

Nanotechnologie

Zwergenwelt, Welt des Kleinsten und weitere blumige Bezeichnungen werden für einen Bereich verwendet, der in den letzten Jahren in den Blickpunkt nicht nur der interessierten Fachwelt gerückt ist. Was verbirgt sich hinter dem Reizwort?

Der weltweite Umsatz mit Nanotechnologie beträgt nach einer Abschätzung des VDI schon heute mehr als 50 Mrd. Euro und wird in den nächsten 5 Jahren auf Werte über 500 Mrd. Euro ansteigen, wobei Schichten und Partikel die Hauptanwendungen sind. International gesehen sind besonders die USA und Japan bzw. Asien insgesamt sehr aktiv und unterstützen die Forschung in diesem Bereich mit großen öffentlichen Förderprogrammen. Aber auch die europäische Union und das BMBF stellen beträchtliche Mittel für die Nanotechnologie zur Verfügung. Europa und Deutschland engagieren sich besonders im Bereich Chemie und Materialien der Nanotechnologie.

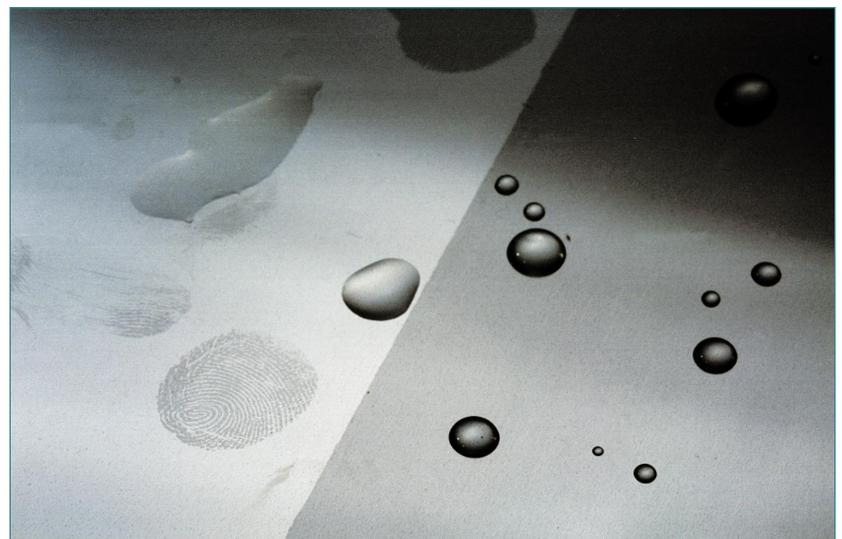
Nano ist eine Vorsilbe, die den Milliardensten-Teil von etwas kennzeichnet (10^{-9}), kommt aus dem Griechischen und bedeutet wörtlich übersetzt: Zwerg. Es geht also um etwas sehr Kleines, auch mit konventionellen Lichtmikroskopen nicht Sichtbares. Technologie bedeutet das Anwenden von Wissen in technischen Prozessen, also zur Herstellung von Produkten. Was kann also so besonders sein an etwas, das man fast nicht wahrneh-

men kann? Und wie kann man daraus Produkte herstellen? ■

Eine Querschnittstechnologie

Die Nanotechnologie ist keine industrielle Branche, aber sie beeinflusst eine Vielzahl von Industriezweigen, angefangen bei Optik, Mikroelektronik und Informationstechnologie, über Biotechnologie, Pharmazie und Kosmetik, bis hin zur Energietechnik, Automobilindustrie oder Luft- und Raumfahrt. Charakteristisch für Nanomaterialien ist die Verände-

rung der Eigenschaften aufgrund physikalischer Effekte, die unterhalb von ca. 100 nm zum Tragen kommen. So verschwindet beispielsweise die Lichtstreuung von Partikeln fast vollständig, sobald die einzelnen Teilchen kleiner als etwa 50 nm sind. Neben den optischen Eigenschaften ändern sich auch magnetische oder elektrische Charakteristika, mechanische Eigenschaften, wie Härte und Schlagzähigkeit sowie Verarbeitungseigenschaften wie etwa Schmelz- und Sintertemperaturen oder die



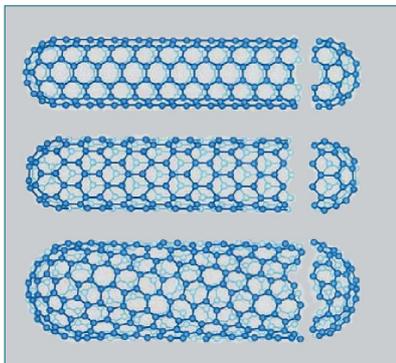
Nanokomposite für leicht zu reinigende Oberflächen - Edelstahl, links unbeschichtet, rechts mit einer Wasser und Fett abweisenden Schutzschicht versehen (Bild: Fraunhofer ISC, M. Lober) ■

Möglichkeit zur plastischen Umformung ansonsten spröder Stoffe. ■

Bekanntes und Neues

Es gibt Anwendungen der Nanotechnologie, die teilweise schon Jahrzehnte unseren Alltag bestimmen, von denen wir aber erst in den letzten Jahren erkannt haben, dass sie auf nanoskaligen Systemen beruhen, und es gibt Anwendungen, die in Zukunft völlig neue Produkte ermöglichen.

Zur ersten Gruppe gehören so „banale“ Dinge wie z. B. Filme,



Schematische Darstellung des Aufbaus unterschiedlicher CNT-Typen
(Bild: Fraunhofer IGB, Fraunhofer TEG, Stuttgart) ■

Tinten, Pigmente, ultradünne Schutz- und Funktionsschichten (auf Werkzeugen, kratzfesten Kunststoffbrillengläsern, in Datenspeichern, als Easy-to-clean- oder sogar selbstreinigende Oberflächen etc.), die alle auf feinstverteilten Partikeln oder auf Schichten beruhen. Ihre Funktion wird durch die Nanoskaligkeit der Komponenten wesentlich bestimmt oder erst ermöglicht.

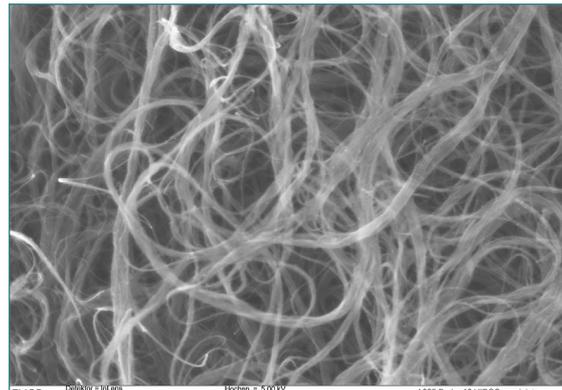
Die zweite Gruppe von Systemen wurde in den letzten 10-15 Jahren entdeckt und untersucht, wie z. B. Fullerene – auch bekannt als „bucky balls“ –, oder Kohlenstoff-Nanoröhren (Carbon Nanotubes CNT), die in unterschiedlichen Varianten hergestellt und modifiziert werden können. Letztere regen die Phantasie der Materialentwickler in höchstem Maße an. Sie weisen Durchmesser im Bereich von ca. 2-10 nm auf und

können in Längen bis zu einigen Mikrometern hergestellt werden. Ihre Eigenschaften sind einzigartig: extrem hohe Festigkeit und Steifigkeit, hohe elektrische Leitfähigkeit, sehr gute Wärmeleitfähigkeit, um nur einige zu nennen. Als mögliche Einsatzgebiete werden unter anderem höchstauflösende Displays mit extrem niedrigem Energieverbrauch, oder extrem miniaturisierte elektronische Schaltungen gesehen. Doch auch Futuristisches wie ultrafeinste Fasern aus CNT für einen „Space elevator“ wird z. B. von der NASA diskutiert. Bislang sind die meisten dieser Ideen jedoch nicht realisiert, wobei die Schwierigkeiten bei der Herstellung und Ausrichtung dieser Nanotubes eine große Rolle spielen. Die Erzeugung von CNT mit reproduzierbaren Eigenschaften zu erträglichen Preisen ist eine Herausforderung. Die Marktpreise liegen derzeit bei über 200 Euro pro Gramm für CNT guter Qualität. ■

können in Längen bis zu einigen Mikrometern hergestellt werden. Ihre Eigenschaften sind einzigartig: extrem hohe Festigkeit und Steifigkeit, hohe elektrische Leitfähigkeit, sehr gute Wärmeleitfähigkeit, um nur einige zu nennen. Als mögliche Einsatzgebiete werden unter anderem höchstauflösende Displays mit extrem niedrigem Energieverbrauch, oder extrem miniaturisierte elektronische Schaltungen gesehen. Doch auch Futuristisches wie ultrafeinste Fasern aus CNT für einen „Space elevator“ wird z. B. von der NASA diskutiert. Bislang sind die meisten dieser Ideen jedoch nicht realisiert, wobei die Schwierigkeiten bei der Herstellung und Ausrichtung dieser Nanotubes eine große Rolle spielen. Die Erzeugung von CNT mit reproduzierbaren Eigenschaften zu erträglichen Preisen ist eine Herausforderung. Die Marktpreise liegen derzeit bei über 200 Euro pro Gramm für CNT guter Qualität. ■

Folgenabschätzung

Ergänzt werden muss die Betrachtung der Chancen neuer Materialien und Märkte, wie bei allen neuartigen Technologien, durch eine Risikoabschätzung über die möglichen Auswirkungen dieser Systeme. Hier sind vor allem die nanopartikulären Stäube im Fokus der Forschung, da sie teilweise sehr tief in den Körper eindringen können und dort zu Abwehrreaktionen führen, die neben erwünschten therapeutischen Effekten (bei Pharmawirkstoffen) auch unerwünschte Auswirkungen haben können. Erkenntnisse zu bekannten Risiken, z. B. von Dieselruß oder Asbest, müssen auch bei den neuartigen Nano-Stäuben berücksichtigt werden.



CNT mit unterschiedlichen Durchmessern und Längen - rasterelektronenmikroskopische Aufnahme

(Bild: Fraunhofer IGB, Fraunhofer TEG, Stuttgart) ■

Die Fraunhofer-Gesellschaft bietet als anwendungsorientierter FuE-Dienstleister im Verbund Nanotechnologie die Möglichkeit, nahezu alle Aspekte des Gebiets gemeinsam mit ihren Auftraggebern zu untersuchen und neue Produkte und Systemlösungen zu entwickeln. Dies beginnt beim Molecular Modelling von Nanoeffekten, als Voraussetzung für eine gezielte Materialentwicklung, über chemische und physikalische Methoden zur Herstellung von dünnen Schichten, Partikeln, Fasern und Nanokompositen, die Verarbeitungstechnik von Nanomaterialien, bis hin zur Produktionstechnologie mit Nanomaterialien, Prüfung der Lebensdauer und Zuverlässigkeit von Nanosystemen. Hinzu kommen Angebote in der Nanoanalytik und bei der Bewertung von Trends in der Nanotechnologie. ■

Autor:



Dr. Karl-Heinz Haas

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC

Neunerplatz 2
97082 Würzburg
Telefon: +49 (0)9 31/41 00-5 01
E-Mail: info@isc.fraunhofer.de
www.nano.fraunhofer.de