

Niels Boeing, 12.9.2005

## nano technik ist nicht gleich nano risiko

Die ersten Errungenschaften der Nanotechnik sind beeindruckend. Mithilfe kleinster magnetischer Teilchen lassen sich Hirntumore mit bislang einzigartiger Präzision bekämpfen. Selbst kleinste Computerfestplatten speichern heute Datenmengen, die noch vor zehn Jahren utopisch anmuteten. Neue Materialien machen Autolacke kratzfest und Fensterscheiben schmutzabweisend. Die ersten Nanosolarzellen stehen kurz vor der Serienreife, zahlreiche weitere Anwendungen existieren bereits als Prototyp, und Marktforschungsunternehmen erwarten mit Recht neue Milliardenmärkte in den kommenden Jahren. Bei so viel Aufbruchstimmung halten es da viele Nanoforscher mit dem alten Sprichwort: Einem geschenkten Gaul schaut man nichts ins Maul.

Sollten sie aber. Einige Forschungsergebnisse der letzten Zeit legen nämlich den Schluss nahe: Ganz so harmlos ist die Technik im molekularen Maßstab möglicherweise nicht – und zwar auch ganz ohne Amok laufende Nanoroboter à la Michael Crichton. Denn Teilchen mit wenigen Nanometern, also Millionstel Millimetern, Durchmesser sind reaktionsfreudiger als ihre größeren Verwandten. Sie können Zellmembranen durchdringen und im Kreislauf die Blut-Hirn-Schranke überwinden. Was etwa in der Medizin ein Segen sein kann, hat aber auch unerwünschte Nebenwirkungen.

Wissenschaftler des Georgia Institute of Technology haben kürzlich die Wirkung von so genannten Buckyballs – fußballartigen Kohlenstoffmolekülen mit der chemischen Bezeichnung  $C_{60}$  – auf Mikroorganismen untersucht. Die sind einzeln zwar nicht wasserlöslich, wohl aber in größeren Klumpen. „Wir haben herausgefunden, dass solche  $C_{60}$ -Aggregate eine ordentliche antibakterielle Wirkung haben“, sagt Joseph Hughes, Umweltingenieur und Leiter der Forschungsgruppe. Überschreitet die Konzentration einen Schwellenwert, behindern die  $C_{60}$ -Klumpen die Atmung von zwei verbreiteten Bakterienarten, die im Erdreich leben. „Das könnte man für ungemein gute Anwendungen nutzen, es könnte aber auch Auswirkungen auf die Gesundheit von Ökosystemen haben.“ Buckyballs sind zwar nicht als Dünger vorgesehen, wohl aber als wesentlicher Bestandteil in neuen Medikamenten oder in denlichtsammelnden Schichten bestimmter neuer Solarzellen. Die Frage ist, ob sie von dort womöglich ins Grundwasser gelangen könnten.

Bereits im vergangenen Herbst hatten Chemiker um Vicki Colvin vom Center for Biological and Environmental Nanotechnology in Texas bekannt gegeben, dass Buckyballs Leber- und Hautzellen schädigen können. Sie hatten entsprechende Zellkulturen 48 Stunden verschiedenen Konzentrationen von Buckyballs ausgesetzt. Ergebnis: Eine Konzentration von 20 Teilchen pro Milliarde Lösungsmolekülen tötete die Hälfte der Zellen in der Kultur ab, so Vicki Colvin. Erst als sie an den Oberflächen der Buckyballs verschiedene Molekülgruppen anlagerten, nahm deren toxische Wirkung ab. Auch die US-Chemikerin Eva Oberdörster hatte zuvor mit einem unschönen Ergebnis aufgewartet. Sie gab in ein 10-Liter-Aquarium Buckyballs hinein, in einer Dosis von 0,5 Teilchen auf eine Million Wassermoleküle. 48 Stunden später ließen sich bei den Fischen im Aquarium Hirnschäden feststellen.

Eine laufende Studie der EMPA Materials Science and Technology in St. Gallen untersucht die toxische Wirkung eines weiteren vielversprechenden Werkstoffs auf Zellkulturen: der Kohlenstoffnanoröhren, auch Nanotubes genannt. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass die

Zellaktivität sich nach einem Tag drastisch verringert, je nachdem in welcher geometrischen Form die Nanotubes vorliegen – wobei die Wissenschaft bislang die genauen Mechanismen noch nicht verstanden hat. Das von den Herstellern gelieferte Rohmaterial ist dabei deutlich toxischer als eine gereinigte Mischung oder gar Asbestfasern. Für Peter Wick, Molekularbiologe und Projektleiter, lautet die vorläufige Erkenntnis der Studie: „Man muss genau wissen, wie das Material beschaffen ist und auch, wie hoch der Anteil der Verunreinigungen ist.“

Dieses Ergebnis bestätigt eine Analyse der Swiss Re, die als erster der großen Versicherungskonzerne sich der möglichen Risiken von Nanotechnologien angenommen hat: "Toxikologische Studien können nicht einfach für bestimmte Teilchen durchgeführt und die Ergebnisse dann verbindlich auf alle anderen Nanopartikel übertragen werden. Solche Studien zu verallgemeinern wäre unzulässig."

Eine Analogie verdeutlicht die besondere Schwierigkeit, die auf die Nanorisikoforschung zukommt. Goldpartikel eignen sich zum Färben von Glas, weil sich an ihnen das sichtbare Licht bricht. Vergrößert sich der Durchmesser um nur 20 Nanometer, erhält man eine andere Farbe. Das aber bedeutet: Toxikologen müssen im Prinzip Teilchen aus ein und demselben Material in verschiedenen Größen als jeweils eigene Stoffe betrachten – ein Forschungsaufwand, der bisherige toxikologische Untersuchungen simpel erscheinen lässt.

„Das Wissen, das wir bislang haben, ist für Unternehmen noch nicht ausreichend, um eine Risikobewertung vorzunehmen“, sagt Rob Aitken vom britischen Institut für Arbeitsmedizin. Für eine Risikobewertung genügt es nämlich nicht zu wissen, welche schädliche Wirkung ein Nanomaterial haben kann. Es muss auch untersucht werden, in welcher Form es überhaupt vorliegt und auf welchem Wege es in Organismen gelangen kann – etwa über die Haut oder die Atemwege. „Da benötigen wir noch viel mehr Information“, so Aitken. Vicki Colvin schätzt aber, dass es noch „mindestens ein Jahrzehnt“ dauere, bis genug Daten zur Verfügung stünden.

Eine internationale Datenbank, in der mögliche Schädigungen und Risiken durch Nanomaterialien aufgelistet sind, gibt es noch nicht, wohl aber erste Ansätze. Die EU-Kommission hat Anfang des Jahres die Datensammelungsprojekte „Impart“ und „Nanotox“ gestartet ([www.impart-nanotox.org](http://www.impart-nanotox.org)), und die amerikanische Umweltbehörde EPA bemüht sich darum, überhaupt erst einmal einheitliche Standards für Untersuchungen zu entwickeln. Aufeinander abgestimmt sind diese Vorhaben noch nicht. „Die internationale Zusammenarbeit ist gegenwärtig ziemlich unterentwickelt“, urteilt Günter Oberdörster, einer der führenden Nanotoxikologen weltweit.