



Bern, 21. August 2006

Gesundheitliche Risiken synthetischer Nanomaterialien

Nanotechnologie

Die Nanotechnologie eröffnet ungeahnte Möglichkeiten, sei es in der Computertechnik der Medizin oder in neuen Materialien, die uns das Leben erleichtern. Allerdings birgt sie, wie jede neue Technologie, auch unbekannte Risiken für Gesundheit und Umwelt, die es rechtzeitig zu erkennen gilt. Das Bundesamt für Gesundheit und das Bundesamt für Umwelt haben daher ein Expertengremium beauftragt, die vorhandenen wissenschaftlichen Daten zu analysieren, und, wo erforderlich, geeignete Massnahmen zum Schutz von Arbeitnehmenden, Konsumenten und Umwelt vorzuschlagen.

Anwendungsbereiche der Nanotechnologie

Der technologische Fortschritt macht es heute möglich, Materialien auf der Ebene von Molekülen oder gar einzelnen Atomen gezielt zu verändern. Damit lassen sich auch neue, winzige Materialstrukturen aufbauen, die nur wenige Nanometer gross sind. Ein Nanometer ist ein Millionstel Millimeter. In diesem Grössenbereich ändern sich die chemisch-physikalischen Eigenschaften von Materialien. Die neuen oder veränderten Eigenschaften lassen sich gezielt nutzen und eröffnen ungeahnte Möglichkeiten. Neuartige Sonnencremes, Schmutz abweisende Textilien und Anstriche, selbst reinigende Fenstergläser oder kratzfeste Beschichtungen sind Beispiele von Produkten, die bereits auf dem Markt erhältlich sind. Eine Vielzahl weiterer Innovationen wird unter anderem in den Bereichen Medizin, Kosmetik, Lebensmittel- und Verpackungstechnik, Materialtechnik, Elektronik und Solartechnologie erwartet.

Nanotechnologie: Der Begriff "Nanotechnologie" umfasst die technischen Verfahren zur Herstellung oder gezielten Veränderung von Materialstrukturen mit einer Ausdehnung von unter 100 Nanometer (100 Millionstel Millimeter). Er schliesst aber auch alle Anwendungen und Produkte ein, die solche Materialstrukturen einsetzen, um ihre speziellen physikalischen und chemischen Eigenschaften zu nutzen. Es handelt sich somit weniger um eine Technologie als vielmehr um einen Überbegriff für eine Vielzahl von Anwendungsbereichen.

Gesundheitsrisiken der Nanotechnologie

Während bislang das enorme Innovationspotential der Nanotechnologie im Vordergrund stand, hörte man in den letzten Jahren vermehrt auch Stimmen, die vor mögliche Gesundheits- und Umweltrisiken warnen. Im Vordergrund stehen hier vor allem Anwendungen und Produkte, bei denen mit der Freisetzung künstlich hergestellter Nanopartikel zu rechnen ist, beispielsweise während der Herstellung, der Verwendung oder Entsorgung eines Produktes. Die Befürchtungen basieren auf Erfahrungen mit Nanopartikeln, die bei natürlichen und vor



Faktenblatt

allem technischen Verbrennungsprozessen in Form von Dieseleruss oder Russpartikeln aus Holzfeuerungen oder Vulkanausbrüchen entstehen. In der Umweltforschung bezeichnet man diese Nanopartikel als „ultrafeine Partikel“ (UFP). Sie haben ganz wesentlichen Anteil an der Feinstaubbelastung und den in diesem Zusammenhang diskutierten Gesundheitsrisiken¹. Im Gegensatz zu den gezielt künstlich hergestellten Nanopartikel kann ihre Grössenverteilung und chemischen Zusammensetzung aber stark variieren.

Nanopartikel sind Festkörperpartikel mit einer Grösse kleiner 100 Nanometer (nm). Nano steht für die Grössenordnung ein Milliardstel (10^9). Das heisst, ein Nanometer ist ein Milliardstel Meter oder ein Millionstel Millimeter. Man unterscheidet zwischen künstlich hergestellten Nanopartikel mit einer definierten Grössenverteilung und chemischen Zusammensetzung (z.B. Kohlenstoff oder Titanoxid) und Nanopartikel wie sie „ungewollt“ beispielsweise als Nebenprodukt bei Verbrennungsprozessen auftreten können. Letztere werden auch als ultrafeine Partikel (UFP) bezeichnet.

Zum Vergleich: Ein Nanopartikel verhält sich zur Grösse eines Fussballs wie dieser zur Grösse der Erde:



Nanopartikel können aufgrund ihrer geringen Grösse bis in die feinsten Strukturen der Lunge, die Lungenbläschen, vordringen. Hier findet der Gasaustausch zwischen Atemluft und Blut statt. Welche Auswirkungen die Nanopartikel an diesem lebenswichtigen Ort haben, ist noch unklar. Man vermutet, dass sie Entzündungsreaktionen oder gar Gewebeveränderungen hervorrufen können (vergleichbar mit durch Feinstaub verursachter Silikose oder Asbestose). Die Zahl der eingeatmeten Nanopartikel (Exposition) wie auch die Fähigkeit der Lunge, diese Partikel wieder auszuscheiden, spielen hinsichtlich einer möglichen Gesundheitsgefährdung eine wichtige Rolle. Bisher sind nur zu einer sehr beschränkten Zahl von künstlichen Nanopartikel (wie z.B. Kohlenstoff, Titanoxid) Resultate aus Tierstudien vorhanden. Nur bei sehr hohen Dosen konnten schädigende Effekte an der Lunge festgestellt werden. Allerdings haben diese Studien auch gezeigt, dass ein kleiner Teil der eingeatmeten Nanopartikel ähnlich wie der Sauerstoff über die Lungenbläschen in den Blutkreislauf gelangen können. Über den Blutkreislauf können sich die Nanopartikel ungehindert im Körper verteilen und leicht in andere Organe eindringen. Zu möglichen toxischen Effekten an anderen Organen als der Lunge ist wenig bekannt. Untersuchungen an Zellkulturen zeigen, dass Nanopartikel leicht von Zellen aufgenommen werden und dort, in Abhängigkeit von ihrer chemischen Zusammensetzung, eine schädigende Wirkung haben können. Aus epidemiologischen Untersuchungen zur Luftverschmutzung ist zudem bekannt, dass ein Zusammenhang zwischen der Feinstaubbelas-

¹ "Feinstaub macht krank", Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 2005 (zu beziehen unter www.buwalshop.ch)



Faktenblatt

tung und dem Auftreten von Herz-Kreislauf-Symptomen besteht. Wie diese Effekte zustande kommen und ob sie auch bei einer Belastung mit künstlichen Nanopartikeln auftreten können, ist noch nicht klar.

Nanopartikel können auch auf anderen Wegen als über die Lunge aufgenommen werden. An Ratten, die einer sehr hohen Konzentration an Kohlenstoff-Nanopartikel ausgesetzt wurden, konnte nachgewiesen werden, dass Nanopartikel via Riechnerven direkt ins Gehirn gelangen können. Die mögliche Aufnahme von Nanopartikel über die Haut ist Gegenstand intensiver Forschung. Aufgrund bisheriger Erkenntnisse wird eine Aufnahme über die gesunde Haut praktisch ausgeschlossen. Die Kommission für kosmetische Mittel des Bundesinstituts für Risikoforschung in Berlin hält fest, dass Sonnencremes, die Zinkoxid bzw. Titanoxid-Nanopartikel enthalten, keine gesundheitlichen Risiken für die Verbraucher darstellen. Zur Aufnahme von Nanopartikel über den Magen-Darm-Trakt, dem möglichen Aufnahmeweg von Nanopartikel in Nahrungsmitteln, existieren nur wenige Untersuchungen. Gemäss Studien mit Polystyrol- und Titanoxid-Nanopartikel können Partikel über den Darmtrakt aufgenommen und in der Folge in Leber und Milz nachgewiesen werden

Aktivitäten des BAG im Bereich Nanotechnologie

Ehe eine zuverlässige Risikobeurteilung durchgeführt werden kann, müssen die künstlich hergestellten Nanopartikel noch intensiv erforscht werden. Weltweit laufen deshalb eine Vielzahl von Forschungsprojekten mit dem Ziel, die bestehenden Wissenslücken zu schliessen. Wahrscheinlich wird es noch mehrere Jahre dauern, bis die erforderlichen Daten zur Verfügung stehen. Das Bundesamt für Gesundheit und das Bundesamt für Umwelt haben daher ein Expertengremium beauftragt, eine vorläufige Beurteilung vorzunehmen und wo erforderlich, konkrete Massnahmen zum Schutz von Arbeitnehmenden, Konsumenten und Umwelt vorzuschlagen ("Aktionsplan zur Risikobeurteilung und zum Risikomanagement synthetischer Nanomaterialien in der Schweiz bis 2009"). Die Verwendung künstlich hergestellter Nanomaterialien in der Schweiz, Sofortmassnahmen zum Schutz von Arbeitnehmenden in Industrie und Forschung sowie die Förderung der Risikoforschung werden dabei ebenso Gegenstand der Diskussionen sein, wie eine Selbstregulierung von Industrie und Forschung oder eine allfällige Anpassung der Gesetzgebung.

Daneben unterstützt das BAG ein Projekt der TA-Swiss, dem Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung, das mit Diskussionsrunden und einer Informationsbroschüre den gesellschaftlichen Diskurs um das Thema "Nanotechnologie" anregen will.



**Bundesamt
für Gesundheit**

Faktenblatt

Informationsbroschüren:

- H. Ceruti, „*Nano! Nano!*“, Informationsbroschüre zum Publifocus "Nanotechnologie und ihre Bedeutung für Gesundheit und Umwelt", TA-Swiss, 2006
http://www.ta-swiss.ch/www-remain/reports_archive/Infoblaetter/2006_TAP8_IB_Nanotechnologien_d.pdf
- K. Meuli, "*Die unbekannte Welt der kleinsten Dimensionen*" in Umwelt, 2/2006; Bundesamt für Umwelt BAFU
http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/medien/umwelt/2006_2/index.html

Fachpublikationen:

- CL Tran et al., *A scoping study to identify hazard data needs for addressing the risks presented by nanoparticles and nanotubes*, Institute of Occupational Medicine, December 2005;
<http://www.defra.gov.uk/environment/nanotech/research/pdf/hazarddata-scoping.pdf>
- G. Oberdörster et al, *Nanotoxicology: An Emerging Discipline Evolving from Studies of Ultrafine Particles*, Environ Health Perspect 113: 823 (2005);
<http://www.ehponline.org/members/2005/7339/7339.pdf>

Weitere Informationen:

Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Chemikalien, Telefon 031 322 96 40, bag-chem@bag.admin.ch