https://mail.gen-ethisches-netzwerk.de/node/714

Gen-ethischer Informationsdienst

Der Nano–Hype

AutorIn
Holger Berg

"Nanotechnologie" ist modern. Das beweist nicht nur die außerordentlich hohe Zahl der Veröffentlichungen zu diesem Thema in Wissenschaftsjournalen und in Tageszeitungen, sondern auch die wachsenden Investitionen. Nach Atomtechnologie, künstlicher Intelligenz und Gentechnik, so scheint es, schickt sich nun die Nanotechnologie an, die Welt zu retten. Hunger, Arbeit und Krankheit sollen mit Nanotech bekämpft und überwunden werden. Doch die Technologie birgt auch neue Risiken.

Geprägt wurde der Begriff Nanotechnologie 1986. Der Wissenschaftstheoretiker Eric Drexler verwendete ihn für die Beschreibung von "molekularen Maschinen", die Moleküle mit atomarer Genauigkeit konstruieren sollen. Prinzipiell sollte es möglich sein, so Drexler, dass ein beliebiges Molekül und letztlich ganze Gebrauchsgegenstände durch Zusammenfügen einzelner Atome hergestellt werden können. Seit der Jahrtausendwende wird der Begriff Nanotech der breiteren Öffentlichkeit als Schlüssel zu technischem Fortschritt und damit verbundenem wirtschaftlichen Nutzen präsentiert.

Die Nanowelt

Nanotechnologie (von griech. “nanos” - der Zwerg) ist ein vager Sammelbegriff für Technologien, die sich mit Substanzen, Strukturen und Prozessen im Größenbereich der Nanometerskala befassen (1nm = 10-9m, 1.000.000 nm = 1mm). Häufig wird mit “Nanotech” alles bezeichnet, was kleiner als 100 Nanometer ist. Sämtliche Nanostrukturen sind also für das menschliche Auge unsichtbar, ihre Größe ist vergleichbar mit der kleiner Rußpartikel oder Viren. In der "Nanowelt" verändern sich physikalische Eigenschaften: Die Schwerkraft ist für Partikel in dieser Größenordnung weniger entscheidend. Außerdem kann die Farbe einer Substanz bei nanoskaliger Partikelgröße anders sein als - zum Beispiel - im Millimeter-Bereich. Unterhalb einer Partikelgröße oder Schichtdicke von zirka 20 Nanometern verändern sich Materialeigenschaften grundlegend, sie werden dann durch die Quantenmechanik beschrieben. Ein Beispiel sind die "Quantum dots" (deutsch in etwa: Quantenteilchen), deren Farbe bei Anregung durch ultraviolettes Licht nicht von der chemischen Zusammensetzung, sondern von der Teilchengröße abhängt. Diese finden jedoch zur Zeit noch keine breite Verwendung. Auch Geräte für die Herstellung und Analyse von Strukturen im nanoskaligen Bereich wie zum Beispiel Computerprozessoren werden mit dem Label "Nanotech" versehen. Als Gegenstände des Alltags sind bisher überwiegend einfache Nanopartikel (in Lacken, Sonnenschutzmitteln und Medikamenten) sowie elektronische Bauteile in Gebrauch. "Nano-Oberflächen" gibt es in Auto-Katalysatoren oder als dünne Beschichtungen, zum Beispiel von optischen Bauteilen. Weltweit arbeiten zur Zeit 200 Firmen an Nanopartikeln als Bestandteil von Lebensmitteln.(1) Das Label nano wird nicht für unerwünschte Partikel wie Staub aus Bergbau, Industrie, Kfz-Abgasen und Tabakrauch verwendet – obwohl

dies ebenfalls Teilchen in Nanogröße sind. "Nanotubes" und "Buckminster-Fullerene", beides äußerst vielseitig modifizierbare Kohlenstoffverbindungen, werden in Kürze als Massenprodukte in elektronischen Bauteilen, als Schmiermittel oder auch für pharmazeutische Produkte produziert und verwendet.

Der Nano-Hype

Der Aufruhr um die Nanotechnik ist überwiegend ein bloßer Hype. Die Eigenschaften der so genannten "Nano-Produkte" sind nämlich teilweise die gleichen, wie die ihrer größeren Entsprechungen. Sie werden nur anders genannt. Beispielsweise wird Mikroelektronik heutzutage als "Nanotech" bezeichnet, nur weil die Transistoren von Mikrochips laufend miniaturisiert werden. Ebenso heißt die Kolloidchemie heute "Nanotech". Zu den Kolloiden gehören seit langem bekannte Bestandteile in Milch, Tabakrauch oder Lacken. Nanopartikel können indirekt über die Umwelt oder direkt in den menschlichen Körper gelangen und so ökologische oder gesundheitliche Schäden anrichten. Die medizinische oder ökologische Sicherheitsforschung wird im Unterschied zur Entwicklung marktfähiger Produkte aber kaum gefördert. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) erklärte dazu im März 2004: "Ziel ist es, für den Bundeshaushalt 2005 der Nanotechnologie eine deutliche Priorität zu geben". In den USA wird mehr als ein Viertel der staatlichen "Nano”- Forschungsförderung vom Verteidigungsministerium getragen.

"Nano" als Marketing-Instrument

Die US-amerikanische Firma Sequoia Pacific Research versprühte im August 2003 nach einem Waldbrand auf einer Fläche von 560 Hektar ein neu entwickeltes Produkt (“SoilSET”) zur Verhütung von Erosion. Nach Selbstbeschreibung ist Sequoia eine Firma der "Nanotechbranche". In Gegenwart von Wasser würden sich die Silikat enthaltenden Partikel dieses neuen "elektrochemisch aktiven" Materials selbständig in die Kristallstruktur des Bodens einfügen, so hieß es. Der Boden war allerdings nach der Behandlung mit SoilSET stark verkrustet, einheimische Pflanzen konnten teilweise nicht mehr an die Oberfläche dringen.(2) Nach öffentlicher Kritik, dass dieses neuartige Produkt gesundheits- oder umweltschädigende Eigenschaften haben könnte und seine Anwendung weder untersucht noch genehmigt ist, machte Sequoia im September 2003 einen rhetorischen Rückzieher: Die Unternehmensführung teilte mit, das Produkt sei günstig für das Ökosystem und enthalte gar keine Nanopartikel.(3) Also doch kein "Nanotech"? Offensichtlich rentierte sich die Verwendung des Präfixes "nano" nicht mehr.

Klein aber giftig

Ebenso ungeklärt wie die Definition von Nano-Technologie ist das Verhalten von "Nano-Substanzen" in der Umwelt und ihre Auswirkung auf die Gesundheit: Ausreichende Untersuchungen dazu gibt es bisher nicht. Folgende Beispiele verdeutlichen, dass die teilweise toxische Wirkung von Nano-Partikeln von vielen Faktoren abhängt:

- Homogenisierte Milch kann auch als Öl-in-Wassergemisch bezeichnet werden. Sie enthält Fettmicellen. Das sind kleinste Ölkugeln, die sich nicht von der wässrigen Phase, das heißt den übrigen Bestandteilen der Milch trennen. Ihr Durchmesser liegt zwischen 20 nm und 100 nm, sie könnten also durchaus als bewusst hergestellte Nanopartikel bezeichnet werden. Bisher sind keine gesundheitlichen Auswirkungen für den Menschen durch die Verwendung homogenisierter Milch bekannt.
- Titandioxid (TiO2)-Nanopartikel sind in einigen Sonnenschutzmitteln enthalten. Durch die Verringerung der Partikelgröße wurde TiO2 nicht nur farblos, sondern die Partikel dringen auch in die Haut ein. Bei Bestrahlung wirkt der Stoff photoreaktiv und kann so die DNA der Hautzellen schädigen.(4) Insbesondere in der Südpazifikregion benutzen große Teile der Bevölkerung wegen der erhöhten UV-Strahlung der Sonne regelmäßig Sonnenschutzmittel. Eine Unterscheidung zwischen der langfristigen Wirkung von Nanopartikeln und der Schädigung in Folge des wachsenden Ozonloches wird aber kaum möglich sein.

- Kugelförmige oder zylindrische Kohlenstoffverbindungen, so genannte "buckyballs" und "nanotubes", werden - möglicherweise - in den nächsten Jahren unter anderem in der Halbleiterindustrie eingesetzt. Weltweit werden zur Zeit mehrere Tonnen dieser Moleküle produziert. Bisher durchgeführte toxikologische Studien zeigten, dass diese Moleküle mit der Nahrung oder durch die Luft aufgenommen werden können und anschließend Schädigungen der Atemorgane oder des Gehirns verursachen können. Über die potentiell toxikologische Wirkung von Nanopartikeln besteht mittlerweile eine größere Einigkeit als über die Definition von Nanotech. Nano-Partikel können, ähnlich wie Asbest oder Diesel-Ruß, gesundheitsschädlich sein. Dies gilt vor allem für die Inhalation von Nanopartikeln. Mangels ausreichender Studien sind aber viele Fragen ungeklärt:
- Über welchen Weg können die Partikel in den Körper gelangen und wohin wandern sie?
- Was ist der Mechanismus der Toxizität und wie verhält sich die Oberfläche des Partikels im Körper biochemisch?
- Wie wirkt sich eine unterschiedliche Größe von Partikeln beziehungsweise die Mischung verschiedener Partikelgrößen aus?

Keine Grenzwerte

Jährlich werden mehrere hundert Tonnen dieser Verbindungen produziert. Es gibt bisher aber keine für Nanopartikel geltende gesetzliche Regulation, sondern lediglich Grenzwerte für die entsprechend größeren Teilchen. Notwendige Untersuchungen wurden und werden bisher nur in sehr geringem Umfang finanziert. Ein Vorsorgeprinzip existiert praktisch nicht.(5) Entscheidend für die toxikologische Bewertung von Nanopartikeln ist ihre Eigenschaft, sich kaum aus der Luft abzusetzen und sämtliche biologische Barrieren überwinden zu können. Erste Studien beweisen, dass sich Nanoteilchen in der Leber oder der Niere anreichern und ähnlich wie Asbest oder Silikatstäube, entzündliche Erkrankungen in der Luftröhre und dort möglicherweise auch Krebs auslösen können. Besonders brisant ist, dass Nanopartikel zwei wichtige und sehr dichte biologische Barrieren durchdringen können: Eine Schädigung von Föten aufgrund der Durchdringung der Placenta ist zu vermuten, wurde bisher aber noch nicht untersucht. Ein Überschreiten der Blut-Hirn-Schranke ist jedoch ansatzweise erforscht: Schwere Gehirnschädigungen sind im Tierversuch dokumentiert.(6)

Nanotech + Biotech = Nanobiotech

Nano wird auch als Zusatz oder Synonym für Medizin- oder Biotechnik verwendet. Nanoskalige Partikel werden zur Markierung oder als Wirkstofftransporter erprobt. So wird am Berliner Universitätsklinikum Charité erprobt, Gehirntumore zu bekämpfen, indem feine magnetisierbare Partikel in das Gewebe injiziert werden. Durch Anlegen eines magnetischen Feldes wird der entsprechende Bereich überhitzt und die Zellen getötet. Neu ist an dieser "Nano-Medizin", dass durch Fortschritte in der Chemie der Einsatz von Partikeln mit ziemlich genau definierter Struktur und Größe ermöglicht wird. Ebenfalls neu ist die Bezeichnung: Pharmazie oder Chemie wird zur Nanotechnologie gemacht. Mit Biochips, auf denen beispielsweise mehrere tausend unterschiedliche DNA-Moleküle gebunden sind, können andere dazu passende Moleküle aufgespürt werden. Dieses automatisierbare Screening ermöglicht die automatisierte Diagnose, zum Beispiel von sogenannten genetisch determinierten Krankheiten. Mit "nano" haben diese Produkte momentan jedoch noch nichts zu tun: Die "Spots" sind zur Zeit noch 1000-fach größer, haben also Durchmesser im Mikrometerbereich. Am bekanntesten ist wohl die Debatte zur Erzeugung von "molekularen Zusammenbauern", das heißt winzigen Robotern. So genannte "Nanobots", kurz für: Nano-Roboter, könnten für jede beliebige Anwendung konstruiert werden. Methoden zur gezielten Bewegung von Atomen und Ansätze zum so genannten "self-assembly", also zum selbständigen und automatischen Zusammenfügen, gibt es bereits. Nach dem Vorbild der Natur beziehungsweise Biotechnologie werden überwiegend DNA und Proteine als Werkstoffe erprobt. Allerdings gibt es bisher keine Roboter, die selbst in diese Größenordnung fallen. Bauteile, die bereits gefertigt wurden, sind elektrisch bewegbare Rotoren mit einem Duchmesser von fünfhundert Nanometern oder bewegliche Hebel zum Messen oder Manipulieren von Oberflächen mit einem

ähnlichem Durchmesser. Durch chemische Synthese wurde ein winziger Fahrstuhl mit einer Höhe von zweieinhalb Nanometern, einem Durchmesser von dreieinhalb Nanometern und einem Hub von einem Nanometer hergestellt.

Politische Akzeptanz

Risiken für die Gesundheit und ethische Fragen werden bislang nur in Nordamerika und Großbritannien kontrovers diskutiert. Hierzulande wird fast ausschließlich über die wirtschaftlichen Chanchen von Nanotech geschrieben: Die Wirtschaft hat selbstverständlich ein Interesse daran, dass ihre Entwicklungen subventioniert werden und dass sie nicht für etwaige Kosten oder Risiken aufkommen muss. Die Bundesregierung leistet diesem Interesse in vollem Umfang Folge. Nichtregierungsorganisationen (NGO) oder MedizinerInnen treten jedoch für eine gesetzliche Regulation ein: Die Forderungen reichen von verstärkter Sicherheitsforschung oder einem Moratorium für einige Anwendungen (10) bis hin zu einem sofortigen weltweiten Forschungs- und Anwendungs-Moratorium.(11) Eine Vorreiterrolle übernahm die ETC-Gruppe (Action Group on Erosion, Technology and Concentration, Ottawa, Kanada), eine NGO, die sich seit Jahren unter anderem mit den gesellschaftlichen Folgen der Biotechnologie befasst und im Jahr 1999 mit einer ersten Stellungnahme zu Nanotech - die Gruppe spricht im Übrigen von Atomtech - an die Öffentlichkeit getreten ist. (12) "Nanotechnologie ist für unbelebte Materie, was Biotech für belebte Materie ist", schrieb der Autor und Geschäftsführer der ETC-Gruppe, Pat Mooney, damals. Dies führte immerhin dazu, dass es seit kurzem auch in der EU eine wissenschaftliche Auseinandersetzung zum Thema gesundheitliche und soziale Auswirkungen von "nano" gibt. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung sieht allerdings keine "erkennbare Notwendigkeit für Regulierungen oder eine zusätzliche Gesetzgebung."(13) Ein Vorsorgeprinzip kennt das BMBF offenbar nicht. Die Nano-Industrie ist sich jedoch der Bedeutung der öffentlichen Wahrnehmung bewusst: Die Öffentlichkeit soll rechtzeitig über die Nanotechnologie aufgeklärt werden, um Akzeptanzprobleme wie sie bei der Gen-Technologie zu Unrecht aufträten, zu minimieren. Deutlich wird dies in dem häufig zitierten Artikel: "'Mind the gap': science and ethics in nanotechnology" (14) in dem die Kluft zwischen technischer Entwicklung und öffentlicher Akzeptanz bemängelt wird. "I don't want the science to slow down. I want the ethics to catch up", sagte einer der Autoren, Dr. Singer, der britischen BBC. Differenzierter und umfangreicher sind die Analysen des vom Deutschen Bundestag in Auftrag gegebenen Technikfolgenabschätzungsberichtes (15) vom 15.03.2004: "Der Stand der Forschung über die potenziellen Umwelt- und Gesundheitswirkungen der Herstellung und Anwendung nanotechnologischer Verfahren und Produkte ist unbefriedigend. Erhebliche verstärkte Forschungsanstrengungen sind hier dringend erforderlich, da sich aus dem fehlenden Wissen um die Umwelt- und Gesundheitsfolgen Hemmnisse für die Markteinführung von Nanotechnologien ergeben könnten." Und weiter heißt es im selben Bericht: "Forschung zu gesellschaftlichen und ethischen Aspekten der Entwicklung und verbreiteten Anwendung der Nanotechnologie sollte bereits jetzt initiiert werden. Fragen des Datenschutzes (insbesondere im medizinischen Bereich) und des Schutzes der Privatsphäre sollten regelmäßig hinsichtlich relevanter nanotechnologischer Neuentwicklungen wissenschaftlich untersucht und öffentlich diskutiert werden."

Schlussbemerkung

Nanotechnologie ist ein Schlagwort einer industrienahen Lobby für Forschung und Entwicklungen der Halbleiter-, Medizin- Automobil- und Optik-Industrie. Sowohl die Nanotechnologieprodukte selbst als auch die mit ihnen einhergehenden Risiken sind zu unterschiedlich, als dass sie mit einem gemeinsamen Begriff bezeichnet werden könnten. Das Wort Nanotechnologie hat weder für Produzenten noch Konsumenten einen praktischen Gebrauchswert. ForscherInnen und Industrie verwenden den derzeitigen Nano-Hype in erster Linie, um in den Genuss der Bundes- und EU-Förderung zu kommen, auch wenn ihre Arbeit in den Jahren zuvor ohne das Präfix Nano ausgekommen ist. Ein kritischer Diskurs ist hierzulande nicht vorhanden und deshalb dringend notwendig. Ein funktionierendes Vorsorgeprinzip existiert weder für die zu erwartenden, teils bereits belegten toxikologischen Folgen noch für ethische Fragen der Anwendung der Nanotechnologie. Gesundheitsschädliche Stoffe werden in die Umwelt gebracht, ihre Wirkungen auf die Gesundheit werden

aber erst Jahre später erkannt und weitere Jahre später gesetzlich reguliert. Gewinne werden privatisiert, Kosten werden sozialisiert. Die Bundesregierung fördert mit Standort-Logik einseitig die Interessen der Industrie und bereitet mit Werbe- und auch Informationskampagnen eine allgemeine gesellschaftliche Akzeptanz vor.

Fußnoten

Fußnoten:

1. http://www.hkc22.com/, Study: Nanotechnology in Food and Food Processing Industry Worldwide, Helmut Kaiser Consultancy, 2004
2. etc-group communique issue#81, Sept/.Oct. 2003, nachzulesen unter http://www.etcgroup.org/documents/ComSandWitchFIN…
3. etc-group communique issue#81, Sept/.Oct. 2003, nachzulesen unter http://www.etcgroup.org/documents/ComSandWitchFIN…
4. Dunford, Salinaro et al. "Chemical oxidation and DNA damage catalysed by inorganic sunscreen ingredients", FEBS Letters, Band 418 (1-2), 24. November 1997, (S. 87-90).
5. ebenfalls ETC-group, occasional paper series: No small matter II: The case for a global moratorium, Size Matters!, April 2003; Das Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) sprach sich im Februar 2004 für ein Moratorium zur Verwendung hergestellter Nanopartikel für kommerzielle Produkte, sowie gegen eine Freisetzung in die Umwelt aus. Haum, Petschow, Steinfeldt, Nanotechnology and Regulation within the framework of the Precautionary Principle. Final Report for ITRE Committee of the European Parliament. Institut für Ökologische Wirtschaftforschung (IÖW) gGmbH, Berlin, 11. Februar 2004.
6. Buckyballs, auch Buckminster-Fullerene (sphärische Kohlenstoffmoleküle mit Fußballgeometrie), werden zur Zeit noch nicht in kommerziellen Produkten verwendet. Frontier Carbon betreibt in Japan eine Anlage zur Produktion von jahrlich bis zu 40 Tonnen dieser Moleküle. Siehe auch: Mark T. Sampson, ”Type of buckyball shown to cause brain damage in fish,” Eurekalert, 28. März 2004, zu finden im Internet unter www.eurekalert.org
7. Hubert Markl, ehemaliger Präsident der Max-Planck-Gesellschaft: "Ich halte die Entwicklung von sich selbst vermehrenden Maschinen für Besorgnis erregend und kontrollbedürftig...Insbesondere könnten einen die Entwicklungen der militärischen Technologie ängstigen, wenn sie der demokratischen Kontrolle entgleiten würden." zitiert nach: Berliner Zeitung, 13.12.2000
8. Michael Crichton, Autor des Bestsellers Prey (dt. Beute)
9. Bill Joy, in "Why the Future doesn't need us", Wired Magazine 8, April 2000, einer der Gründer sowie Chefwissenschaftler von Sun-Microsystems, Co-Autor der Computersprache "Java Script"
10. Bei einem Symposium der Europäischen Kommission äußerten KritikerInnen der Nanotechnologie unterschiedliche Meinungen: Caroline Lucas (Mitglied des EU-Parlaments) sagte, dass wir mindestens ein Moratorium für nanoskalige Hautpflegeprodukte bräuchten. Jürgen Altmann (Universität Dortmund) forderte im Hinblick auf militärische Anwendungen ein Moratorium für nichtmedizinische Implantate. Pat Mooney (ETCgroup) sagte, die Koalition zwischen Industrie und Regierung gäbe zwar vor, die Interessen der Gesellschaft zu schützen, im Grunde ginge es aber nur um die Interessen der Industrie. Nanotechnology: opportunity or threat?, 06.12.2003, CORDIS RTD-NEWS / © European Communities, nachzulesen unter: http://dbs.cordis.lu/fep-cgi/srchidadb?ACTION=D&S…
11. Action group on Erosion, Technology and Concentration, Winnipeg, Canada, im Internet unter http://www.etcgroup.org/documents/Comm_NanoMat_Ju…
12. ETC Century: Erosion, Technological Transformation, and Corporate Concentration in the 21st Century, im Internet unter www.etcgroup.org
13. Nanotechnologie erobert Märkte. Broschüre des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), 2004
14. Anisa Mnyusiwalla, Abdallah S Daar, Peter A Singer, Institute of Physics, University of Toronto, Canada, in: Nanotechnology 14 (2003) R9–R13, ‘Mind the gap’: science and ethics in nanotechnology,

17. 02.2003
15. Technikfolgenabschätzungsbericht zu Nanotechnologie (Deutscher Bundestag, Drucksache 15/2713, vom 15.3.2004); im Netz unter: http://dip.bundestag.de/btd/15/027/1502713.pdf, als Buch erschienen beim Springer Verlag (2004): Paschen, H.; Coenen, Ch.; Fleischer, T.; Grünwald, R.; Oertel, D.; Revermann, Ch.: Nanotechnologie –Forschung, Entwicklung, Anwendung. ISBN: 3-540-21068-7.

Zum Weiterlesen:

- www.etcgroup.org
- www.foresight.org
- www.nanobio.de
- www.nanoforum.org
- www.hazards.org/nanotech
- Der Bericht der Royal Society: Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties, veröffentlicht am 29. Juli 2004; im Netz unter: www.nanotec.org.uk/finalReport.htm
- Beute (Prey), Roman von Michael Crichton; Blessing Verlag (2002); ISBN: 3-98667-209-6

Informationen zur Veröffentlichung

Erschienen in:
GID Ausgabe 166 vom Oktober 2004
Seite 52 - 56