

Quantensprung Nanotechnologie

In der Nanotechnologie gelten die Gesetze der Quantenphysik – für LaiInnen ein Buch mit sieben Siegeln. Welche negativen Auswirkungen Nanomaterialien auf Organismen und Umwelt haben können, weiss auch die Wissenschaft nicht.

Florianne Koechlin, WoZ 27 (3.7.2003)

Ein sofortiges Moratorium für alle Anwendungen von Nanotechnologie forderte die kanadische Gruppe Action Group on Erosion, Technology and Concentration (ETC) an einer Konferenz in Brüssel Anfangs Juni. »Wir sind nicht generell gegen Nanotechnologie, das ist ein derart vielfältiges Feld. Einige Anwendungen könnten grosse Versprechen einlösen, doch das Sicherheitsproblem ist ebenso gross – das müssen wir zuerst angehen«, charakterisiert Douglas Parr von Greenpeace England das Meinungsspektrum der KonferenzteilerInnen.

Nanotechnologie ist Technologie im Bereich von einem Milliardstel Meter. Zum Vergleich: Ein menschliches Haar ist etwa 80'000 Nanometer dick. Nanotechnologie ermöglicht, Materie auf der Ebene von Atomen und Molekülen zu manipulieren. Auf dieser Grössenebene gelten aber die Gesetze der Quantenphysik, in der die Elemente fundamental veränderte Eigenschaften haben können. Ein Element, das im Makrobereich rot ist, erscheint im Nanobereich grün; ein im Makrobereich weiches und biegsames Material kann im Nanobereich härter und stärker sein als Stahl. Auch chemische Reaktivität oder elektrische Leitfähigkeit können sich radikal ändern.

»Der Punkt ist«, sagt Pat Mooney von ETC, »dass wir nicht wissen, was akkumulierte Mengen dieser Nanomaterialien in der Lunge, in der Leber, aber auch im Grundwasser bewirken, auch wenn wir wissen, welche Auswirkungen grössere Partikel der gleichen Materialien auf Lunge, Leber oder Grundwasser haben. Bisher gibt es keine einzige überstaatliche Instanz, die Nanotechnologie überwacht und reguliert. Und es gibt keine international akzeptierten, wissenschaftlichen Sicherheitsstandards, die Laborforschung oder Vermarktung von Nano-Skala-Produkten regulieren. Deshalb braucht es ein Moratorium.«

Nanomaterialien werden heute schon kommerziell vertrieben. Die US Firma Nanophase Inc. produziert unter anderem nanomisiertes Zink- und Titaniumoxid, das in Sonnenschutzmitteln Anwendung findet. Die Nanopartikel blocken das UV-Licht besser ab und dringen besser in die Haut ein. Im Jahr 2001 hat Nanophase 250 Tonnen Zinkoxid verkauft. Nanopartikel werden auch zur Herstellung von kratzfesten Brillengläsern, schwer brennbaren Plastikmaterialien oder von Kosmetika eingesetzt. Zur Herstellung erneuerbarer Energie werden Nanopartikel in Plastik verpackt. Ziel ist, eine »nanosolare Farbe« zu konstruieren, die unsichtbar auf jede Oberfläche angebracht werden kann. Strassen oder Gebäudefassaden würden zu riesigen Energiegeneratoren. In der Medizin wird versucht, Medikamente in winzige Nanokugeln zu verpacken, um sie schnell und leicht zum Zielorgan zu bringen.

Besondere Bedeutung kommt zwei Nanoformen von reinem Kohlenstoff zu: Die so genannten Fulleren gleichen winzigen Fussbällen; Nanotuben sind die lang und zylindrisch. Nanotuben sind 100 mal stärker als Stahl und etwa ein Fünftel leichter. Sie leiten Elektrizität besser als Kupfer und können auch als Halbleiter dienen, je nachdem, wie sie aufgerollt sind. Nanotuben sind auch hervorragende Wärmeleiter. Weil sie superstark und ultraleicht sind, könnten Nanotuben bald in vielen Baumaterialien Verwendung finden, im Flugzeug- und Autobau oder für Knochenimplantate und künstliche Gelenke. Der französische Tennis- Racquethersteller Babolat verkauft bereits »Nanotube VS«-Racquets, die wegen Nanotubeinlagen besonders leicht und stabil sind.

Die ganz grosse Zukunft der Nanotechnologie besteht aber in der Verschmelzung verschiedener neuer Technologien. Diese Megawissenschaft könnte BANG heissen: eine Verschmelzung von Bits (Informatik), Atomen (Nanotechnologie), Neuronen (kognitive Neurowissenschaften) und Genen

(Gentechnologie). Nanotechnologie soll die Fusion dieser Gebiete, die auf der Ebene von Atomen und Molekülen funktionieren, ermöglichen. Als »Nanobiotechnologie« wird die Integration von Nano- und Biotechnologie bezeichnet. Sie ermöglicht die Verschmelzung von lebender und nicht lebender Materie, die Konstruktion von hybriden Organismen und Produkten.

Diesen Frühling berichtete der New Scientist, dass der deutsche Forscher Günter von Kriedowski einen Prototyp eines sich selbst vermehrenden Objekts in Nanogrösse aus biologischer Materie konstruiert hat. Er verwendete dazu DNA-Moleküle. Da DNA Strom leitet, ist es möglich, dass DNA-Nanostrukturen zur Erschaffung von winzigen, sich selber zusammensetzenden Kreisläufen verwendet werden könnten. Von Kriedowski plant, die DNA-Nanostrukturen mit Hochfrequenz-Radiosignalen zu kontrollieren. Eine andere Gruppe entwirft molekuläre Verbindungen, die im Gehirn Neuronen und Silikondrähte verbinden und so die Kommunikation mit Rechnern ermöglichen. An der Universität Lund in Schweden entwickeln ForscherInnen »bionische« Hände, die direkt vom Gehirn aus aktiviert werden können. »Letztendlich geht es mithilfe der Nanotechnik auch um die Erschaffung neuer Lebensformen – vom Atom an aufwärts, also um die Erschaffung von Genen, Viren, Bakterien und von Mischwesen jeglicher Art«, sagt Jim Thomas von ETC.

(Weitere Informationen: www.etcgroup.org)

Nano-Moratorium

Jim Thomas von der Action Group on Erosion, Technology and Concentration (ETC) ist einer der Organisatoren des internationalen Seminars, bei dem vor drei Wochen in Brüssel ein sofortiges und totales Moratorium für jegliche Art von Nanotechnologie verlangt wurde.

WoZ: Ein sofortiges und totales Moratorium für jegliche Art von Nanotechnologie, auch für Laborversuche, ist das nicht Panikmache?

Jim Thomas: Das Problem ist: Je kleiner die Partikel werden, desto reaktionsfähiger – und folglich auch toxischer – werden sie normalerweise. Nach unseren Recherchen gibt es keinerlei staatliche Regelungen dazu, in keinem einzigen Land. Bisher ist Nanotechnologie unter dem Radarschirm der behördlichen Kontrollen und Sicherheitsnormen durchgesehelt. So unglaublich das tönen mag: Es gibt auch keine Risk-Assessment-Modelle, auch kein internationales Laborprotokoll, wie Nanotechnologie gehandhabt werden soll. Darum müssen wir sofort reagieren und das Vorsorgeprinzip auch hier einführen.

Am Nanotech-Seminar in Brüssel nahmen neben hochkarätigen ExpertInnen auch Regierungsleute teil, EU-Parlamentarier und viele NGO-VertreterInnen. Habt Ihr für die Moratoriumsforderung Unterstützung erhalten?

Ja, von vielen Leuten. EU-ParlamentarierInnen wollen beispielsweise im Parlament eine EU-Regelung verlangen. Viele kamen auch einfach, um sich zu informieren. Eine Expertin der Versicherung Swiss Re wollte zum Beispiel wissen, ob Nanotech-Risiken überhaupt versicherbar sind.

Was sind die nächsten Schritte?

Wir wollen in zwei Schritten vorgehen: Zuerst und dringend braucht es ein Moratorium. Das muss nicht sehr lange dauern, doch die Wissenschaftsgemeinde muss sich erst einmal einig werden, wie Nanotech im Labor gehandhabt werden soll. Als zweiten Schritt braucht es eine grössere gesellschaftliche Diskussion über die Anwendung und Kommerzialisierung von Nanotech-Materialien. Es geht da um gesundheitliche und ökologische Risiken, aber auch um so wichtige Fragen wie Diskriminierung von behinderten Menschen, Datenschutzprobleme, Auswirkungen auf den Süden, militärische Anwendungen. Weil die Fragestellungen so breit sind, braucht es dazu eine internationale Konvention im Rahmen der UNO.

Wie könnte eine internationale Konvention aussehen?

Das wollen wir nun zusammen mit verschiedenen Zivilgruppen diskutieren. Wir wollen einen

konkreten Vorschlag ausarbeiten, wie ganz generell neue Technologien bewertet und geregelt werden sollen.

Also nicht nur Nanotechnologie?

Richtig: generell neue Technologien, denn am meisten Sorgen macht mir die Integration von Nano- und Gentechnik. Wie Nanotechnik gebraucht wird, um zum Beispiel Gene oder Viren, überhaupt neuartige Lebewesen – vom Atom an aufwärts – zu konstruieren. Die Grenze zwischen Nano- und Gentechnik löst sich immer mehr auf.

Rund um die Nanotechnologie

Kommerzieller Wert

Im Jahr 2001 betragen die weltweiten Ausgaben für Forschung und Entwicklung im Bereich Nanotechnologie rund vier Milliarden US-Dollar. Mehr als dreissig Regierungen haben Nanowissenschafts-Initiativen lanciert, wobei Europa, die USA und Japan um die Vorherrschaft konkurrenzieren. Rund 500 Nanotechfirmen sind in Europa, den USA und Asien tätig. Darunter befinden sich IBM, Exxon Mobil, Dow, Xerox, Eli Lilly, Aventis, Mitsubishi und Bayer.

Der kommerzielle Wert der Nanotechnologie ist heute noch klein. Das soll sich schnell ändern. Gemäss Schätzungen der US-National Science Foundation werden 2010 die Hälfte aller pharmazeutischen Produkte auf Nanotechnologie beruhen. Und die Verkäufe sollen bis 2015 eine Billion US-Dollar jährlich überschreiten. Die Dynamik der neuen Technologie zeigt sich bei den Patentanträgen: Hatten 1980 erst 60 US-Patente eine Referenz zur Nanotechnologie, waren es 2001 schon über 400. Am meisten Patentanträge stammen von der US-Marine und der US-Armee.

Toxische Risiken

Professor Vyvyan Howard, Zellbiologin an der Universität Liverpool beschreibt die Risiken so: Wenn Materie, die normalerweise harmlos ist, zu ultrafeinen Nano-Partikeln umgewandelt wird, dann kann sie toxisch werden. Das kennen wir beispielsweise vom Feinstaub in der Luft (siehe WoZ Nr. 14/01). Je kleiner die Partikel, desto reaktiver und toxischer werden sie normalerweise. Das erstaunt nicht, denn genau so funktionieren auch die Katalysatoren, die chemische Reaktionen beschleunigen.

Ultrafeine Partikel können an der Lunge vorbei in die Räume gelangen, wo der Gasaustausch zwischen Luft und Blut stattfindet. Die Scavenger-Zellen, die normalerweise Fremdkörper entfernen, haben Mühe, die ultrafeinen Partikel als »fremd« zu erkennen; sie sind auch von der schier Zahl der Teilchen überfordert. Es gibt Hinweise dafür, so Howard, dass ultrafeine Partikel durch den Darm oder über die Haut in den Körper gelangen. Auch die sehr restriktive Blut-Gehirn-Barriere kann für derart kleine Partikel durchlässig werden. Genau dies wollen ForscherInnen dazu benutzen, um Medikamente leichter und zielgenauer zu applizieren. "Doch das heisst gleichzeitig auch, dass der Körper auch weit offen ist für alle toxischen Effekte dieser ultrafeinen Partikel", sagt Howard.

Die »Grüne Plage«

Bestseller-Autor Michael Crichtons neuer Roman »Beute« handelt von »Nanobots«, also Robotern in Nanogrösse. In Crichtons apokalyptischen Vision geraten diese unsichtbar winzig kleinen Roboter, die sich selbst fortpflanzen können, ausser Kontrolle und bedrohen als »Graue Plage« (gray goo) die Menschheit. Die Graue Plage – vergleichbar einem Riesenschwarm Viren, nur dass die Nanobots noch viel kleiner sind als Viren – richtet bei Crichton fürchterliche Verwüstungen an. In der realen Nanowelt hat dieses Szenario einen wissenschaftlichen Namen: »Globale Ecophagie durch omnivore (allesfressende) Replikatoren«. Pat Mooney von ETC gibt zu bedenken: "Wenn nun lebende Systeme konstruiert und verschmolzen werden statt Nano-Roboter, dann könnte dies als »Grüne Plage« eine noch viel grösseres Risiko darstellen."