



Nanoröhrchen aus Kohlenstoff im Computerbild. Die «Nanotubes» machen Materialien stabiler, wirken aber auf die Lunge wie Feinstaub.

Zwerge mit grossem Potenzial

Nanoteilchen beherrschen bereits unseren Alltag

Sie sind winzig, Nanoteilchen in der Grösse von einem Millionstel Millimeter – ein Nanometer verhält sich zum Meter wie ein Fussball zur Erde – besitzen «ein enormes wirtschaftliches Potenzial. Sie werden unseren Alltag verändern und auch Auswirkungen auf die Umwelt haben», heisst es in einer Informationsbroschüre von TA Swiss, der Organisation für Technologiefolgenabschätzung.

Nanoteilchen werden aus bekannten Materialien hergestellt: Silber, Quarz, Kohlenstoff, Zinkoxid oder Ceriumoxid. Werden die Stoffe aber extrem verkleinert, verändern sie ihre Eigenschaften. Kohlenstoff als Graphit in einer Bleistiftmine ist weich, in Nanogrösse aber wird er hundertmal belastbarer als Stahl. Aluminium, das wir als Material für harmlose Getränkedosen kennen, wird als Nanopartikel zum explosiven Stoff. Grund für diese Veränderungen: Weil die Nanopartikel insgesamt eine grössere Oberfläche aufweisen, schmelzen die Materialien schneller, absorbieren sie UV-Strahlen oder lassen Moleküle explodieren. Das macht sie technisch interessant in den Bereichen Energienutzung, Rohstoffverbrauch, Diagnoseverfahren, pharmazeutische Verabreichungsformen, Impfstoffe, Krebsbekämpfung – und eben auch im Alltag für Kosmetika, Putzmittel, Textilien, Verpackungen, im Garten, fürs Auto.

Selbstreinigende Fenster

Nanopartikel aus Titanoxid erlauben die Herstellung von äusserst glatten Oberflächen, an denen Wasser abperlt und Schmutz abgestossen wird. Fenster, Fassaden, Duschkabinen werden selbstreinigend. Nanobeschichtungen können Autolacke kratzester machen oder Metalloberflächen vor Rost schützen. In Kunststofffolien eingearbeitet, machen sie Lebensmittelverpackungen reiss- und schlagfester, machen sie weniger durchlässig für Wasserdampf, Sauerstoff oder UV-Strahlung und vermindern

damit die Keimbildung. Nanokapseln, die sich besser auflösen, transportieren Farbstoffe, Aromen oder Vitamine in Getränke. Für die medizinische Diagnose wurden Nano-Reagenzien entwickelt, die Hunderte verschiedener Sorten von Molekülen tragen und damit etwa einen Blutropfen auf ganz verschiedene Inhaltsstoffe untersuchen können.

Nanopartikel, die unter UV-Strahlung aufleuchten, werden als Antikörper an Blut- und Urinproben geheftet, um Infektionen aufzuspüren. Mit Nanomedikamenten können Wirkstoffe direkt in den Krankheitsherd geschickt werden. Medikamente in Nanoform erleichtern die Dauermedikation, zum Beispiel die Versorgung mit Insulin für Diabetiker. In der Krebstherapie werden Nanopartikel direkt ins Tumorgewebe eingebracht.

Nanoprodukte im Alltag

Ein US-Bericht nannte 2006 weltweit 212 Nanoprodukte, die bereits als Konsumgüter angeboten werden, 35 davon in Europa. An die 600 weitere Rohmaterialien enthalten Nanopartikel. Dabei ist noch kaum bekannt, wie sich diese auf Gesundheit und Umwelt auswirken. Die winzigen Partikel können über Haut, Mund oder Atemluft in den Körper gelangen, ins Blut, ins Hirn.

Doch in der Gesetzgebung ist die Nanotechnologie noch weitgehend unberücksichtigt. Es gibt nicht einmal genaue Vorstellungen, wo Nano überhaupt beginnt: Ab wann ist die Verkleinerung von bekannten harmlosen Materialien gefährlich? Dabei kommt es auch auf die Verarbeitung und Anwendung an. Nanopartikel, die fest in ein Material eingebunden sind, sind weniger riskant als solche, die wir schlucken, einatmen oder über die Haut aufnehmen. Und manche Materialien mögen zwar harmlos für den Konsumenten sein, nicht aber für jene, die das Material bearbeiten.

Risiken sehen und vermeiden

Der «Aktionsplan synthetische Nanomaterialien» des Eidgenössischen Departements des Innern, der im April dieses Jahres erschien, stellt fest, dass sich «mögliche Risiken für Mensch und Umwelt nicht abschliessend beurteilen lassen». So haben etwa Untersuchungen an Zellkulturen gezeigt, dass Nanopartikel je nach Grösse, Oberflächenstruktur, Dosis und chemischer Zusammensetzung schädlich für den Menschen sein können. Betroffen davon können Lunge, Haut, Blut und Riechnerven sein, wenn Nanopartikel aus Kosmetika, Textilien oder Lebensmittelverpackungen in den Körper gelangen.

Tierversuche an Mäusen und Ratten in den USA haben eine mögliche Gefährdung der Lunge durch Nanotubes (Kohlenstoffnanoröhrchen aus Siliziumoxid, Titanoxid oder Ceroxid) festgestellt. Die winzigen Röhrchen, die Asbestfasern ähneln, können aufgrund ihrer geringen Grösse wie Feinstaub mit der Atemluft in die feinsten Strukturen der Lunge vordringen.

Auch die Umwelt ist betroffen, wenn etwa Silber-Nanopartikel, die aus Kleidern ausgewaschen werden, ins Grundwasser und in die Böden gelangen. Andererseits haben Nanopartikel auch umweltfreundliches Potenzial: als Ionenaustauscher entziehen sie den Abwässern unerwünschtes Ammoniak; als Biosensoren können sie in Wasserreservoirs Bakterien nachweisen; als rasch abbaubares Nanopolymer eignen sie sich für Wegwerfgeschirr und Verpackungen; Nanolacke erlauben dünnere Beschichtungen und machen damit weniger Lösungsmittel erforderlich; durch Gewichtseinsparungen bei Fahrzeugen und Elektrogeräten wird die Energieeffizienz erhöht.

Bundesämter werden aktiv

Risiken ergeben sich auch bei der Verarbeitung von ungebundenen Nanopartikeln. Der «Aktionsplan» stellt fest: «Es besteht ein deutlicher Handlungsbedarf im Bereich der Entwicklung und Anwendung von angepassten Schutzmassnahmen.»

Bisher ist aber noch keine spezielle Gesetzgebung für die Nanotechnologie geplant. Man setzt auf Freiwilligkeit. Das Bundesamt für Gesundheit und das Bundesamt für Umwelt entwickeln derzeit zusammen mit Vertretern aus Wissenschaft, Industrie, Konsumentinnen- und Umweltverbänden einen Sicherheitsraster für Anwendungen verschiedener synthetischer Nanomaterialien. Die Materialien werden dabei im Rahmen der allgemeinen Gesundheits- und Umweltgesetzgebung behandelt. *Eleonore Baumberger*



Nanotechnologie in Alltagsprodukten an einer Ausstellung.

Die Nano-Risiken regulieren

Die 4. NanoRegulation Konferenz, die heute in St. Gallen beginnt, befasst sich mit freiwilligen Massnahmen. Nano-Experte **Christoph Meili** gibt Auskunft.

Herr Meili, Sie beschäftigen sich unter anderem mit Risikomanagement und insbesondere mit Chancen und Risiken der Nanotechnologie. Tappt man auf diesem Gebiet nicht noch sehr im dunkeln?

Christoph Meili: Viele Stoffe, die in der Nanotechnologie Verwendung finden, sind bekannt, einige Stoffe allerdings erst seit zehn oder zwanzig Jahren. Auf Nanogrösse verkleinert entwickeln die Materialien aber neue Eigenschaften. Diese sind ja erwünscht, aber sie sind nicht bis ins Detail bekannt.

Ein Beispiel?

Meili: Nano-Silber wirkt antibakteriell und ist einfach zu verarbeiten. Es wird deshalb bereits sehr breit zum Beispiel in geruchshemmenden Textilien, in Kunststoffverpackungen, in Farben oder sogar in Schnullern eingesetzt. Andere Nanostoffe glätten Oberflächen, machen Fenster oder Metalloberflächen wasser- und schmutzabstossend. Nanomaterialien können sich aber mit der Zeit von diesen Stoffen ablösen und gelangen dann in die Umwelt und möglicherweise direkt oder indirekt in den menschlichen Körper. Die meisten Nanoprodukte werden auch in Alltagsprodukten verwendet, in der Kosmetik etwa für Sonnencremes. Nanometergrosse Titandioxidpartikel sind UV-Filter und sie haben den Vorteil, dass sie transparent sind. Allerdings wird diskutiert, ob diese Partikel durch die Haut hindurch gehen. Die so genannten Carbon Nanotubes, Kohlenstoff-Nanoröhrchen, können Materialien stabiler machen, sie können elektrischen Strom ohne Verlust leiten. Im Tierversuch hat man aber gesehen, dass sie wie Asbestfasern auch Krebs auslösen können. Oder andere Kohlenstoffmoleküle, Fullerene, können sich auch im Nervensystem bewegen und ins Gehirn gelangen. Das ist eine Gefahr. Die Eigenschaft kann aber auch genutzt werden, um etwa bei der Anwendung von Medikamenten die Blut-Hirnschranke zu überwinden. Hier gilt es deshalb Risiko und Nutzen abzuwägen.

Wie können Chancen und Risiken abgewogen werden, wenn man doch noch verhältnismässig wenig über die Wirkung von Nanomaterialien weiss?

Meili: Es kommt bei Nanomaterialien sehr stark auf den verwendeten Stoff an. Es kommt darauf an, wie, in welcher Form und Menge er verarbeitet und angewandt wird, inwieweit Mensch und Umwelt damit direkt in Berührung kommen und auch, wie die Materialien entsorgt werden. Man kann deshalb nicht die ganze Technologie ablehnen, weil sie – wie jede neue Entwicklung – Risiken birgt, sondern muss ermitteln, wo sie bedenkenlos angewandt werden kann und wo Vorsicht geboten ist.

Gibt es Anstrengungen, die ahnungslosen Konsumenten und Konsumentinnen zu schützen: Deklarationen, Qualitäts-

prüfungen, Produktstandards, Zertifikate?

Meili: Es gibt derzeit noch keine spezielle Nano-Gesetzgebung. Grössenaspekte von Materialien werden nicht berücksichtigt. Aluminium benutzen wir zum Beispiel alle ohne Risiko als Folie im Haushalt. Als Nanopartikel ist Aluminium jedoch hochexplosiv und dient deshalb als Raketentreibstoff. Die Frage ist nun: Wenn wir Materialien verkleinern – ab welcher Grösse braucht es spezielle Vorschriften?

Da ist die Forschung und schliesslich der Gesetzgeber gefragt.

Meili: Wir brauchen keine Nano-Gesetze, sondern eher mehr Selbstverantwortung: Jeder Hersteller ist verantwortlich für die Sicherheit seiner Produkte und auch haftbar für Schäden. Er muss deshalb Tests durchführen, Daten erheben und informieren. Für Nanomaterialien gibt es noch keine einheitlichen Test-Standards oder Grenzwerte. Das wird noch einige Jahre dauern, bis dahin sind nur Analogieschlüsse möglich.

Konsumentinnen und Konsumenten schätzen zwar die neuen Eigenschaften von Nanoprodukten, aber sie wollen vor allem Sicherheit.

Meili: Das wollen Hersteller und Handel auch. Produkte, die unsicher sind oder nicht akzeptiert werden, nützen niemandem. Handel und Industrie bemühen sich deshalb, mit freiwilligen Massnahmen ihrer Verantwortung nachzukommen. So hat etwa der Schweizer Detailhandel einen Verhaltenskodex Nanotechnologie erarbeitet, in dem sich die Detailhändler zu einem verantwortungsvollen Umgang mit nanotechnologischen Produkten verpflichten. Es sollen nur Produkte vermarktet werden, die nach aktuellem Wissensstand und voraussehbarer Gebrauch keine Gesundheits- oder Umweltrisiken bergen.

Wie sieht das bei der Industrie aus?

Meili: Die Firma Bühler Partec in Uzwil, welche Nanopartikel herstellt, hat zum Beispiel mit «Cenarios» das weltweit erste, zertifizierbare Risikomanagementsystem für die Nanotechnologie eingeführt. Hersteller mit einem solchen Sicherheitszertifikat wissen, was sie anbieten, und der Händler weiss, was er verkauft; der Kunde kann darauf bauen, dass das Produkt nach dem neuesten Stand der Erkenntnis sicher ist.

Interview:
Eleonore Baumberger
christoph.meili@unisg.ch



Christoph Meili
Geschäftsführer «Die Innovationsgesellschaft» und Dozent.