



April 2008

Nanotechnologie - Chancen und Risiken für die Konsumenten

Die Möglichkeiten der Nanotechnologie im Konsumbereich sind vielversprechend: kratzfeste Brillengläser, schlagfeste Beschichtungen, anti-Graffiti-Anstriche, selbstreinigende Fenstergläser, ultraleichte Velos, leistungsfähigere Batterien, transparente Sonnencremes, abriebfeste Textilien bis hin zu Lebensmittelverpackungen, die eine längere Haltbarkeit erlauben. Einige dieser Anwendungen oder Produkte sind bereits auf dem Markt erhältlich, viele befinden sich noch in Entwicklung. Mit der zunehmenden Verbreitung von *Nanoprodukten* und Berichten über Zukunftsvisionen wachsen allerdings die Bedenken über mögliche negative Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt.

Synthetische Nanomaterialien ersetzen giftige Chemikalien

Um Oberflächen sauber zu halten, verwendet man normalerweise verschiedene Reinigungs- und Lösungsmittel. Mit speziellen nanostrukturierten Beschichtungen können Oberflächen jedoch schmutz- und flüssigkeitsabweisend gemacht werden. Vorbild aus der Natur ist das Lotusblatt. Dort entsteht dieser Effekt durch feinste, mit einer Wachsschicht beschichteten Haare.. Oberflächen von Textilien oder Glas, die mit einem technischen „Lotuseffekt“ versehen sind, sparen nicht nur Reinigungsaufwand sondern auch potenziell giftige Chemikalien.

Um Brände zu verhüten, kommen häufig bromierte Flammschutzmittel zum Einsatz. Diese entziehen dem Brandherd Sauerstoff. Einige dieser Flammschutzmittel sind toxikologisch umstritten. Als Alternative könnten verschiedene synthetische Nanopartikel dienen. Im Holzbau können beispielsweise Silica-Nanopartikel eingesetzt werden. Diese bilden bei Hitze eine keramikähnliche Schicht, welche die Sauerstoffzufuhr einschränkt.

Gesundheitsgefahren synthetischer Nanopartikel

Die Risikodiskussion um synthetische Nanomaterialien dreht sich insbesondere um freie synthetische Nanopartikel und Materialien, aus welchen diese freigesetzt werden können.

Effekte in der Lunge

Aufgrund ihrer geringen Grösse können Nanopartikel (wie Feinstaub) mit der Atemluft bis in die feinsten Strukturen der Lunge vordringen. Hier findet der Gasaustausch zwischen dem Sauerstoff der

Atemluft und dem Kohlendioxid des Blutes statt. Diese feine Grenzschicht ist besonders empfindlich gegenüber Fremdpartikel, die je nach chemischen Eigenschaften sowie Ausmass und Dauer der Belastung lokale Entzündungsreaktionen bis hin zu pathologischen Gewebeeränderungen hervorrufen können. Bekanntes Beispiel hierfür ist die Berufserkrankung Silikose im Bergbau ("Staublunge"), die durch Quarz-Staub hervorgerufen wird.

Effekte im Körper

Einzelne Studien weisen daraufhin, dass ein Teil der eingeatmeten Nanopartikel ähnlich wie der Sauerstoff über die Lungenbläschen in den Blutkreislauf gelangen kann. Einmal im Blutkreislauf können sich die Partikel ungehindert im Körper verteilen und es wird befürchtet, dass auch Organe geschädigt werden könnten. Allerdings liegen bislang keine diesbezüglichen Befunde vor. Neben der Lunge müssen auch die Haut oder der Magen-Darm-Trakt als Eintrittspforten in Betracht gezogen werden. Aufgrund bisheriger Erkenntnisse wird eine Aufnahme über die gesunde Haut praktisch ausgeschlossen. Zur Aufnahme von Nanopartikel über den Magen-Darm-Trakt existieren hingegen nur wenige Untersuchungen. Mit der Nahrung verabreichte Mikro- bzw. Nanopartikel konnten in Leber und Milz von Versuchstieren nachgewiesen werden. Insgesamt scheint aber die Ausscheidung von Partikeln über den Darm sehr effizient zu sein.

Mögliche Gesundheitsrisiken für Konsumenten durch die unterschiedlichen Anwendungen

Eine fundierte Risikobeurteilung von Produkten und Anwendungen auf Basis synthetischer Nanopartikel ist wegen fehlender wissenschaftlichen und methodischen Grundlagen gegenwärtig noch nicht möglich. Das Bundesamt für Gesundheit und das Bundesamt für Umwelt entwickeln zurzeit zusammen mit Vertretern aus Wissenschaft, Industrie sowie Konsumenten- und Umweltschutzverbänden einen Sicherheitsraster für Anwendungen verschiedener synthetischer Nanomaterialien. Damit wird eine Entscheidungsgrundlage für allfällige risikoreduzierende Massnahmen von Seiten der Industrie oder der Behörden vorliegen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden zu einer differenzierteren Sichtweise auf mögliche Risiken von *Nanoprodukten* beitragen.

Für eine Abschätzung der „nanospezifischen“ Gesundheitsrisiken eines Produktes ist entscheidend, ob mit einer Belastung der Konsumenten durch freie synthetische Nanopartikel zu rechnen ist - sei es durch Hautkontakt, durch Verschlucken oder über die Atemluft. Eine Aufnahme über die Atemluft wird nach heutigem Wissensstand als besonders kritisch eingeschätzt. Die mögliche Toxizität der aufgenommenen Nanopartikel ist je nach chemischer Zusammensetzung, Grösse und Oberflächenbeschaffenheit sehr unterschiedlich zu beurteilen. Für einzelne synthetische Nanopartikel wie z.B. für Silica (amorphes Siliziumdioxid) liegen bereits heute ausreichend Erfahrungen vor, die spezifische Gesundheitsgefährdungen für die Konsumenten ausschliessen lassen.

Reinigungsmittel, Oberflächenpflegemittel, Anstrichstoffe, Sonnencremes, etc.

In Pasten, Emulsionen, Dispersionen und Lösungen enthaltene Nanopartikel liegen meist in ungebundener Form vor. Die Konsumenten sind diesen Partikeln bei der Anwendung unmittelbar ausgesetzt. Im Hinblick auf ein mögliches Gesundheitsrisiko sind insbesondere Sprühanwendungen kritisch, da hier freie Nanopartikel über die Atemluft aufgenommen werden können. Bei regelmässiger Anwendung könnte dies bei bestimmten Nanopartikel zu einer Anreicherung im Lungengewebe mit möglichen negativen Langzeiteffekten führen. Die mögliche Aufnahme von Nanopartikel über die Haut oder durch Verschlucken ist bei Haushaltschemikalien (Reinigungs- oder Oberflächenpflegemittel) eher von untergeordneter Bedeutung.

Hinsichtlich der Anwendung auf der Haut liegen Erfahrungen mit Nanopartikel aus Titanoxid oder Zinkoxid vor, die als UV-Filter in Sonnenschutzmitteln Anwendung finden. Die Kommission für kosme-

tische Mittel des Bundesinstituts für Risikoforschung in Berlin hält fest, dass derartige Sonnencremes kein gesundheitliches Risiko für die Verbraucher darstellen.

Gegenstände aus Nanomaterialien/Beschichtungen: Selbstreinigende Scheiben, Gegenstände aus CNT verstärktem Verbundmaterial, Textilien, Nano-Backblech, Batterien, Autoreifen, nano-Silber beschichtete Bauklötze, etc.

Bei den meisten Gegenständen oder Beschichtungen liegen die synthetischen Nanopartikel in gebundener Form vor, d.h. sie sind im Material eingebettet oder chemisch fixiert. Für die Risikobeurteilung sind somit ausschliesslich Partikelemissionen während des Gebrauchs der Gegenstände in Betracht zu ziehen. Es ist allerdings fraglich, ob die ursprünglichen Nanopartikel als solche wieder freigesetzt werden. Detaillierte Untersuchungen hierzu fehlen. Die möglichen Gesundheitsrisiken für die Konsumenten sind aber insgesamt geringer einzuschätzen als bei Anwendungen mit ungebundenen Nanopartikel.

Lebensmittelverpackungen

Die Einarbeitung synthetischer Nanopartikel aus Silber, Tonerde, Silica oder Titanoxid in Kunststofffolien und -behälter verringern die oberflächliche Keimbildung, machen diese reissfester oder setzen deren Durchlässigkeit für Wasserdampf, Sauerstoff und UV-Strahlung herab. Die Partikel sind dabei im Kunststoff "eingebettet", liegen also in gebundener Form vor. Eine signifikante Belastung der Lebensmittel durch die im Kunststoff fixierten Nanopartikel (z.B. durch Diffusion) ist unwahrscheinlich. Es liegen bislang keine gegenteiligen wissenschaftlichen Befunde vor.

Lebensmittel

Vieles, was heute über neuartige Lebensmittel gesagt oder geschrieben wird, gehört noch ins Reich der Utopien. Bei der Diskussion möglicher Gesundheitsrisiken von Nanopartikel in Lebensmitteln ist zudem einzig die Aufnahme über den Magendarm-Trakt in Betrachtung zu ziehen. Schädigungen der Lunge müssen daher nicht befürchtet werden.

Die im Non-Food Bereich zur Diskussion stehenden anorganischen Nanopartikel (Carbon-Nanotubes, C60, Metalloxide, Silika, Silber) haben für Anwendungen im Lebensmittel kaum Bedeutung. Hier stehen Systeme wie Nanoemulsionen oder Micellen im Vordergrund. Die Dimension dieser Systeme liegen zwar auch im nanoskaligen Bereich - nanospezifische Gesundheitsrisiken (Anreicherungen im Gewebe, Langzeiteffekte) sind hier aber nicht zu befürchten, da die "Nano-Einheiten" löslich oder instabil sind.

Nanotechnologie

1. Nanotechnologie befasst sich mit Strukturen, die typischerweise zwischen 1 und 100 nm gross sind (nachfolgend «nanoskalig»).
2. Nanotechnologie macht sich charakteristische Effekte und Phänomene zunutze, die speziell im nanoskaligen Grössenbereich auftreten.
3. Nanotechnologie bezeichnet die gezielte Herstellung und/oder Manipulation einzelner Nanostrukturen.

Synthetische Nanomaterialien

Synthetische Nanomaterialien sind gezielt hergestellte Materialien mit strukturellen Bestandteilen, die in mindestens einer äusseren oder inneren Dimension nanoskalig sind (z. B. Kristallite, Fasern, Partikel, Beschichtungen, nanoporöse Oberflächen oder Gegenstände).

Nanomaterialien bestehen aus anorganischen oder organischen Stoffen, oder aus Mischungen davon.

Synthetische Nanopartikel

Synthetische Nanopartikel sind gezielt hergestellte Teilchen, welche typischerweise in mindestens zwei Dimensionen nanoskalig sind. Dazu gehören auch die ein oder mehrwandigen nanoskaligen Kohlenstoffröhren (Nanotubes).

Auskünfte

bag-chem@bag.admin.ch

Internet

www.bag.admin.ch/nanotechnologie

Literatur:

- Meili C., Widmer M., Husmann F., Gehr P., Blank F., Riediker M., Schmid K., Stark W., Limbach L. 2007: Grundlagenbericht zum Aktionsplan «Risikobeurteilung und Risikomanagement synthetischer Nanomaterialien». Umwelt-Wissen Nr. 0721. Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Gesundheit, Bern. 284 S.
- The role of Nanotechnology in Chemical Substitution, European Parliament, Scientific Technology Options Assessment, 2007-08-14; Download PDF:
www.europarl.europa.eu/stoa/publications/studies/stoa181_en.pdf