

9 . NANO-News vom 19. September 2005

Round-Table-Diskussion „Chancen und Risiken der Nanotechnologie“ kommt zu dem Ergebnis, dass Risiken der Nanotechnologie als eher gering einzustufen sind. Gleichzeitig wird Nano zum entscheidenden Innovationsmotor für nahezu alle Technologien

Ob als Chiffre für neue, maßgeschneiderte Materialien, als Schrittmacher für die nächste Stufe der digitalen Revolution oder in der Verknüpfung mit der Medizin und der Biotechnologie: Nano steht für die Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Schon bald wird sie Produkte und Verfahren fast aller Technologien entscheidend beeinflussen. Momentan ist Deutschland führend auf diesem Forschungsfeld, vor allem im Bereich der chemischen Nanotechnologie, die in der Produktentwicklung am weitesten vorangeschritten ist. Nano bietet für Deutschland die große Chance, erneut Innovationsführer in einer Zukunftstechnologie zu werden. Um dies zu gewährleisten, ist es erforderlich, umfassende Information über Chancen und mögliche Risiken der Nanotechnologie auf allen Ebenen – egal ob in Regierungskreisen oder in der Bevölkerung – zu sichern. Aus diesem Grund trafen sich am 10. August 2005 fünf fachlich versierte Sprecher auf Einladung des SchauPlatz NANO und des Deutschen Museums zu einer Round-Table-Diskussion mit Titel „Chancen und Risiken der Nanotechnologie“. Dr. Christoph Konetschny von der Technologie-Agentur materialsgate moderierte die Beiträge von Christian Schauer, AssTech, SwissRe Group, Reinhard Kriegbaum, Electrovac Ges.m.b.H, Prof. Dr. Wolfgang M. Heckl, Deutsches Museum/Impulskreis Nanotechnologie, Dr. Wolfgang Luther, VDI Technologiezentrum GmbH und Mitglied des Forschungsprojekts NANOSAFE sowie Ulrich Petschow, IÖW, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung.

„Die potentiell fast unbegrenzten Möglichkeiten der Nanotechnologie wecken Hoffnungen, aber auch Ängste. Damit daraus Zukunftschancen werden, brauchen wir einen offensiven Dialog mit der Öffentlichkeit: einen Dialog, der mögliche Risiken offen anspricht, der den Nutzen der neuen Technologie transparent macht und Vertrauen in deren Akteure schafft: nicht reaktiv sondern proaktiv. Noch weiß die Öffentlichkeit wenig über Nano. Umso dringlicher ist es, dass wir – als Wissenschaftler selbst Akteure – damit in die Öffentlichkeit gehen: für einen sachlich fundierten Dialog jetzt, bevor diffuse Ängste eine solche Debatte unmöglich machen“, berichtet Prof. Heckl. „Als Deutsches Museum haben wir die Initiative ergriffen, diesen Dialog auf allen Ebenen in Gang zu bringen. Dazu nutzen wir auch eine Plattform, die seit hundert Jahren immer erste Adresse war, wenn es darum ging, Naturwissenschaft und Technik aus den Labors in die Öffentlichkeit zu bringen: das Deutsche Museum. Das „Zentrum Neue Technologien“ (ZNT) des Museums wird „Nano“ zu einem Schwerpunktthema der kommenden Jahre machen. Diese Initiative wird unterstützt vom Impulskreis Nanotechnologie der Bundesregierung, sowie vom ENNaB – Excellence Netzwerk NanoBioTechnology in München.“

Die Chancen für die Nanotechnologie, insbesondere im Werkstoffsektor sind immens. Sie wird teilweise eine vollkommen neue Basis für Materialien stellen. Deshalb hat sich die Electrovac Ges.m.b.H. vor rund vier Jahren gezielt dazu entschlossen, auf dem Gebiet der Kohlenstoff-Nanotechnik proaktiv potentiell absehbare Substitutionstechnologien bisheriger Werkstoffverbund-Anwendungen selbst zu entwickeln und voranzutreiben. Das Unternehmen ist Österreichs einziger Hersteller von Carbon Nanofasern (CNF) und verfügt über Know-how und Patente zur Produktion von CNF (fadenförmige Graphitrohrchen mit einem Durchmesser von wenigen Nanometern). Laut Kriegbaum sind die Auswirkungen von CNF auf Umwelt und Gesundheit bis dato unzureichend untersucht. Dabei sei das Augenmerk auf die Herstellung und den Verarbeitungsprozess zu legen, wo die CNF ungebunden vorliegen. Eingearbeitete Nanofasern hingegen würden keinerlei Risiko mehr darstellen und die Materialien könnten ohne besondere Vorkehrungen entsorgt werden. Daher sei es notwendig, die Fertigung von Beginn an auf minimale Umwelt- und Gesundheitsbelastung auszulegen, indem die Produktion unter entsprechend staubfreien Bedingungen stattfindet. Derzeit gebe es noch keine einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen bezüglich der Handhabung von CNF, jedoch werde bei Electrovac sehr viel Wert auf den Schutz der Mitarbeiter gelegt und entsprechende Schutzmaßnahmen würden getroffen.

Medienpartner:



ivcon.net

Nanopartikel bieten hervorragende Möglichkeiten. Deren Eigenschaften oder Reaktivität können so programmiert werden, dass sie entweder selbst oder eingebunden in Polymer-, Glas- oder Keramikstrukturen zu neuen Hochleistungswerkstoffen werden. Diese Programmierbarkeit begründet das enorme Einsatzpotenzial der Nanotechnologie. Nanopartikel finden sich heute bereits in unterschiedlichsten kommerziellen Produkten wie Sonnencreme oder in funktionalen Beschichtungen. Sie werden zukünftige Produkte maßgeblich mitbestimmen. „Der Einsatz von Nanopartikeln ist nicht neu. Schon im 17. Jahrhundert ließen Nanopartikel das Gold der Kirchenfenster rot leuchten. Nanopartikel sind Bestandteil des täglichen Lebens, ob in Produkten, in Laboren oder in der Luft. Heutzutage gelangen sehr viel mehr Nanopartikel über natürliche Prozesse in die Umwelt als über die industrielle Produktion. Da jedoch die Nanotechnologie als Innovationsmotor gilt, nimmt der industrielle Einsatz von Nanopartikeln zu“, berichtet Dr. Rüdiger Naß, der am NANOSAFE Forschungsprojekt mitgewirkt hat. „Als Unternehmer und Wissenschaftler haben wir deswegen die Pflicht, verantwortungsvoll mit der Technologie umzugehen und die Risiken zu untersuchen. Dabei geht es primär um Personen, die in der industriellen Produktion mit Nanopartikeln umgehen. Nanopartikel verfügen über eine große Anzahl Teilchen pro Volumen bei geringem Gewicht. Da die bisherigen technischen Standards im Umgang mit trockenen Pulvern und ihre messtechnische Überwachung aber auf Masse pro Volumen angelegt sind, sind sie nicht einfach übertragbar. Vor diesem Hintergrund ist es auch notwendig zu prüfen, ob die vorhandenen Regularien und technischen Standards für den Umgang mit Nanopulvern für Nanomaterialien langfristig ausreichen. Der Konsument braucht sich heute keine Sorgen zu machen, denn die Belastung durch die industrielle Produktion ist bisher vergleichsweise unbedenklich. Entscheidend wird es zukünftig sein, auf nationaler und internationaler Ebene eine strukturierte Forschung und Entwicklung hinsichtlich der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt zu erreichen, um auf dieser Basis zukünftig nanomaterialspezifische Vorsorgemaßnahmen kontinuierlich anzupassen.“

Auch aus Sicht der Assekuranz ist es wichtig, sich mit den Chancen und Risiken der Nanotechnologie zu befassen. „Als bedeutender Risikoträger kann die Assekuranz die Einführung einer neuen Technologie nur dann verantwortungsvoll begleiten und unterstützen, wenn sie die damit verbundenen Risiken evaluieren und berechnen kann. Erst wenn ein Risiko bekannt ist, lässt sich auch bestimmen, was als Schaden zu gelten hat, und entscheiden, wie dieser optimal zu bewältigen ist. Zu diesem Zweck braucht es einen offenen Risikodialog mit allen beteiligten Partnern – Industrie, Wissenschaft, Behörden und Assekuranz“, berichtet Schauer. Die bloße Präsenz der Partikel, auch wenn sie überall auftreten sollten, stelle an sich keine Bedrohung für Mensch und Umwelt dar. Nur wenn sich gewisse Eigenschaften der Partikel als schädlich herausstellen sollten, müsste man von einer Gefahr sprechen. Da aber entsprechende Studien fehlen, lasse sich heute kaum sagen, ob und inwiefern Nanopartikel oder damit hergestellten Produkte eine konkrete Gefahr darstellen könnten. Die Nanotechnologie ermögliche eine Vielzahl von innovativen Produkten, die für den Konsumenten attraktiv seien und für die Umwelt von Vorteil sein können. Auch liege im Trend der Miniaturisierung ein Wachstumspotenzial, das nach Ansicht vieler Analysten in den nächsten Jahren von großer wirtschaftlicher Bedeutung sein werde. Die Versicherungswirtschaft müsse daher die Nanotechnologie differenziert betrachten, um herauszufinden, wo – wenn überhaupt – Probleme auftreten könnten.

Alle Sprecher waren sich einig, dass Nano eine wichtige, zukunftsweisende Technik ist, von der alle profitieren und die deshalb weiter ausgebaut und erforscht werden muss. Dafür ist es notwendig, auch die Folgen und Risiken zu betrachten und das Gebiet umfassend in allen Facetten zu erforschen. Aufklärung ist wichtig für den sicheren und vorurteilsfreien Umgang mit dieser neuen Technologie.

Weitere Informationen: SchauPlatz Nano (www.schau-platz.de)

Nano-Schicht auf Textilien schützt vor UV-Strahlung

Höhere Dosen der im direkten Sonnenlicht enthaltenen UV-Strahlung sind nachweislich krebserregend. Viele Menschen wollen sich aber im Sommer länger in der Sonne aufhalten, als für ihre Haut gut ist. Andere müssen im Freien arbeiten und können wegen der vorgegebenen Arbeitszeit ihre

Medienpartner:



ivcon.net

Aufenthaltsdauer nicht frei wählen. Den besten Schutz bieten dann leichte Sommertextilien, die mit einer UV-absorbierenden Substanz permanent ausgerüstet sind. Mit Unterstützung der AiF haben Wissenschaftler der Hohensteiner Institute, des Sächsischen Textilforschungsinstituts in Chemnitz und des Deutschen Textilforschungszentrums Nord-West in Krefeld die Hautverträglichkeit einer solchen Nano-Beschichtung, ihre Farbschutzwirkung, ihre Beständigkeit im Gewebe und ihre Wechselwirkungen mit anderen Textilveredlungen wie Knitterarmut und Hydrophobierung untersucht. In die UV-absorbierenden Nanoschichten haben die Forscher Pigmente aus Titandioxid als UV-Absorber implementiert. Die geringe Größe der Pigmentpartikel von rund 20 Nanometern sorgt für ein großes Absorptionspotenzial bei gleichzeitig geringer Lichtstreuung, so dass die Partikelschicht transparent und der Sonnenschutz unsichtbar ist. Diese Eigenschaft des sehr hautverträglichen Titandioxids macht sich die Kosmetikindustrie bei Sonnenschutzcremes schon seit Längerem zu Nutze. Die permanente Haftung der Nanopigmente wird durch ihre Einbettung in einen ultradünnen Polymerfilm oder in organisch modifizierte Keramiksichten gewährleistet. Neben dem Schutz der Haut vor UV-Strahlung bietet die neue Technologie auch Schutz vor dem Ausbleichen und Vergilben von Textilien. Diese Photoreaktionen entstehen im Zusammenwirken von UV-Strahlung mit Feuchtigkeit, Temperatur, Luftsauerstoff und Luftverunreinigungen und betreffen besonders Textilien im technischen Einsatz bei Automobilen (Sitzbezüge), im Bau (Zeltdächer, Geotextilien), Filter- und Schutztextilien beim Lagern sowie Heimtextilien (Gardinen, Teppiche) und Bekleidung. Sowohl die Ausrüstung von Textilien mit Weichmachern, optischen Aufhellern und ihre Hydrophobierung als auch die wiederholte Wäsche (mehr als 90 Waschzyklen) der Textilien beeinflussen die Beschichtung kaum.

Weitere Information: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (<http://www.aif.de>)

Ein Gel auf Befehl

Verdrillte Nanostrukturen sind ein wichtiges Motiv in der Biologie, man denke nur an die DNA-Doppelhelix und an Proteine, bei denen schraubenförmige Bereiche wichtig für die Funktion sind. Forscher sind bemüht, künstliche Helices herzustellen, die für nanotechnologische Anwendungen interessant sein können. Koreanischen Forschern ist es nun gelungen, ein molekulares System zu kreieren, das sich sogar "auf Befehl" zu Helices anordnet - und dabei die zunächst flüssige Lösung in ein Gel verwandelt. Das Team um Myongsoo Lee an der Yonsei University in Seoul entwarf einen speziellen Molekültyp als Grundbaustein für die Helices. Es handelt sich dabei um einen Grundkörper aus drei aromatischen Ringen, der wie ein Bumerang gebogen ist. Am mittleren Ring hängt eine lange verzweigte Seitenkette. Wird ein Silbersalz zu einer Lösung dieser Moleküle zugegeben, bildet sich eine Komplexverbindung zwischen den Molekülen und den positiv geladenen Silberionen: Die "Bumerangs" nehmen die Silberionen regelrecht in die Zange. Ist das negativ geladene Gegenion des Silbersalzes Bortetrafluorid (BF_4^-), stapeln sich die Komplexe zu langen gewundenen Säulen. Die BF_4^- -Ionen passen nämlich genau in den Hohlraum, der im "Bauch" dieser Helices frei bleibt, und stabilisieren sie. Erstaunliches passiert nun: Die Flüssigkeit erstarrt zu einer geleeartigen Masse. Wie das? Wie sich zeigte, aggregieren die Helices zu regelrechten Faserbündeln, sie sich ineinander verheddern und so ein verflochtenes dreidimensionales Netzwerk bilden. Die Flüssigkeit bleibt fest in dieses faserige Gerüst eingelagert - ein Gel, eine Art Zwischending zwischen Flüssigkeit und Feststoff, entsteht. Gibt man nun ein Fluorsalz zu dem Gel, verflüssigt es sich wieder. Grund ist die enorme Anziehungskraft, die die Fluoridionen (F^-) auf die Silberionen ausüben und sie so aus den Komplexen herauslocken. Die faserigen Aggregate zerfallen wieder in einzelne Moleküle. Der Effekt ist umkehrbar, wenn die Fluoridionen durch Zugabe bestimmter anderer Salze abgefangen werden. Gibt man zu dem Gel Salze mit dem Anion $\text{C}_2\text{F}_5\text{CO}_2^-$, verflüssigt es sich ebenfalls wieder. Wie elektronenmikroskopische Aufnahmen zeigen, steckt hier etwas Anderes hinter dem beobachteten Phänomen. Die Komplexe zerfallen nicht in einzelne Moleküle, sondern ordnen sich zu einer anderen Struktur an. Statt der verflochtenen helicalen Säulen entstehen einzelne Zickzack-artig erscheinende Bänder. Der Grund für den Strukturwandel liegt in der Größe des Anions: $\text{C}_2\text{F}_5\text{CO}_2^-$ ist größer als die BF_4^- -Ionen und

Medienpartner:



ivcon.net

passt damit nicht in den Hohlraum der Helices, die nun nicht mehr stabilisiert werden. Ein neuer Typ eines "intelligenten" Nanomaterials ist damit geboren, dessen Eigenschaften ganz allein über die Wahl des Gegenions geschaltet werden können.

Weitere Informationen: Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V. (<http://www.gdch.de/>)

FC Bayern München AG, Roy Makaay und die neosino nanotechnologies AG

Seit Beginn der Fußballsaison 2005/2006 ist die neosino nanotechnologies AG mit ihren Produkten, neosino Sport Nano-Liquid und neosino Sport Spray Active, offizieller Lieferant der FC Bayern München AG. Darüber hinaus konnte das Unternehmen Fußballprofi Roy Makaay als Werbeträger gewinnen. Der sympathische und ambitionierte holländische Nationalspieler und Topstürmer des FC Bayern München steht neosino für umfangreiche Marketing- und PR-Maßnahmen zur Verfügung. Die Nanotechnologie ist die Technologie der Zukunft. Die neosino nanotechnologies AG arbeitet mit einem neuartigen und weltweit patentierten Verfahren im Bereich der Mineralien. Die entscheidende Erfindung ist ein Mahlverfahren, das diese bis zu einer Größe von 3 - 10 Nanometer zerkleinert. Es entstehen Nanomineralien mit ganz neuen Eigenschaften, die um ein Vielfaches wirkungsvoller sind. Magnesium, Calcium und vor allem Silicium, ein lebensnotwendiges Spurenelement für viele Stoffwechselprozesse im Körper, kann in dieser Nanoform effektiver von ihm aufgenommen und verwertet werden. Nanosilicium ist besonders wichtig für Menschen, die gesundheitsbewusst sind und täglich Spitzenleistungen bringen müssen, so wie die Spieler des FC Bayern München. Diese bahnbrechende Erfindung und die hohe Qualität der Produkte mit Nanosilicium, die ohne Chemie und Gentechnik hergestellt werden, haben die Verantwortlichen des FC Bayern München überzeugt. In der medizinischen Abteilung werden bereits seit Monaten - unter der Leitung von Dr. Hans-Wilhelm Müller-Wohlfahrt - von Deutschlands Fußball Club Nr.1 die Produkte neosino Sport Nano-Liquid und neosino Spray Active gezielt und erfolgreich eingesetzt. Zwischen der FC Bayern München AG und der neosino nanotechnologies AG wurde eine langfristige Zusammenarbeit vereinbart.

Weitere Information: neosino nanotechnologies AG (<http://www.neosino.com>)

Schweizer Uhren mit Karlsruher Technologie

Innovative Hochtechnologie aus dem Forschungszentrum Karlsruhe findet sich seit kurzem im Inneren von Schweizer Luxusuhren. Anker und Ankerräder, die wichtigsten Bauteile in mechanischen Uhrwerken, werden serienmäßig im LIGA-Verfahren hergestellt. LIGA ist ein im Forschungszentrum Karlsruhe entwickeltes Verfahren zur Herstellung von Mikrostrukturen. Die neuartigen Bauteile führen wegen ihrer metrischen Exaktheit und sehr glatten Seitenwände zu einem Qualitätssprung für die Präzision und Ganggenauigkeit der Uhrwerke. Da die Teile aus fast reinem Gold bestehen, passen sie zu den ästhetischen und wertvollen Uhren. In der Uhrenindustrie haben die Teile schon große Aufmerksamkeit erregt. So könnte schon bald "LIGA inside" ein gefragtes Markenzeichen für edle mechanische Uhren mit höchster Ganggenauigkeit sein. Die Schweizer Traditionsmarke H. Moser & Cie. baut die ersten Uhren mit LIGA-Technologie. Jedes Mal, wenn bewegte metallische Oberflächen in gleitenden Kontakt mit anderen Materialien kommen, ist eine Schmierung erforderlich. "Gebt mir das perfekte Öl, und ich gebe euch das perfekte Uhrwerk", schrieb schon vor 200 Jahren der berühmte Uhrmacher Abraham-Louis Breguet. Das perfekte Öl gibt es immer noch nicht. Aber mit Hilfe des LIGA-Verfahrens können Teile des Uhrwerks jetzt mit so hoher Präzision gefertigt werden, dass auf die Schmierung vollständig verzichtet werden kann. Dies führt unmittelbar zu größeren Wartungsintervallen und einer längeren Lebensdauer der Uhrwerke. LIGA, eine Abkürzung für die Verfahrensschritte Lithographie, Galvanik und Abformung, ist ein am Forschungszentrum Karlsruhe in den 80er-Jahren entwickeltes Herstellungsverfahren für Mikrobauerteile. Mit dem LIGA-Verfahren können Seitenwandrauhigkeiten unter 50 Nanometer und metrische Genauigkeiten der äußeren Form von deutlich unter 1 Mikrometer realisiert werden. Möglich werden diese außergewöhnlichen Eigenschaften durch die Verwendung von Synchrotronstrahlung, wie sie an der Synchrotronstrahlungsquelle ANKA in

Medienpartner:



ivcon.net

Karlsruhe verfügbar ist. Als Material für die Uhrenbauteile wird galvanisch aufgewachsenes Gold eingesetzt, das durch Zugabe geringer Mengen anderer Metalle eine große Härte erreicht. Zudem sind die Goldteile antimagnetisch und korrosionsbeständig, zwei wichtige Eigenschaften in einem mechanischen Uhrwerk. Dies ist besonders wichtig für Anker und Ankerrad, zwei der am meisten beanspruchten Bauteile, die mit hohen Schwingungsfrequenzen maßgeblich für die Ganggenauigkeit der Uhr verantwortlich sind. Diese Teile werden seit einiger Zeit in größeren Stückzahlen an unseren Kooperationspartner Precision Engineering AG in Schaffhausen in der Schweiz geliefert. Ab September 2005 sind die ersten Uhren mit LIGA-Uhrenteilen von der Traditionsmarke H. Moser & Cie. im Handel erhältlich.

Weitere Information: Forschungszentrum Karlsruhe (<http://www.fzk.de/fzk/idcplg?IdcService=FZK>)

Auf molekularer Achse in die Nanomechanik

In den vergangenen Jahrzehnten sind nach elektronischen auch mechanische Bauteile auf immer kleinere Dimensionen geschrumpft: Mittels lithografischer Verfahren aus der Mikroelektronik ließen sich winzige mechanische Komponenten und schließlich mikroelektromechanische Systeme herstellen. Einen neuen Grenzstein in Sachen Miniaturisierung haben jetzt Wissenschaftler am Stuttgarter Max-Planck-Institut für Festkörperforschung gesetzt. Ihnen gelang es, mikroskopisch kleine "Paddel" aus Metall schwenkbar auf Kohlenstoff-Nanoröhrchen von nur eineinhalb millionstel Millimeter Durchmesser zu lagern. Kohlenstoff-Nanoröhrchen sind langgestreckte Moleküle mit außerordentlichen elektrischen und mechanischen Eigenschaften; insbesondere einwandige Nanoröhrchen bieten sich für elektronische Anwendungen an. Ihr Durchmesser beträgt ein bis drei Nanometer (millionstel Millimeter), etwa vergleichbar dem Durchmesser der DNA-Doppelhelix. Die Stuttgarter Forscher haben untersucht, ob sich mit einwandigen Nanoröhrchen auch mechanische und elektromechanische Komponenten mit winzigen Abmessungen herstellen lassen. Dazu hängten sie lithografisch erzeugte Metallblöcke an einem einzelnen einwandigen Kohlenstoff-Nanoröhrchen auf. Diese Metallblöcke sind unter einem optischen Mikroskop sichtbar, werden aber durch ein fast tausendmal kleineres einzelnes Molekül getragen. Im optischen Mikroskop - wie auch bei kleinerer Vergrößerung im Elektronenmikroskop - sieht man daher ein scheinbar frei schwebendes Objekt. Erst bei höherer Vergrößerung im Transmissions-Elektronenmikroskop läßt sich das Molekül erkennen, das die Struktur trägt. Das aufgehängte Objekt kann durch ein elektrisches Feld bewegt werden. Dabei dient das Nanoröhrchen als molekulare Achse, die durch Torsion deformiert wird. Die Struktur wird dabei von nur wenigen molekularen Bindungen getragen: Auf einem Querschnitt durch eine Kohlenstoff-Nanoröhre liegen nur etwa 20 Kohlenstoff-Bindungen; die genaue Struktur der Röhrchen bestimmten die Wissenschaftler durch Elektronenbeugung. Derartige Bauteile könnten als Funktionselemente in nanoelektromechanischen Systemen dienen - etwa als winzige bewegliche Spiegel in optischen Anwendungen, beispielsweise für die Telekommunikation. Ebenso ließen sie sich als Sensoren verwenden, da bereits sehr kleine Kräfte eine Drehung des Metallblocks und damit auch eine Verformung der Nanoröhrchen bewirken. Max-Planck-Forscher Jannik Meyer erwartet, dass sich die elektrische Leitfähigkeit der Nanoröhrchen stark mit deren Verformung ändert - dass also diese Verformung einfach elektrisch detektierbar wäre. So beobachteten die Wissenschaftler, dass bereits die thermische Energie bei Raumtemperatur eine deutlich sichtbare Vibration des Metallblocks hervorruft, was die Empfindlichkeit dieses Systems zeigt. Meyer und seine Kollegen halten auch kompliziertere mechanische Systeme für denkbar, in denen mehrere frei aufgehängte Objekte untereinander über Nanoröhrchen verbunden sind. Zunächst allerdings geht es darum, das Verhalten von Kohlenstoff-Nanoröhrchen unter Verformung genau zu analysieren. Und so dient das Stuttgarter "Nanopaddel" in jedem Fall als wertvolles Instrument der Grundlagenforschung.

Weitere Information: Max-Planck-Gesellschaft (<http://www.mpg.de>)

Medienpartner:



ivcon.net