

NANO-ENERGIE

Ausgabe 2/2010

Newsletter

Nanomaterialien für energietechnische Anwendungen

Die zweite Ausgabe des Nano-Energie-Newsletters möchte über die neuesten Entwicklungen und Perspektiven in einem rapide wachsenden Forschungs- und Entwicklungsfeld unterrichten.

In der diesjährigen Konferenzsaison nimmt das Thema (Nano-)Materialien für energietechnische Anwendungen eine gewichtige Stellung ein. In Karlsruhe fand Anfang Juli die „1st International Conference on Materials for Energy“ statt. Das Programm dieser Konferenz deckte die aktuellen Themen und die jüngsten Fortschritte in der Wissenschaft und Technik zum Thema Energie und neue Materialien ab. Im Rahmen der Konferenz haben CeNIDE und NETZ einen Preis für innovative Beiträge zur Nutzung von Nanomaterialien für energietechnische Anwendungen gestiftet. Die zeitgleich stattfindende Konferenz „Nanofair 2010“ in Dresden hatte ebenfalls einen Schwerpunkt dem Thema Nanomaterialien für die Energie gewidmet.

Diese Ausgabe des Newsletters behandelt neben dem wissenschaftlichen Fortschritt auch die internationale politische und gesellschaftliche Sichtweise auf das Thema Nano-Energie. So berichtet Dr. Gerd Bachmann vom VDI über die ersten Ergebnisse der „Working Party on Nanotechnology“ (WPN) der OECD. Die WPN berät

in aktuellen politischen Fragen der Wissenschaft, Technologie und Innovation zur verantwortungsvollen Entwicklung der Nanotechnologie.

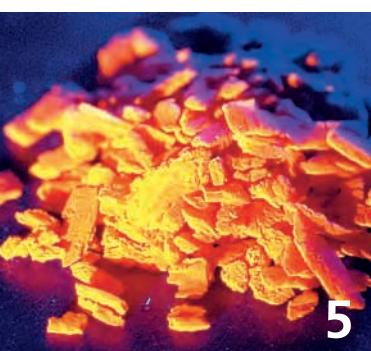
Aus Sicht der EU-Kommission erläutert Christos Tokamanis, Leiter des Bereichs „Nanowissenschaften und -technologien – Konvergente Technologien“ der Generaldirektion Forschung, die enorme Bedeutung des Themas Nano-Energie für die europäische Wirtschaft und Wissenschaft.

Eine anregende Lektüre wünscht Ihnen

Prof. Dr. Christof Schulz
Direktor NanoEnergieTechnikZentrum,
Institut für Verbrennung und Gasdynamik,
Universität Duisburg-Essen

.....
CeNIDE
CENTER FOR NANointegration
DUISBURG-ESSEN

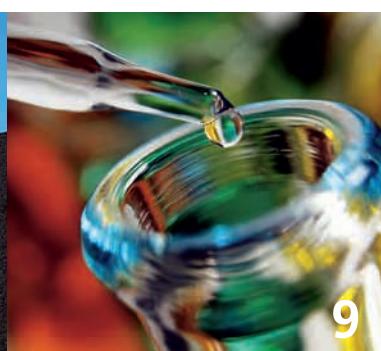
UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN



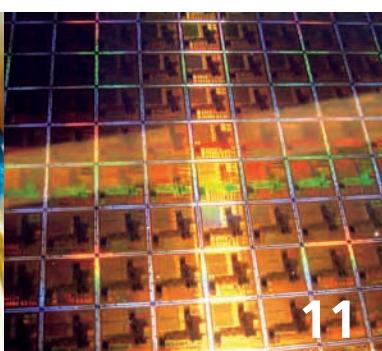
5



7



9



11

EDITORIAL**Nanomaterialien für energietechnische Anwendungen**

1

KURZNACHRICHTEN

3

FORSCHUNG & WIRTSCHAFT

5

Beispiel ThermoelektrikaÜber die magische Grenze von $ZT = 1$

6

Unterschiedliche Schwellen für die Kommerzialisierung

Erster Einsatz von Nanomaterialien oft in Nischenanwendungen

7

Mehr Funktionalität

Elektrokatalysatoren lassen sich mit Hilfe von Nanotechnologie optimieren

8

Neue Elektrodenmaterialien

Möglichst große Oberfläche bei Verbesserung der Leitfähigkeit

9

Neue Monomere mit nanoskaligem Gold

Oxidative Spaltung von Fettsäuren mit Luft

Farbstoffsolarzellen

Ein Paradebeispiel für die Anwendung von funktionalisierten Nanomaterialien

10

Atomic Layer Epitaxy

Dünnenschicht-Abscheidung in 3D aus der Gasphase bei moderaten Temperaturen

11

POLITIK**The Energy Potential of Nanotechnology**

Meeting society's needs for energy sufficiency

12

Neue Rahmenbedingungen der Forschungsförderung nötig

Wo bleibt die Nachfrage nach Nanotechnologien?

14

AUSBLICK**Das unternehmerische Umfeld der Nano-Energie**

Projekt der OECD bietet Politikberatung an

15

TERMINE**Veranstaltungen**

Kontakt

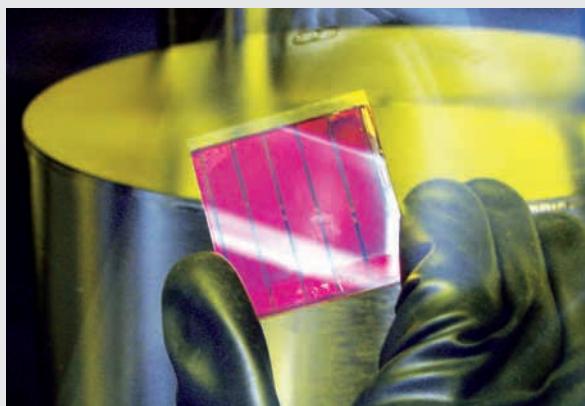
16

IMPRESSUM**Herausgeber:** CeNIDE**Projektleitung:** Dr. Alina Leson**Redaktion:** Kristin Mosch, Lemmens Medien GmbH, Bonn**Verlag:** Lemmens Medien GmbH,
Matthias-Grünewald-Str. 1-3, 53175 Bonn**Bildnachweis:** CeNIDE (S. 1, 2 links, 5, 6, 14 oben), Zentrum für BrennstoffzellenTechnik ZBT GmbH (S. 2 zweites v. links, 7, 13 unten), R. Fischer (S. 2 drittes v. links, 9 oben), wikimedia (S. 2 rechts, 3, 4 oben, 8, 9 unten, 11 oben, S. 12 unten, 14 unten),

Karin Scheubner/Wissenschaft im Dialog (S. 4 unten), wikipedia (S. 10 oben), Fraunhofer ISE (S. 10 unten), Kornelius Nielsch (S. 11 unten), Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. IUTA (S. 12, 13 oben, 15), Stadt Dortmund (S. 16 oben links), www.ville-reims.fr (S. 16 zweites v. links), Messe München GmbH (S. 16 drittes v. links), Universität Duisburg-Essen (S. 16 rechts).

Gestaltung und Satz: Regina Fischer, Berlin**Druck:** Courir Print Media GmbH, Bonn**Kontakt:** leson@cenide.de

Solarzelle: Mehr Strom mit Nanomänteln



Um Sonnenlicht möglichst effizient einzufangen, ätzten die Forscher in einen Siliziumrohling zahlreiche 1,6 millionstel Meter hohe Nanosäulen. Rund 100 Millionen davon ballen sich auf einem Areal etwa so groß wie eine Würfelseite. Diese Säulen be-schichteten sie nacheinander mit einer dünnen Legierung aus Titan, Silber und Gold, der lichtaktiven Siliziumschicht und einer Lage aus durchsichtigem Indiumzinnoxid. Durch diese Nanomäntel erzielten sie einen lichtleitenden Effekt, der vergleichbar ist mit den guten Transporteigenschaften für elektromagnetische Wellen in einem Koaxialkabel. Eine nur 90 Nanometer dünne Siliziumschicht kann dadurch so effizient Sonnenlicht einfangen wie eine dreimal dickere Lage in einer vollständig flach aufgebauten Solarzelle. ■

Quelle: Wissenschaft aktuell

Kompetenznetzwerk Lithium-Ionen-Batterien (KLiB) Deutschland gegründet

Unternehmen und Forschungseinrichtungen haben sich zum deutschlandweiten Kompetenznetzwerk Lithium-Ionen-Batterien (KLiB) zusammengeschlossen. Ziel des nationalen Netzwerkes ist die Stärkung der Zulieferindustrie Deutschlands über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg – von der Entwicklung über die Produktion bis hin zur Vermarktung von Lithium-Ionen-Batterien. Gründungsmitglieder sind: ads-tec GmbH; BASF SE; Chemetall GmbH; Continental; Deutsche ACCUmotive GmbH & Co. KG; Evonik Litarion GmbH; Freudenberg Vliesstoffe KG; GAIA Akkumulatorenwerke GmbH; Leclanché Lithium GmbH; Li-Tec Battery GmbH; Merck KGaA; SB LiMotive Germany GmbH; SGL Carbon GmbH; Süd-Chemie AG; VARTA Microbattery GmbH; Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW). ■

Quelle: www.chemie.de

Kosten von Wasserstoff-Brennstoffzellen um 80 Prozent reduzieren

In der Mai-Ausgabe der Zeitschrift „Nature Chemistry“ berichten Peter Strasser, Professor für Chemie an der TU Berlin und Mitglied im Exzellenzcluster UniCat, und seine Mitarbeiter gemeinsam mit Kollegen aus den USA über die Entschlüsselung des Wirkmechanismus eines neuen Katalysators, der die Platinmenge und damit die Kosten von Brennstoffzellen um über 80 Prozent senken kann. Die Forscher erzeugten kugelförmige Katalysatoren mit einem Durchmesser von wenigen Nanometern, indem sie Platinpartikel mit Kupfer mischten und anschließend das Kupfer teilweise wieder aus den Legierungspartikeln entfernen. Dabei bildete sich eine äußere Platin-Schale mit einer Dicke von nur wenigen Atomen. Es konnte auf atomarer Ebene nachgewiesen werden, dass durch den Mischungs- und Entmischungsprozess die Platin-Atome an der Oberfläche einen sehr viel klei-

neren Abstand haben als herkömmliches Platin. Die unnatürliche strukturelle kompressive Verspannung der obersten Atomlagen führt zu einer reduzierten Bindungsstärke von Sauerstoffatomen auf diesen Partikeln. Dadurch werden die neuartigen Platin-Legierungen zu besseren Katalysatoren für Brennstoffzellen als reines Platin; denn die Gesamtbildungsrate von Wasser und damit die elektrische Leistung der Brennstoffzelle sind stark erhöht. ■

Quelle: TU Berlin



Die Lange-Antares 20E des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt ist ein Motorsegler mit Elektroantrieb. Die elektrische Energie wird mittels Wasserstoff über eine Brennstoffzelle erzeugt.

Energie an Bord



Die „MS Wissenschaft“ in Brandenburg

Die „MS Wissenschaft – das Energieschiff“, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Ausstellungsschiff der Initiative Wissenschaft im Dialog (WiD), startete am 18. Mai 2010 in Berlin-Spandau seine Tour. Das umgebauten Frachtschiff hat in diesem Jahr eine interaktive Ausstellung zu Energiethemen an Bord, an der auch CeNIDE mit einem Exponat beteiligt ist. Bis Anfang Oktober wird das Schiff insgesamt 34 Ziele ansteuern, darunter drei Städte in Österreich. Die Ausstellung zum Mitmachen, Ausprobieren und Forschen wendet sich an Besucher ab zehn Jahren, insbesondere auch an Schulklassen. Gezeigt wird, welchen Beitrag die Forschung leistet, um die Energieversorgung der Zukunft gleichzeitig möglichst sicher, wirtschaftlich und umweltschonend zu gestalten. Rund 35 Exponate aus wissenschaftlichen Instituten beleuchten neben technischen Verfahren der Energieerzeugung, -speicherung und -verteilung auch gesellschaftliche, politische und ökonomische Aspekte. Im September legt das Schiff unter anderem in Nürnberg, Wien, Krems und Linz an. ■

Quelle: CeNIDE

VDI-Nachwuchspreis Nanotechnik verliehen

Im Rahmen des Nanotechnik-Kongresses „Nanofair“ in Dresden wurde am 6. Juli der Nachwuchspreis Nanotechnik des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) an Noël Wilck von der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen verliehen. Wilck erhielt die Auszeichnung für seinen wissenschaftlichen Beitrag zur Steigerung des Wirkungsgrades von Solarzellen. In seiner Masterarbeit zeigte er, wie hierfür die Nanotechnologie durch gezielte Ausnutzung quantenmechanischer Effekte eingesetzt werden kann. Den Nachwuchspreis Nanotechnik vergibt der VDI jährlich, um hervorragende wissenschaftliche Leistungen des Nachwuchses zu würdigen und um den besonderen Stellenwert der Nanotechnik für Wirtschaft und Gesellschaft in der Öffentlichkeit darzustellen. ■

Quelle: Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS, Dresden

Innovativer Thermostrom

Wandert Wärme rapide durch ein winziges Nanoröhrchen, so schiebt sie dabei Elektronen vor sich her wie Treibgut und sorgt so für elektrischen Stromfluss. Dieses bis-

lang unbekannte Phänomen, das das Feld der Stromerzeugung erweitern könnte, haben seine Entdecker „Thermopower“-Wellen genannt und beschreiben es im Fachblatt „Nature Materials“. Die US-Forscher schickten heiße Flammen mit hoher Geschwindigkeit durch Kohlenstoffröhren im Nanometer-Maßstab – nur millionstel Millimeter im Durchmesser. Die Hitzepulse brachten die elektrischen Ladungsträger in Bewegung und erzeugten so Elektrizität. Praktische Anwendungen für das Phänomen seien noch schwer vorherzusagen. Doch könnte es eines Tages für die Stromversorgung ultrakleiner elektronischer Geräte sorgen, etwa von Umweltsensoren in Reiskorngröße oder von medizinischen, im Körper befindlichen Mess- oder Therapiegeräten. Große Arrays entsprechend ausgerüsteter Nanoröhren



chen könnten elektrische Energie liefern und theoretisch, im Vergleich zu heutigen Batterien, ihre Ladung unendlich lange halten, bis sie angezapft werden. ■

Quelle: Wissenschaft aktuell

Quantenturbo für verlustfreien Strom

Wann ein Metallteilchen den elektrischen Widerstand verliert, ist auch eine Frage seiner Größe. Die Temperatur, unterhalb derer ein Material zu einem Supraleiter wird, kann nämlich drastisch steigen – wenn der Stoff als Nanokügelchen mit bestimmtem Durchmesser vorliegt. Das haben Forscher des Stuttgarter Max-Planck-Instituts für Festkörperforschung mit Kollegen aus Regensburg und Lissabon nachgewiesen, indem sie Zinn-Nanopartikel mit einem Rastertunnelmikroskop untersuchten. Demnach verstärken Quanteneffekte in den winzigen Teilchen die Supraleitung um bis zu 60 Prozent, aber nur bei „magischen“ Größen, die eine Theorie auf den Nanometer genau vorhersagt. Diese Ergebnisse liefern neue Ansatzpunkte, um der verlustfreien Stromleitung auch bei Raumtemperatur näherzukommen. ■

Quelle: Max-Planck-Gesellschaft



Beispiel Thermoelektrika

Über die magische Grenze von $ZT = 1$

Der Einsatz von Thermoelektrika für die Ausnutzung von bisher ungenutzter Abwärme von Kraftwerken beziehungsweise Autoabgasen steht kurz vor dem technologischen Durchbruch. Mit dem Einsatz neuer Materialkombinationen und von Heterostrukturen ist es in den letzten Jahren gelungen, die Gütezahl ZT von Thermoelektrika, die Aussagen über die Effizienz der Materialien macht, deutlich über die magische Grenze von $ZT = 1$ zu steigern.

Im technologisch hochinteressanten Temperaturbereich von 500°C bis 800°C konnte mit mehrkomponentigen Materialien wie Blei-Antimon-Silber-Tellur (LAST) fast die $ZT = 2$ Grenze erreicht werden, ab der ein großtechnischer Einsatz mit einem Wirkungsgrad von bis zu $\eta = 20\%$ sehr verlockend erscheint. Neben der geschickten Wahl von komplexen Materialkombinationen, die die Wärmeleitfähigkeit über Legierungsstreuung der Phononen verringert, hat dabei auch die Strukturierung auf der Nanoskala eine entscheidende Rolle gespielt.

In die Gütezahl ZT geht der Quotient aus elektrischer und thermischer Leitfähigkeit ein. Gesucht sind also Materialien mit hoher elektrischer Leitfähigkeit bei gleichzeitig geringer Wärmeleitfähigkeit. Der dominante Beitrag der Leitungselektronen zu beiden Größen verhindert die beliebige Variation einer der beiden Größen. Einen Ausweg bietet der kontrollierte Einbau von Grenzflächen oder Defekten an, die den thermischen Transport stärker beeinflussen als den elektrischen. Damit erhöht sich unmittelbar die Gütezahl ZT. Neben der technologisch aufwendigen Abscheidung von Heteroschicht-Übergittern können Defekte auch durch Agglomeration und Sintern von kristallinen Nanopartikeln erzeugt werden. Die Dichte der dabei entstehenden Korngrenzen lässt sich über die Partikelgröße kontrolliert steuern. Einen wesentlichen Einfluss auf die thermischen Eigenschaften

hat die Morphologie der Grenzfläche. Der Wärmetransport in einem Heterosystem wird dabei über zwei Modelle – das Acoustic Mismatch Modell für abrupte, glatte Grenzflächen beziehungsweise das Diffusive Mismatch Modell für rau, vermischtene Grenzflächen – beschrieben. Für dicke Schichten beziehungsweise große Partikel liefern beide Modelle annähernd das gleiche Ergebnis. Sobald jedoch die Schichtdicken d dünner werden als die freie Weglänge λ der Phononen $d < \lambda/2$ ergeben sich signifikante Abweichungen: Im Acoustic Mismatch Modell steigt der Wärmewiderstand deutlich an. Dies erklärt sich mit dem Impulserhalt der Phononen beim Übertritt über die Grenzfläche, der dazu führt, dass bei deutlich unterschiedlichen Schallgeschwindigkeiten der größte Teil der Phononen an der abrupten, glatten Grenzfläche total reflektiert wird und die Schicht nicht verlassen kann. Erst die Streuung des Phonons nach seiner freien Weglänge λ erlaubt weitere Abkühlung. Damit wird der Wärmeübergangswiderstand einer solchen Grenzfläche um mehr als einen Faktor 2 erhöht.

Ein Aufrauen der Grenzfläche oder die chemische Vermischung der Heterokomponenten ermöglicht eine diffuse Streuung der Phononen an der Grenzfläche – damit gilt die Impulserhaltung nicht mehr, die Totalreflektion der Phononen wird aufgehoben und der Wärmeübergangswiderstand bleibt auch für ultradünne Schichten $d < \lambda/2$ unverändert. So ergibt sich die erstaunliche Situation, dass bei hohen freien Weglängen für die Phononen höchster Wärmewiderstand für abrupte Grenzflächen erreicht wird. ■

Prof. Dr. Michael Horn-von Hoegen
Sprecher des SFB 616 „Energiedissipation an Oberflächen“, Fakultät für Physik, Universität Duisburg-Essen



ANWENDUNGSFORSCHUNG

Unterschiedliche Schwellen für die Kommerzialisierung

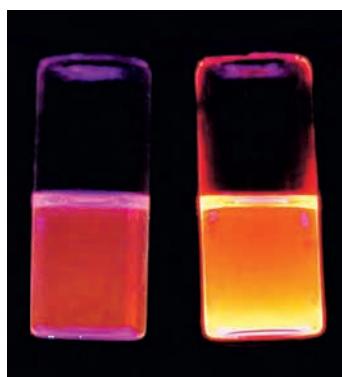
Erster Einsatz von Nanomaterialien oft in Nischenanwendungen

Nanomaterialien liegen im Trend, aber sie sind nicht neu. Technische Ruße, Kieselsäuren, Aktivkohlen und Zeolithe sind Beispiele längst im Alltag verankerter Nanotechnologie. Wir finden sie als Pigmente in Lacken und Farben, als Trübungsmittel zur Reduktion des Strahlungstransports in grauen Polystyrol-Wärmedämmplatten, als Hochleistungsadditive in Reifen oder als eine der Komponenten in Waschmitteln.

In den bereits etablierten und den zukünftig denkbaren Anwendungen kommen die besonderen Eigenschaften

der Nanopartikel oder der Nanoporen zum Tragen: gigantische spezifische Oberflächen von bis zu 2.000 m²/g, die eine riesige Grenzfläche zum Beispiel für die Speicherung elektrischer Energie bereitstellen; Hohlräume, die aufgrund ihrer Größe zwischen verschiedenen Gastmolekülen unterscheiden können; Poren, die kleiner sind als die mittlere freie Weglänge der Gase bei Atmosphärendruck und damit jeglichen Transport (beispielsweise von Wärme) über die Gasphase dramatisch reduzieren können.

Nano ist längst Bestandteil unseres täglichen Lebens. Dem Einsatz von Nanomaterialien in der Energietechnik kommt dabei eine besondere Stellung zu. Durch intelligente Nutzung von Nanofunktionen lässt sich effizient Energie einsparen. So können Prozesse, insbesondere auch bei der Energieerzeugung und -konversion, dank einer speziellen Beschichtung der Bauteile, bei optimalen Betriebsbedingungen gefahren werden oder selektiver, und damit effizienter, arbeiten. Für die Nutzung von Energie aus regenerativen, meist stark fluktuierenden Energiequellen sind zyklenfeste Energiespeicher mit hoher Ener-



Photolumineszierende Silizium-Nanopartikel

giedichte erforderlich. Nur so kann der Bedarf optimal und mit geringer Grundlast für Kraftwerke bedient werden. Energieverluste lassen sich durch nanoporöse Hochleistungswärmedämmmaterialien, die aktuell entwickelt werden, weiter reduzieren; dies gilt sowohl für die Dämmung von Gebäuden als auch für die Vermeidung von Prozesswärmeverlusten.

Dabei sind die Schwellen für eine Kommerzialisierung der neuen Typen von Nanomaterialien ganz unterschiedlich – nano ist eben nicht gleich nano.

Die Schwierigkeit, Nanomaterialien in großem Maßstab herzustellen, ist eine Barriere, die häufig zu einer ersten Einführung der Materialien in Nischenanwendungen führt. Insbesondere nanoporöse Formkörper, wie Aerogele, die exzellente Wärmedämmmaterialien darstellen, werden aufgrund der wirtschaftlich bislang schwierig umsetzbaren Prozesstechnik in naher Zukunft noch nicht im Baumarkt zu finden sein. Weltweit wird jedoch intensiv daran gearbeitet, diesem Ziel und damit einer breiten Verfügbarkeit näherzukommen. Nano wird oft auch mit gesundheitlichen Risiken gleichgesetzt. Auf diesem Gebiet sind nach wie vor viele Fragen offen und bedürfen einer sachlichen Klärung. Betroffen sind von den Entwicklungen im Bereich der Nanomaterialien fast alle Branchen; wir dürfen deshalb gespannt sein, wie nano unser Leben in Zukunft weiter verändert. ■

Dr. Gudrun Reichenauer
Gruppenleiterin Nanomaterialien,
Bayerisches Zentrum für Angewandte
Energieforschung e.V., Abt. 2, Würzburg



BRENNSTOFFZELLENTECHNIK

Mehr Funktionalität

Elektrokatalysatoren lassen sich mit Hilfe von Nanotechnologie optimieren

Brennstoffzellen als elektrochemische Energiewandler funktionieren nur mit guten Elektrokatalysatoren und dies ist eine angestammte Domäne der Nanotechnologie. Insbesondere in der bei niedrigen Temperaturen von maximal 90°C arbeitenden Membranbrennstoffzelle sind nach heutigem Stand der Technik Edelmetalle als Katalysatoren erforderlich.

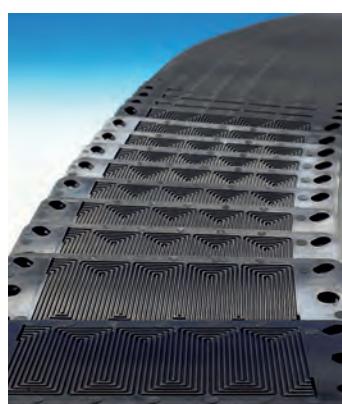
Die Aufgabe ist also, mit möglichst wenig Edelmetall eine hohe katalytische Aktivität zu erreichen – und das dauerhaft. Heute schon werden Nanopartikel von Platin auf einem Kohleträger eingesetzt. Es ist bekannt, dass die Aktivität aufgrund zweier Mechanismen abnimmt. Das ist zum einen das Agglomerieren der Nanopartikel durch die sogenannte Ostwald-Reifung, zum anderen der Verlust an Platin durch die Korrosion des Trägermaterials. Strategien zum dauerhaften Fixieren der Partikel, zu ihrer Stabilisierung und zur Modifikation des Trägers sind Forschungsthemen, die im Projekt NETZ (NanoEnergieTechnikZentrum), angesiedelt an der Universität Duisburg-Essen, bearbeitet werden sollen. Ein Beispiel wäre hier die Frage, wie Platin-Nanopartikel in einer Matrix zu fixieren sind und sich trotzdem elektrochemische Zugänglichkeit sicherstellen lässt. Am Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, ebenfalls Partner von NETZ, können Hohlkugeln aus Kohlenstoff entweder mit festen „Oberflächenplatten“ oder direkt durch einen Flüssigphasenprozess hergestellt werden. Bei der Synthese zugesetztes Eisen oder Cobalt verbleibt als Metallpartikel nach der Synthese in den Hohlkugeln und ist fest verkapstelt. Eine Übertragung der Synthesestrategien auf Brenn-

stoffzellenkatalysatoren wird derzeit erforscht. Für Brennstoffzellen in Elektroautos sollte der Edelmetallbedarf möglichst um eine Größenordnung gesenkt werden. Für den stationären Einsatz hingegen steht die Verlängerung der Lebensdauer auf acht bis zehn Jahre im Vordergrund.

Eine weitere Strategie ist die Entwicklung von Bimetallkatalysatoren, die die Verringerung der Platin-Konzentration in den aktiven Nanopartikeln zum Ziel haben. Sowohl homogene Legierungen als auch Core-Shell-Strukturen von Platin mit verschiedenen Übergangsmetallen bieten interessante, neue Eigenschaften, die intensivierte Entwicklungsarbeit lohnen.

Ebenfalls ein interessantes Anwendungsfeld von Strukturen und Schichten im Mikro- und Nanometerbereich sind hydrophobe, Wasser abweisende Oberflächen, die das Ansammeln flüssigen Wassers verhindern – ein wichtiger Aspekt beim Kaltstart bei Minusgraden. Auch die Verbesserung der Eigenschaften von Bipolarplatten mit Hilfe der Nanotechnologie wird in einem Projekt be-

reits untersucht. Die „Innovationsallianz Carbon Nanotubes“ widmet sich mit industriellen Partnern dem Einfluss von Kohlenstoffnanoröhrchen auf die Leitfähigkeit von Bipolarplatten. Dies sind nur einige wenige Themen in der Brennstoffzellentechnologie, die durch Forschung mit Nanomaterialien und Nanostrukturen neue Impulse erhalten können. ■



Spritzegegossene Bipolarplatten des ZBT

Prof. Dr. Angelika Heinzel
Institut für Energie- und Umweltverfahrenstechnik, Universität Duisburg-Essen; Wissenschaftliche Geschäftsführerin, Zentrum für BrennstoffzellenTechnik ZBT GmbH



Neue Elektrodenmaterialien

Möglichst große Oberfläche bei Verbesserung der Leitfähigkeit

Der Weg zur Elektromobilität und der Integration Erneuerbarer ist ohne Speicherung elektrischer Energie technologisch nicht realisierbar. Die höchsten gravimetrischen Energiedichten werden derzeit mit Li-Ionen-Batterien erzielt. Für die zukünftigen neuen Anforderungen im Bereich Energiespeicherung und -bereitstellung ist es notwendig, neue Elektrodenmaterialien mit höherer Leistung und kürzeren Aufladungszeiten zu entwickeln.

Solche Elektrodenmaterialien sollten eine möglichst große Oberfläche zum Ionenaustausch haben, das heißt am besten nanoporös sein. Gleichzeitig darf aber die Porositätsstruktur die elektronische Leitfähigkeit und das elektrochemische Potenzial nicht herabsetzen, wenn möglich soll sie sie sogar verbessern.

Im Bereich der Anodenmaterialien stellt Graphit das meistgenutzte Anodenmaterial in Lithium-Batterien dar. Graphit zeigt eine gute Zyklustabilität, jedoch eine relativ niedrige Kapazität. Eine Steigerung des Energiegehaltes ist nur durch die Entwicklung von neuen hochkapazitiven alternativen Elektrodenmaterialien möglich. Dabei eignen sich Lithium-Speichermetalle wie Al, Si, Sn usw., die in der Lage sind, mit Lithium eine reversible Intermetallische Lithiumlegierungsverbindung zu bilden. Diese Legierungen sind prinzipiell ideale Anodenmaterialien für Lithium-Batterien, da sie eine hohe Spannung in Kombination mit Lithiummetalloxid-Kathoden realisieren und eine spezifische Kapazität aufweisen, die Größenordnungen über der des Graphit liegt. Während des Zyklisierens kommt es jedoch zu großen Volumenänderungen, die zu einer verkürzten Zykluslebensdauer führen. Eine Lösung zur Verbesserung der Zykluslebensdauer der Metalllegierungsoxid-Elektrode stellt die Reduktion der Partikelgröße durch Nanostrukturierung dar. Dieser Weg ermöglicht eine Verbesserung der Eigenschaften der Elektroden in der Zyklustabilität.

Im Bereich der Kathodenmaterialien werden derzeit bedeutende Fortschritte bei der Substitution von teurem LiCoO_2 durch günstigere, umweltverträglichere Materialien erzielt. Ein vielversprechendes Material stellt dabei das Lithium-eisenphosphat (LiFePO_4) dar. Es ist kostengünstig, umweltfreundlich und hat eine akzeptable Kapazität, die sich der von LiCoO_2 annähert.

Allerdings ist die Kinetik dieser Lithium-eisenphosphat-Elektrode durch die schlechte elektronische Konduktivität und die geringe Lithium-Ionen-Diffusion quer zur Reaktionsphase bestimmt. Entsprechende Entwicklungen zur Modifikation im Nanomaßstab haben gezeigt, dass Strategien wie Kohlenstoff-Nano-Painting, Nano-Fasergefüge und Nano-Dispersion zu einer wesentlichen Verbesserung des an sich nicht-leitfähigen LiFePO_4 führen. Entsprechend der Herstellung von Metallpulvern (zum Beispiel Cu oder Ag) mit Nanostruktur werden LiFePO_4 -Elektroden mit deutlich verbesserten Eigenschaften hergestellt. Dies führt zu einer verbesserten Konduktivität zwischen den Partikeln und letztlich zu einer verbesserten Zyklustabilität und Strombelastbarkeit. Eine andere Möglichkeit zur Eigenschaftsoptimierung von LiFePO_4 -Elektroden kann durch die direkte Herstellung in Nanofaserstruktur erzielt werden, entsprechend der Herstellung von nanostrukturierten Zinkoxidelektroden.

Die nanostrukturierten Elektrodenmaterialien weisen eine hohe Kapazität und einen exzellenten Leistungsgrad auf und sind daher vielversprechende Materialien für die neue Generation der Lithium-Batterien, um den zukünftigen Anforderungen auf dem Weg der Elektromobilität und Integration von Erneuerbaren (Wind und Photovoltaik) gerecht zu werden. ■

Dr. Bernhard Riegel
Leiter Forschung und Entwicklung,
HOPPECKE Batterien GmbH & Co. KG, Brilon-Hoppecke

KATALYSE

Neue Monomere mit nanoskaligem Gold

Oxidative Spaltung von Fettsäuren mit Luft

Polymereigenschaften hängen stark von den eingesetzten Monomeren sowie den zwischen diesen Molekülen initiierten Vernetzungen ab. Hier könnten aus leicht zugänglichen, in der Natur vorkommenden Fettsäuren Dicarbonsäurederivate hergestellt werden, die durch chemische Grundoperationen wie Verestierung, Aminierung, Hydrierung und andere „veredelt“ den Zugang zu neuen Monomeren ermöglichen.

In dieser Synthesekette kommt nanoskaligem Gold eine entscheidende Bedeutung zu, indem es unter Nutzung des grünen Oxidationsmittels Luftsauerstoff oxidative Fettsäuremoleküle spaltet. Im Bereich bestimmter Spezialpolymere hat die Natur der Erdölchemie etwas voraus: den einfachen Zugang zu biobasierten Monomeren beziehungsweise deren Vorstufen, wie beispielsweise langketigen, zumeist ungesättigten Carbonsäuren beziehungsweise deren Ester. Im Leibniz-Institut für Katalyse wird zurzeit die direkte einstufige oxidative Spaltung dieser Moleküle erforscht, die industriell bislang nur unter Einsatz des toxischen und klimaschädlichen Ozons gelingt. Der Prozess hat zudem einen extrem hohen Energiebedarf. Entstehende Dicarbonsäuren können dann in einfacheren Transformationen zu den eigentlichen Monomeren wie Diolen, Diestern, Diaminen und anderen weiterverarbeitet werden. Ein echter Fortschritt wäre die Nutzung von Luftsauerstoff als Oxidationsagens, in Anbetracht der vielfältigen bekannten Versuche ein nicht leichtes Unterfangen. Hier helfen nanoskalige Gold-Trägerkatalysatoren, den Traum wahr werden zu lassen.

Metallteilchen im Nanometerbereich, in der Katalyseforschung seit über 50 Jahren untersucht, sind die Initiatoren der katalytischen Aktivität in dieser Kata-

lysatorklasse. Oft sind sie stabilisiert, beispielsweise auf oxidischen Trägermaterialien. Im Vergleich zu Palladium oder Platin ist die katalytische Aktivität von Gold allerdings erst seit wenigen Jahren bekannt. Wissenschaftler haben ganz erstaunliche Eigenschaften des eher reaktionsträgen Golds aufgespürt, vor allem wenn es in einer gewissen Dispersität, das heißt in einer bestimmten Größe im niedrigen Nanometerbereich (< 10 nm), auf einem definierten Trägermaterial vorliegt, so auch in der Oxidationskatalyse.

Zurück ins Labor: Die Fettsäure wird schon in einem voroxidierten Zustand, zum Beispiel als Dihydroxyfettsäure, mit einer wässrigen Lösung und dem Gold-Trägerkatalysator in einen Reaktor eingefüllt und bei Temperaturen bis 80°C unter Rühren und leichtem Überdruck von durchströmender Luft gespalten. Bislang wird die Reaktion diskontinuierlich durchgeführt; sie kann aber auch effektiver in kontinuierlich arbeitende Reaktorsysteme übertragen werden. Der Katalysator wird nach Reaktionsende durch Filtration entfernt und steht zur erneuten Nutzung bereit. Die Separation der Produkte gestaltet sich einfach, da die Carbonsäuren sich als Salze entfernen lassen und zu den gewünschten Monomeren weiterverarbeitet werden, bevor diese in die Finalprodukte, das heißt in die Polymere, eingehen.

Ein Anwendungsgebiet dieser Polymere sind Verbundmaterialien zum Bau von Windkraftanlagen, vor allem zur Herstellung der Flügel, die besonderen Anforderungen an Biegefestigkeit, mechanische Stabilität, Abriebfestigkeit etc. genügen müssen. ■



Dr. habil. Andreas Martin
Forschungsbereichsleiter
Heterogen-katalytische Verfahren,
Leibniz-Institut für Katalyse, Rostock

PHOTOVOLTAIK

Farbstoffsolarzellen

Ein Paradebeispiel für die Anwendung von funktionalisierten Nanomaterialien

Neuartige auf den Prinzipien der Nanotechnologie basierende Solarzellen eröffnen weitere Anwendungsbereiche in der Photovoltaik. Das hierfür bekannteste Beispiel ist die Technik der Farbstoffsolarzellen, für die ein stetig wachsendes wirtschaftliches Interesse zu verzeichnen ist.

Die Funktionsweise von Farbstoffsolarzellen ähnelt dem Primärprozess der Photosynthese. Farbstoffsolarzellen sind elektrochemische Solarzellen; damit ist auch eine gewisse Verwandtschaft beispielsweise mit Lithium-Batterien gegeben. Farbstoffsolarzellen lassen sich prinzipiell sehr einfach herstellen und sind ein Paradebeispiel für die Erforschung und Realisierung von funktionalisierten Nanomaterialien. Der höchste im Labor bisher erreichte solare Wirkungsgrad von Farbstoffsolarzellen liegt bei knapp zwölf Prozent.

Die eigentliche Idee der Farbstoffsolarzellen besteht in der Aktivierung von beispielsweise aus Metalloxiden hergestellten Nanopartikeln mittels auf deren Oberfläche adsorbiert Farbstoffmoleküle. Nach Absorption des Lichtes werden angeregte Elektronen aus dem Molekülorbital des Farbstoffes nach dem Donor-Akzeptor-Prinzip auf die Nanopartikel übertragen. Dieses grundlegende Prinzip eröffnet eine große Vielzahl an Auswahlmöglichkeiten von geeigneten Nanopartikeln und lichtabsorbierenden Molekülen. Die Umsetzung der Idee der Farbstoffsolarzellen in ein langzeitstables, effizientes Solarprodukt erfordert die Erarbeitung von grundlegenden Kenntnissen zu elektrochemischen und materialrelevanten Vorgängen in der Zelle. Hierauf basierend finden die Optimierung der



Am Fraunhofer ISE gefertigter großflächiger Prototyp eines Farbstoffsolarmodules

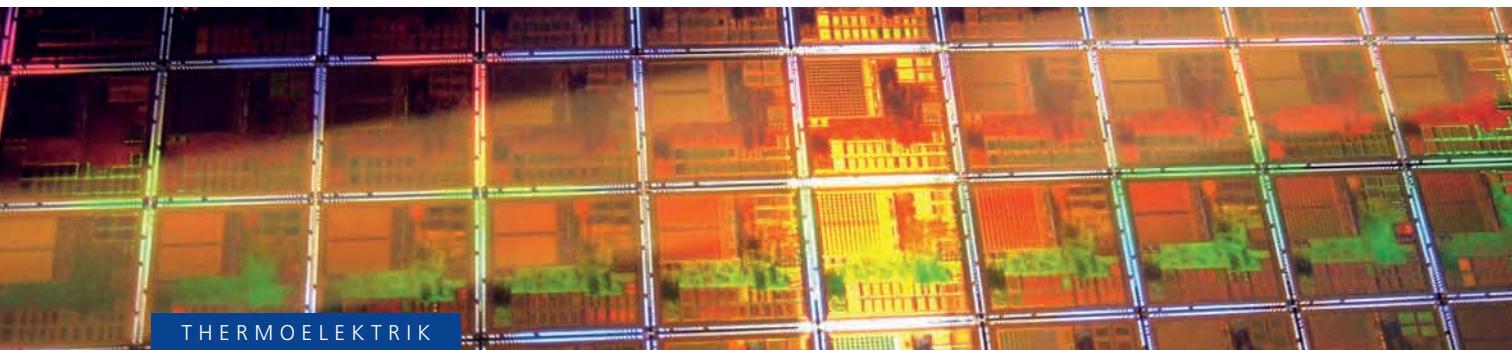
Zellkomponenten und die Entwicklung von Konzepten für die Aufskalierung statt. In den letzten zehn Jahren wurden weltweit in Forschungsinstituten und in der Industrie viele dieser Fragestellungen untersucht.

Als ein kommerziell sehr interessant eingestuftes Geschäftsmodell für die Vermarktung von Farbstoffsolarmodulen gilt die gebäudeintegrierte Photovoltaik (BIPV). Angestrebt wird ein photovoltaisch aktives Architekturglas, bei dem sich dekorative Aspekte und ökologischer Nutzen mit geringem Mehrkostenaufwand in idealer Weise kombinieren lassen. Am Fraunhofer ISE wurde

für diese Anwendung ein Modulkonzept entwickelt, das den Anforderungen und den Fabrikationsmethoden aus der Glasindustrie nahekommt. Die Module werden vollständig in einem mehrstufigen Siebdruckverfahren hergestellt und anschließend in einem thermischen Fusing-Prozess langzeitstabil versiegelt. In Zusammenarbeit mit Projektpartnern wurden großflächige Modulprototypen hergestellt.

Bevor Farbstoffsolarmodule auf Architekturglas in Serie produziert werden können, ist eine genaue Kontrolle der Fertigungsschritte erforderlich, um eine entsprechend hohe Produktlebensdauer zu garantieren. Die zukünftige Entwicklung von spezifischen Methoden der Qualitätsicherung für die Materialien und die Fertigungsprozesse ist hier von ausschlaggebender Bedeutung. ■

Dr. Andreas Hinsch
Fraunhofer-Institut für
Solare Energiesysteme ISE, Freiburg



Atomic Layer Epitaxy

Dünnschicht-Abscheidung in 3D aus der Gasphase bei moderaten Temperaturen

Weniger ist häufig mehr – insbesondere wenn es um die Erzeugung kleinster Strukturen für High-tech-Anwendungen geht. Das Verfahren der Atomlagenabscheidung (Englisch: Atomic Layer Deposition, kurz ALD) treibt diese Weisheit auf die Spitze, denn auf komplexen Strukturen oder Pulvern in Atomlagen abzuscheiden, bedeutet, die kleinstmögliche Menge einer chemischen Beschichtung zu nutzen.

Dieses Verfahren wurde in den späten 1970er-Jahren von finnischen Physikern entwickelt. Es ermöglicht, einzelne Atomlagen mit extremer Präzision und besonderer Qualität großflächig auf dreidimensionale Trägerstrukturen aufzubringen. Charakteristisch für ALD ist das mehrstufige Vorgehen, bei dem die Beschichtung aus der Gasphase schrittweise aufgetragen wird. Der Film wächst während eines Beschichtungszyklus um genau eine Lage. Anwendung findet die ALD aufgrund der selbstkontrollierenden Eigenschaft zurzeit bei der Erzeugung von sogenannten Gate-Oxidschichten in Feldeffekttransistoren, wie sie Millionenfach in jedem Computerprozessor und bei der Herstellung von Solarzellen oder elektrolumineszierenden Flachbildschirmen vorkommen.

Unserem Team an der Universität Hamburg ist es erstmals gelungen, stabförmige Halbleiter-Einkristalle mittels ALD epitaktisch bei niedrigen Temperaturen (60° C – 150° C) zu beschichten. Beim epitaktischen Wachstum wächst die aufgebrachte Schicht mit gleicher Ausrichtung und Gitterperiode entsprechend der Kristallstruktur des

Substrates. Unter diesen Bedingungen wird das Verfahren auch als Atomic Layer Epitaxy (ALE) bezeichnet. Auf einen Nanostab aus Sb_2Se_3 mit einem 500-mal kleineren Querschnitt als dem eines menschlichen Haars wurde eine kristalline Schicht aus Sb_2S_3 ohne Gitterfehler homogen aufgewachsen. Bisher konnten nur mit Verfahren der Kolloidchemie vergleichbare Strukturen bei moderaten Temperaturen aus Flüssigkeiten erzeugt werden. Das hier entwickelte Verfahren ermöglicht die kostengünstige Herstellung im Niedervakuum beziehungsweise bei hohen Drücken von dreidimensionalen Halbleiter-Nanostrukturen und macht dieses technologisch für die Entwicklung von Solarzellen, Leuchtdioden und thermoelektrischen Bauelementen sehr attraktiv.

Die Arbeitsgruppe Nielsch wird zukünftig das ALE-Verfahren zur Entwicklung von thermoelektrischen Nanostäben und Übergitterstrukturen aus Bi_2Te_3 - und Sb_2Te_3 -Verbindungen im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogrammes SPP 1386 „Nanostrukturierte Thermoelektrika“ nutzen, an welchem die Universität Duisburg-Essen mit zahlreichen Arbeitsgruppen beteiligt ist. Für Interessenten an dieser Technologie findet eine Europäische Fachtagung zum Thema ALE/ALD: BalticALD 2010 und GerALD vom 16. bis 17. September 2010 in Hamburg statt. ■



Prof. Dr. Cornelius Nielsch
Gruppenleiter Multifunktionale Nanostrukturen,
Institut für Angewandte Physik,
Universität Hamburg

The Energy Potential of Nanotechnology

Meeting society's needs for energy sufficiency

Nanotechnologies offer an undeniable opportunity for Europe to move towards an eco-efficient economy that provides its peoples with sustainable energy systems. The potential benefits in terms of emissions abatement, new sustainable production systems and products are enormous. They could also deliver significant indirect benefits in the form of energy sufficiency and geopolitical independence.

It has long been recognised that nanotechnology, energy and commercial endeavour form a formidable relationship that offers not only viable technical solutions but also sustainable economic growth. Looking beyond the current economic problems, those economies that invest now in nanotechnology-based solutions stand to be the winners of tomorrow.

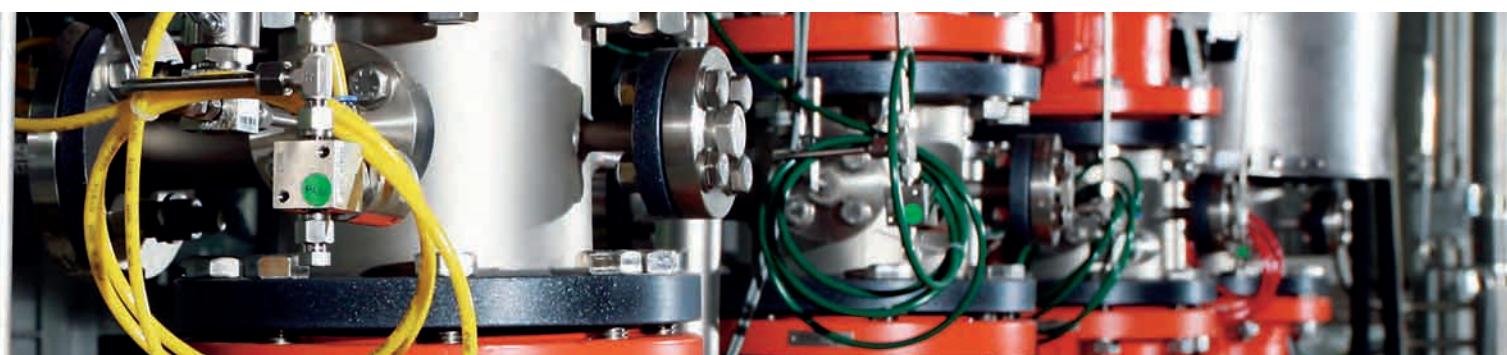


Solar energy – in principle capable of meeting global demand for centuries

Nano-materials and nano-devices could markedly improve the efficiency of wind turbines and solar energy capture (the latter tapping an inexhaustible energy source that is, in principle, capable of meeting global demand for centuries). Energy storage in the form of batteries and hydrogen generation systems, thermo-electronics and fuel cells are also areas in which nano-technologies are already showing considerable promise.

What drives such developments in Europe is the political agreement reached in 2008 to work toward the “three 20s” target: cutting green house emissions by 20 per cent, increasing the renewables share of the energy mix by 20 per cent and achieving a 20 per cent energy efficiency improvement. To achieve these targets, instruments such as the Action Plan for Energy Efficiency, the Renewable Energy Road Map, the European Strategic Energy Plan (SET-Plan) and the nano action plan (“Nanoscience and Nanotechnology: An Action Plan for Europe 2005-2009”) offer a comprehensive set of initiatives leading to a low-carbon future.

Specifically, the nano action plan has, over the last five years, promoted the application of scientific advances to fields such as energy and offered analytical and testing methods to address potential risks from the emergence of such nanotechnology-enabled products. As a cross-cutting key enabling technology, there are no limits to the potential applications of nanotechnology. However, this potential is as yet far from being fully realised. For many applications, the viability of industrial-scale production still needs to be verified. The possible contribution of nanotechnology to an eco-efficient European economy could provide an attractive opportunity for, and stimulus to, the development of suitable nanotechnologies on an industrial scale for the benefit of the society only if the right innovation and industry environment is in place. We need a



Fuel Cell scooter of the Center for Fuel Cell Technology ZBT GmbH in Duisburg

framework that creates strong links between supply and demand in a coherent manner. This new type of science and technology requires new structures to accelerate the process of turning an idea or invention into a profitable product with considerable market share.

Gaining market share with superior technologies such as nano is one strategy that industry would still have to raise to a strategic level. Clearly, today, industry is – with a few exceptions – not interested in nanotechnology in its own right. Rather, companies want to use it as a means to achieve general business sustainability and meet innovation targets. Considering the global resource challenges and the potential new risks posed by the new technology, incentives could help to guide industry into responding responsibly by manufacturing sustainable and safe applications.

Safety of nanotechnology must be an integral part of any nanotechnology-based innovation strategy. After all, we already have reasons to be cautious. In the first instance this implies that new application-oriented research and innovation should from the very start include consideration of the potential risks to health and environment.

Dedicated research on potential risks should be linked to existing and future applications of the technology.

The technical viability and safety of nanotechnology applications are essential pre-requisites. Yet, significant knowledge gaps must be closed, and we need more knowledge of the products that are already on the market or on their way into the market. Closing these knowledge gaps entails continued research efforts towards fundamental understanding of how nano-materials interact throughout their life cycle with living organisms. In this way, we will be able to ensure a high level of safety and protection for human health and the environment. Especially important are standardised and validated results and testing methods. Clearly, infrastructures have a key enabling role in supporting this research.

Future developments in regulation and standardisation should ensure safety and transparency. This will form the basis for public trust, on the one hand, and offer industry sufficient certainty, on the other, without stifling innovation.

Co-operation and partnering are themes that are presently being discussed a lot in all the implementation plans. Close co-operation between the academic world, industry and regulators is required for the development of nanotechnologies for sustainable development. Co-operation between the Member States, as well as wider international co-operation, are required both to achieve global standards and to avoid conflict between differing regulations.

Will all these measures be implemented and how? The example presented by CeNIDE highlights the complexity of the nanotechnology scene in the case of energy applications and shows that integrating all disciplines and stakeholders around high-level objectives is not only possible but can also be profitable. Europe needs more initiatives like the one in Duisburg-Essen.

In directing Europe's future nanotechnology development, the challenge for the next action plan is to make this happen for the rest of Europe. ■

Christos Tokamanis

Head of Unit "Nano and converging Sciences and Technologies", DG Research, European Commission, Brussels

Neue Rahmenbedingungen der Forschungsförderung nötig

Wo bleibt die Nachfrage nach Nanotechnologien?

Nanotechnologien haben nicht nur das Potenzial, die Erschließung konventioneller Energieträger zu optimieren. Sie können darüber hinaus ganz neuartige energietechnische Anwendungen entwickeln. Entsprechend hoch ist die Bedeutung des Energiebereichs in den öffentlichen Förderprogrammen der Nanotechnologie. Nicht zuletzt aufgrund umfassender Forschungsförderung hat sich eine Situation ergeben, die da lautet: Nanotechnologien suchen Anwendungen.

Die Treiber auf der technischen Seite sind vorhanden, doch wo bleibt die Nachfrage nach Nanotechnologien und Nanomaterialien? Die Politik fördert Forschung und Unternehmen, die Nanotechnologien anbieten: So unterstützt beispielsweise die Förderinitiative NanoChance das Innovationspotenzial kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) im Bereich Spitzforschung. Auch das Wirtschaftsministerium fördert die gleiche Zielgruppe mit dem Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand. Im Internet findet sich eine Vielzahl von Netzwerken und Anlaufstellen, die Informationsmaterialien auf hohem Niveau veröffentlichen, um Angebote im Bereich Nanotechnologie darzustellen.

Was könnte nun eine Dynamik erzeugen, die dazu führt, dass Nanotechnologien im Energiesektor umfassend und nicht nur punktuell eingesetzt werden? Unumstritten ist, dass ein fundamentaler Wandel im Energiesektor notwendig ist: weg von fossilen Energieträgern hin zu erneuerbaren Energien. Dennoch ist keine entschiedene

Schwerpunktsetzung auf den Einsatz von Nanotechnologien für Erneuerbare, ihre Umwandlung, Speicherung, Verteilung und Nutzung, festzustellen. Die politische Unterstützung eines solchen Wandels könnte in mehrfacher Hinsicht die Nachfrage nach Nanotechnologien forcieren: Sie würde an die revolutionären Anfänge dieses Forschungsfeldes anknüpfen und Nanotechnologie im Sektor nachhaltiger Umwelttechnologien verorten; damit könnte sie der vielbeschworenen Sorge, die Nanotechnologie könnte das Schicksal der grünen Gentechnik ereilen, entgegenwirken. Das hieße nicht, dass Nanotechnologie nicht auch in der Optimierung fossiler Energieträger ihren Platz hat. Jedoch handelt es sich dort um inkrementelle Innovationen, deren öffentliche Förderung zweifelhaft ist. Nanotechnologien primär und vorwiegend zur Nutzung erneuerbarer Energien zu fördern, würde dagegen langfristigen gesamtgesellschaftlichen Zielen dienen und könnte der Forschung einen enormen Schub geben. Dazu müssten die Rahmenbedingungen auf die nachhaltige Umwandlung des Energiesystems ausgerichtet und die Förderung der Nanotechnologie auf die Nutzung erneuerbarer Energien konzentriert werden. Damit verbunden wäre dann allerdings der Anspruch an die Forscher, die ökologische Nachhaltigkeit ihrer jeweiligen Technologie unter Beweis zu stellen. Gelingt ihnen das, dürfte dies die Nachfragedynamik entscheidend beschleunigen. ■



Hier ist die Politik gefragt: Forschungsförderung müsste intensiver auf die Verbindung von Nanotechnologie und erneuerbaren Energien ausgerichtet werden.

Dr. Petra Schaper-Rinkel
AIT – Austrian Institute of Technology GmbH, Wien

MEINUNG

Das unternehmerische Umfeld der Nano-Energie

Projekt der OECD bietet Politikberatung an

Um die Anwendungsvielfalt der Nanotechnologie in den Bereichen Energie, Ressourcenschonung, Umweltschutz und Gesundheit zu nutzen und das dadurch mögliche wirtschaftliche Potenzial zu entfalten, ist eine realistische Abwägung der Chancen und Risiken nötig. Deswegen wurde im Jahr 2007 von der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) die Working Party on Nanotechnology (WPN) ins Leben gerufen. Aufgabe der WPN ist es, als Politikberatungsgremium zu fungieren.

Mitglieder sind Vertreter der Regierungen aus 26 Ländern, der Europäischen Kommission, der BRIC-Staaten (Brasilien, Russland, Indien und China), der internationalen Standardisierungsorganisation ISO und des Industriegremiums BIAC (Business and Industry Advisory Committee to the OECD). Deutschland ist durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) vertreten (www.oecd.org/sti/nano).

In der WPN werden unter anderem wissenschaftliche und ökonomische Indikatoren, Analysen nationaler Politiken, Innovationsbarrieren und Herausforderungen bei der Ergebnisumsetzung sowie Beiträge der Nanotechnologie zur Bewältigung globaler Probleme diskutiert.

Eine Projektgruppe der WPN beschäftigt sich mit Aspekten des industriellen Umfelds der Nanotechnologie. Hauptfragestellung ist dabei, inwieweit Nanotechnologie neue Anforderungen an Unternehmen stellt, die ihrerseits politische Antworten und Initiativen erfordern. Neben dem Thema Forschung und Entwicklung sind daher Fragen zum Ausbildungsbedarf, zur Finanzierung, zur Wertschöpfung und den Verwertungsrechten, zu Produktion, Vermarktung und zum Konsumentenverhalten sowie zu Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheitsaspekten Gegenstand der Untersuchung.

In einer ersten generellen Studie wurden 51 Unternehmen in 17 Ländern befragt. Angesprochen wurden sowohl Groß-, Mittel- und Kleinunternehmen als auch börsennotierte und in Privatbesitz befindliche Firmen. Von den technologischen Schwerpunkten her waren die Unternehmen über alle Teilstufen der Nanotechnologie breit verteilt. In der Auswertung wurden die unternehmensspezifischen Herangehensweisen und die bestehenden länderbezogenen Innovations- und Vermarktungsbarrieren in Relation zum generellen Entwicklungsstand der Nanotechnologie gesetzt. Die Studie wird als OECD-Publikation „Nanotechnology: Implications for Companies, Business Environments and Policy“ in Kürze veröffentlicht.

Aufbauend auf diese allgemeine Übersicht sollen für das Thema „Nanotechnology for Sustainable Energy“ – möglichst mit Bezug auf Energiegewinnung (Photovoltaik, Wind, Thermoelektrika) und Energiespeicherung (Akkumulatoren, Superkondensatoren) – Analysen zu unternehmerischen Herausforderungen und dem daraus resultierenden politischen Handlungsbedarf durchgeführt werden.

Die Grundlage hierfür bilden Firmeninterviews, Workshops und bestehendes Datenmaterial. Ziel ist es, Unterschiede bezüglich nationaler Programme zur Unterstützung nachhaltiger Energiestrategien, bestehender länderspezifischer Infrastrukturen, industrieller Verwertung und Up-Scaling-Möglichkeiten herauszuarbeiten. Weitere Themen sind verfügbare natürliche Ressourcen, Aspekte der Preisgestaltung sowie notwendige Regulierungsmaßnahmen. Der Abschluss der Studie ist für das Frühjahr 2011 vorgesehen. ■

Dr. Gerd Bachmann
Technologiezentrum,
Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf



VERANSTALTUNGEN

**Dortmund****NRW Nano-Konferenz 2010**
09. – 10. September 2010

Der Nanotechnologie-Standort Dortmund öffnet auch 2010 seine Tore für Experten und Anwender aus aller Welt: Im Kongresszentrum Westfalenhallen Dortmund findet die inzwischen dritte NRW Nano-Konferenz statt. Veranstaltet wird sie gemeinsam von der Wirtschaftsförderung Dortmund, dem Clustermanagement NanoMikro und Werkstoffe NRW und dem Innovationsministerium des Landes Nordrhein-Westfalen. ■

<http://www.nmw.nrw.de/nanokonferenz>

Freiburg**Solar Summit 2010 – Solar Mobility**
13. – 15. Oktober 2010

Die Entwicklung umweltverträglicher und nachhaltiger Antriebs- und Fahrzeugkonzepte sowie deren Implementierung auf dem Markt sind für Wissenschaft, Industrie und Politik die großen Herausforderungen der nächsten Jahre. Auf internationaler Spitzenebene wird es beim diesjährigen Kongress deshalb insbesondere darum

gehen, neben praxisgerechten Lösungen für Elektromobilität auch alternative Modelle und zukunftsweisende Mobilitätsformen vorzustellen. ■

www.solar-summits.com

Reims**NANOSMAT: Internationale Konferenz zu Oberflächen, Beschichtungen und nanostrukturierten Materialien**
19. – 21. Oktober 2010

Reims ist Gastgeber der 5. NANOSMAT-Konferenz (NANOSMAT-5). Die Konferenz bietet eine Plattform für den Austausch zwischen Forschern aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen und wird aktuelle Entwicklungen aus allen Bereichen der Nanotechnologie präsentieren. ■

www.nanosmat-conference.com

Duisburg**FUNKTIONALE BESCHICHTUNGEN – Eigenschaften und potenzielle Anwendungen**
20. – 21. Oktober 2010

Nanotechnologie kann in der Industrieproduktion eine Hebelwirkung erzielen. Die Grundlage dafür bilden

neuartige Materialeigenschaften und wirtschaftlichere Verfahren. Aus Materialien altbekannter Zusammensetzung entstehen durch neue Materialkombinationen und durch die Variation der Struktur im Nanometerbereich Funktionsmaterialien mit völlig neuen und nach Wunsch veränderbaren Eigenschaften. Das Seminar wendet sich an Teilnehmer aus Industrie und Forschung, die sich umfassend über aktuelle nanotechnologische Entwicklungen informieren und Kontakte zu Experten knüpfen möchten. ■

www.cenide.de



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Ziel2.NRW

Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung

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



KONTAKT

Dr. Alina Leson

Gebäude LH, Forsthausweg 2
47057 Duisburg
Tel.: +49.203.379.3669
Fax: +49.203.379.1895
E-Mail: leson@cenide.de

www.cenide.de

CeNIDE, Center for Nanointegration Duisburg-Essen, ist seit 2005 das Dach für die an der Universität auf dem Gebiet der Nanotechnologie tätigen Fachbereiche und Forschungseinrichtungen. CeNIDE bündelt die Aktivitäten aus den Natur-, Ingenieurwissenschaften und der Medizin zum Themenfeld Nanotechnologie und integriert ergänzende Kompetenzen in das dynamische Netzwerk. Zu den Forschungsschwerpunkten der derzeit beteiligten 45 Arbeitsgruppen zählen die Disziplinen Nanopartikel und -materialien, Nano(opto)elektronik und Nanomagnetismus. ■