essen“, kurz CeNIDE, vernetzt die Forschungsaktivitäten zum Thema „Nano“ in den Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie der Medizin an der Universität Duisburg-Essen (UDE). Einfach gesagt: CeNIDE ist das Dach der Nanowissenschaften an der UDE – das Know-how von 51 Arbeitsgruppen, jeweils unter der Leitung von ausgewiesenen Experten aus verschiedenen Disziplinen, trifft hier zusammen. Dabei forscht und lehrt ein Großteil der Mitglieder an der UDE, doch auch Wissenschaftler externer Institute und Forschungseinrichtungen ergänzen die Kompetenz von CeNIDE.

CeNIDE vernetzt Forschung aus unterschiedlichen Fachdisziplinen und verbindet Grundlagenforschung mit Anwendungen bis hin zur industriellen Umsetzung in Kooperationen mit Industrieunternehmen. Darüber hinaus vertritt CeNIDE die Nanoforschung der UDE nach außen und bietet regelmäßige Lehrveranstaltungen und Workshops für Industrie und Forschung an. Als zentrale wissenschaftliche Einrichtung der UDE und als Konsortialpartner des Clusters NanoMikro+Werkstoff.NRW ist CeNIDE daran beteiligt, den Weg für die Nanoforschung und -technologie zu ebnen.

Kontakt

Dr. Alina Leson | Forsthausweg 2 | 47057 Duisburg
Tel.: +49 203 379-3669 | Fax: +49 203 379-1895 | E-Mail: news@cenide.de | www.cenide.de

Marcellini Media GmbH | Karolingerstraße 96 | 45141 Essen
Tel.: +49 201 361469-0 | Fax: +49 201 361469-10 | E-Mail: info@marcellini.de | www.marcellini.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

