

Nanoteilchen werden ausgewaschen

Von Kristin Schirmer

Die Umwelt kann mit Nanotechnologie geschont oder Ressourcen nachhaltig genutzt werden. Doch muss sie möglicherweise auch vor ihr geschützt werden.

Oberflächen mit Nanostrukturen können das Algenwachstum und anderen Aufwuchs an Schiffsrümpfen verhindern. Dadurch wird das Reinigen einfacher und es müssen weniger Biozide eingesetzt werden. Ausserdem bieten dünne, aus Nanokristallen gedruckte Schichten, eine vielversprechende Grundlage für neuartige Solarkollektoren. Wissenschaftler und Ingenieure arbeiten auch an Nanoteilchen als Katalysatoren für die Wasserreinigung. Diesem bewussten Einsatz der Nanotechnologie im Umweltbereich steht die ungewollte Verbreitung von Nanomaterialien gegenüber. Bedenkt man, dass bereits heute zahlreiche Produkte mit «Nano» im täglichen Gebrauch eine Rolle spielen, sei es zum Beispiel in Kleidung, Nahrung, Farben oder Kosmetik, so besteht kein Zweifel, dass synthetische Nanomaterialien in die Umwelt gelangen – insbesondere solche in ungebundener Form, besonders übers Wasser. Beispielsweise beim Waschen nanopartikelhaltiger Kleidung oder wenn Nanopartikel aus Wandfarben oder Anstrichen ausgewaschen werden.

Letztlich unabhängig davon, ob synthetische Nanomaterialien gewollt oder ungewollt in die Umwelt gelangen, ist es wichtig, die Risiken abzuschätzen. Dazu gehören die Ermittlung, wo und in welchem Ausmass Nanomaterialien freigesetzt werden, ihr Verhalten und Verbleib in der Umwelt, sowie die Bestimmung, ob die Nanomaterialien in Organismen gelangen und dort Wirkungen hervorrufen können. Zwar kommen in der Natur erst wenige synthetische Nanopartikel vor. Doch ist nicht nur ihr vermehrter Einsatz sondern auch ihre gezielte Modifikation, um zum Beispiel eine bessere Verteilung im Wasser oder spezifische biologische Effekte zu erzielen, ein Grund dafür, dass Chancen und Risiken abgeschätzt werden müssen. Und gerade hier besteht noch ein gehöriger Forschungsbedarf.

Es gibt verschiedene Aspekte, die die Erforschung von Umweltauswirkungen erschweren. Zum einen benötigen wir geeignete analytische Methoden, um zum Beispiel synthetische Nanomaterialien in komplexen Umweltproben oder in biologischen Geweben identifizieren und quantifizieren zu können. Weiter unterliegen Nanopartikel in der Umwelt oder auch in Organismen mit hoher Wahrscheinlichkeit einer Reihe von Transformationsprozessen, welche von der Art der Partikel und den umgebenden Umweltbedingungen abhängen. Metall-basierte Partikel lösen sich möglicherweise auf und die freigesetzten Metallionen können mit organischen oder anorganischen Molekülen Komplexe bilden. Andererseits können organische Substanzen in einem Gewässer, oder Eiweisse und Lipide in Zellen von Organismen zu einer Beschichtung der synthetischen Nanopartikel führen.



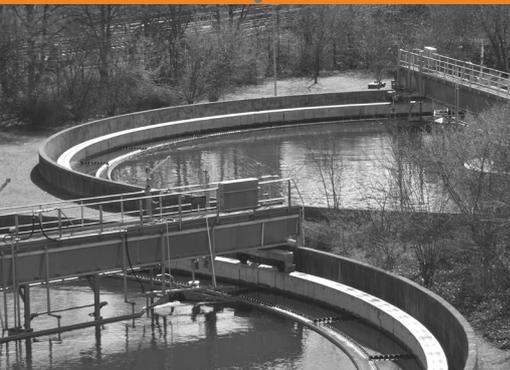
Maya Graf, Nationalrätin, Mitglied der Kommission für Wissenschaft, Bildung und Kultur WBK

TA-Studie ist nötig

Als Politikerin, die sich kritisch mit der Nanotechnologie auseinandersetzt, begrüsse ich sehr, dass TA-SWISS eine interdisziplinäre Studie zu Nanomaterialien durchführt. Bei derart rasant wachsenden Forschungsgebieten mit zunehmender Bedeutung für Wirtschaft, Forschung und Gesellschaft ist das Wissen über die Risiken unabdingbar, auch für den Gesetzgeber.

Dies umso mehr, weil nanoskalige Materialien spezielle physikalisch-chemische Eigenschaften aufweisen und neuartige Gefährdungen für Gesundheit und Umwelt bewirken können. Das ist derzeit schwierig nachzuweisen, wobei erste Forschungsergebnisse auf mögliche umweltschädigende und gesundheitsschädliche Auswirkungen von Nanopartikeln hindeuten. Gleichzeitig sind weltweit über 1000 Nanoprodukte bereits kommerziell auf dem Markt. Die Produktpalette vergrössert sich laufend. Nanoprodukte machen auch vor dem Lebensmittelbereich, bei Gebrauchsgegenständen und in der Landwirtschaft keinen Halt.

In dieser Situation kommt eine TA-SWISS-Studie, die den Einfluss von Nanomaterialien auf Gesundheit und Umwelt untersucht, genau zur richtigen Zeit und ist dringend nötig.



Dadurch können die Partikel möglicherweise besser im Wasser verteilt werden. Damit ändert sich das Verhalten der Partikel und die Bioverfügbarkeit. Mittlerweile gibt es zwar eine Reihe von Berichten über toxische Effekte von Nanopartikeln, insbesondere auch über Wirkungen auf Organismen, die im Wasser leben. Allerdings wurden die Versuche meist in kontrollierten Laborsystemen mit hohen Nanopartikelkonzentrationen durchgeführt. Inwiefern diese Effekte dann tatsächlich auch in der Natur auftreten können, ist bisher weitestgehend unbekannt.

Wie jede Technologie erfordert auch die Nanotechnologie einen sorgfältigen, transparenten Umgang, um eine nachhaltige Entwicklung zu ermöglichen. In Bezug auf die Umwelt bedeutet das, unkontrolliertes Freisetzen von Nanomaterialien zu vermeiden. Weiter gehört die Aufklärung der Konsumenten dazu, ebenso wie das Entwickeln von geschlossenen Lebenszyklen der Materialien und Produkte. Letzteres hat gleich einen zweifachen Effekt: zum einen den Schutz der Umwelt vor risikobehafteten Einträgen und zum anderen die Rezyklierung und damit schonende Anwendung von Umweltressourcen.

Kristin Schirmer ist Biologin und leitet seit 2008 die Abteilung Umwelttoxikologie an der Eawag, dem Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs, Dübendorf. Sie ist Titularprofessorin an der EPF Lausanne und der Universität von Waterloo in Kanada. Zudem unterrichtet sie als Privatdozentin für Umwelttoxikologie an der ETH Zürich.

Nano regulieren oder verbieten?

Von Emiliano Feresin

Behörden stehen vor der Herausforderung, einen wachsenden Wirtschaftszweig zu regulieren sowie den Sicherheitsansprüchen der Öffentlichkeit nachzukommen.

In keinem Land auf der Welt gibt es heute spezifische Gesetze zur Regulierung von Nanomaterialien. Doch vermehrtes Wissen über ihre Auswirkungen sowie unterschiedliche Auslegungen des Vorsorgeprinzips wirken sich auf die Reglementierung aus.

In der Schweiz werden synthetische Nanomaterialien innerhalb der geltenden Gesetzgebung nicht gesondert behandelt. Im Jahre 2008 lancierten das Bundesamt für Gesundheit (BAG) und das Bundesamt für Umwelt (BAFU) den Vorsorgeraster für synthetische Nanomaterialien. Industrie und Gewerbe können diesen Raster, der Substanzen mit Nanopartikeln nach Schädlichkeit, Verwendung, Wahrscheinlichkeit und Ausmass der Exposition von Menschen und Umwelt klassifiziert, freiwillig ausfüllen. Die Schweiz hat sich zudem verpflichtet, in Koordination mit der EU die Bevölkerung zu informieren und eine Kennzeichnung von nanohaltigen Kosmetika und von Lebensmitteln einzuführen. Im März 2009 erliess die EU eine neue Verordnung über nanohaltige Kosmetika, welche vorschreibt, dass solche Produkte bis 2012 gekennzeichnet, deklariert und nach deren Sicherheit beurteilt werden müssen.

Die Haltung der Bevölkerung gegenüber der Nanotechnologie ist allgemein positiv: sechs von zehn EU-Bürgern unterstützen sie. Das zeigt der jüngste Eurobarometer. Aber seit 2002 geht die optimistische Einschätzung leicht zurück. Die Sicherheit wurde Thema zwischen Befürwortern und Gegnern. Wegen möglicher Risiken forderte die Schweizerische Stiftung für Konsumentenschutz (SKS) den Bundesrat auf, rascher zu prüfen, ob neue Regulierungen notwendig sind. Die internationale Organisation Friends of the Earth (FOE) verlangte im Jahre 2008 gar ein Moratorium für Nanoprodukte in Nahrungsmitteln und in der Landwirtschaft, bis potenzielle Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt geprüft sind.

Fachleute befürchten, dass die Nanotechnologie wie schon die Gentechnologie die öffentliche Unterstützung verlieren könnte. Um dies zu vermeiden und um dem Gesetzgeber auf wissenschaftsbasierte Entscheidungshilfen zu bieten, haben Wissenschaftler, politische Entscheidungsträger und verschiedene Organisationen seit zehn Jahren Studien und Projekte lanciert sowie die Kommunikation verstärkt und Dialogverfahren über Nanotechnologien gefördert.

Auch TA-SWISS hat sich mit der Beurteilung von Chancen und Risiken der Nanotechnologie auseinandergesetzt. Und zwar mit zwei interdisziplinären Studien (Nanotechnologie in der Medizin, 2003; Nanotechnologie im Bereich der Lebensmittel, 2009) und einem publifocus im Jahre 2006 zum Thema «Nanotechnologie und ihre Bedeutung für Gesundheit und Umwelt». Zurzeit erarbeitet TA-SWISS eine interdisziplinäre Studie «Nanomaterialien: Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit».

Emiliano Feresin arbeitet bei TA-SWISS und ist verantwortlich für die aktuelle Studie über Auswirkungen der Nanotechnologien auf Umwelt und Gesundheit.

«Wir müssen Nanopartikel ernst nehmen»

Interview mit Peter Gehr, von Susanne Brenner

Herr Gehr, was fasziniert Sie an Nanotechnologie?

Es ist die Kleinheit. Als ich mich anfangs 80er-Jahre mit Elektromikroskopie beschäftigte, konnte man erst Teilchen darstellen, die ein paar hundert Nanometer oder grösser waren. Heute können sogar die viel kleineren sogenannten Nanopartikel sichtbar gemacht und dreidimensional dargestellt werden, etwa mit dem Laser-Raster-Mikroskop oder mit dem Tomographie-Elektronenmikroskop.

Und darüber hinaus?

Technisch gesehen ist Nanotechnologie eine unglaubliche Leistung. Dabei interessiert mich selber am meisten, was passiert, wenn solche Nanopartikel mit Zelloberflächen in Kontakt kommen; dies vor allem bei Lungenzellen. Letztendlich geht es darum, zu erforschen, wie der menschliche Organismus mit synthetischen Nanopartikeln umgeht. Über die Lunge eingeatmet können sie in den Blutkreislauf und damit in alle Organe gelangen. Weil dort der Sauerstoffaustausch passiv, mittels Diffusion stattfindet, sind die Blutgefässe sehr nahe der Gasaustausch-Oberfläche, und diese ist beinahe so gross wie ein Fussballfeld.

Also gelangen Nanopartikel dort direkt ins Blut und in den ganzen Körper?

Ja – und sollte sich herausstellen, dass Nanopartikel dem menschlichen Organismus schaden, dann wären diejenigen, die in der Lunge aufgenommen würden die schädlichsten. Dagegen wären jene, die in Nahrungsmitteln in den Darm gelangen, weniger problematisch. Denn die Distanz zwischen der Darmoberfläche und den Blutgefässen ist ungefähr 100-mal grösser als diejenige von der Lungenoberfläche zu

den Blutgefässen. Über die Verdauung gelangen damit wohl weniger Nanopartikel in den Blutkreislauf. Auch würden viele wieder ausgeschieden.

Wie reagiert der menschliche Organismus auf Nanopartikel?

Ich erforschte das Verhalten einzelner Zellen, nachdem Nanopartikel eingedrungen sind, und stellte fest, dass Kulturen von mehreren Zelltypen anders reagieren als Monozellkulturen. Was das bedeutet, kann noch nicht abschliessend beantwortet werden. Wollen wir Nanopartikel für medizinische Anwendungen benutzen, müssen wir zuerst mehr wissen.

Welche technologischen Anwendungen könnten für die Zukunft revolutionär sein?

Im Bereich der Medizin ist geplant, Nanopartikel diagnostisch und therapeutisch einzusetzen. Auch in der Elektronik, Fotovoltaik, in der Nahrungsmittelindustrie oder für Baumaterialien könnten nanotechnologische Anwendungen neue Chancen eröffnen. Heute noch kaum Vorstellbares könnte möglich werden; doch wir stehen erst am Anfang und müssen noch viel lernen.

Darum ein nationales Forschungsprogramm zu Chancen und Risiken von Nanomaterialien (NFP 64). Was erwarten Sie als Leiter davon?

Mehr Wissen. Dafür muss weiter geforscht werden. Mit dem Programm können wir Entwicklungen fördern und laufend beurteilen. Dadurch entsteht ein Austausch zwischen neuem Wissen und dem Abschätzen allfälliger Risiken.

Ist die Umwelt gefährdet?

Leider wissen wir wenig darüber. Zurzeit gelangen beispielsweise kleine Mengen von Nanosilber ins Abwasser.



Peter Gehr präsidiert die Leitungsgruppe des Nationalen Forschungsprogrammes NFP 64 über Chancen und Risiken von Nanomaterialien. Er ist emeritierter Professor der medizinischen Fakultät der Universität Bern.

Dieses wird aus behandelten Kleidern ausgewaschen. Werden es einmal grössere Mengen, die übers Waschwasser in die Umwelt gelangen, muss man genauer wissen, welche Folgen das hat. Etwa für jene Organismen, die in den Kläranlagen eingesetzt werden, um das Abwasser zu reinigen. Dazu ist Forschung nötig.

Die Auswirkungen sind also nicht bekannt. Wie sollen wir mit dieser Unsicherheit umgehen?

Hysterie ist nicht angesagt, die Problematik muss uns aber bewusst sein. Es gibt viele natürliche Nanopartikel in der Umwelt, etwa von Motorfahrzeugen und Heizungen. Insofern ist das nichts Neues. Es ist aber letztlich eine Frage der Menge. Die Voraussetzungen könnten sich ändern, wenn grosse Mengen synthetischer Partikel in die Umwelt gelangen würden. Wir dürfen nicht vergessen, dass Nanopartikel in der Luft eingeatmet werden und in den menschlichen Organismus gelangen können. Bei der Produktion und der Entsorgung von synthetischen Nanomaterialien muss also darauf geachtet werden, dass möglichst wenig in die Lunge respektive in die Umwelt gelangen.

Herausgeber

TA-SWISS Zentrum für
Technologiefolgen-Abschätzung
Brunngasse 36, CH-3011 Bern
Tel. +41 31 310 99 60
Fax +41 31 310 99 61
E-Mail info@ta-swiss.ch

Redaktion und Layout
Susanne Brenner (sb)
Texte: Maya Graf, Kristin Schirmer,
Emiliano Feresin, sb
Übersetzung: Marianne Creola, sb
Erscheint viermal jährlich
Printauflage: deutsch 4000 / französisch 1400
elektronisch: 1700 deutsch / 400 französisch

www.ta-swiss.ch



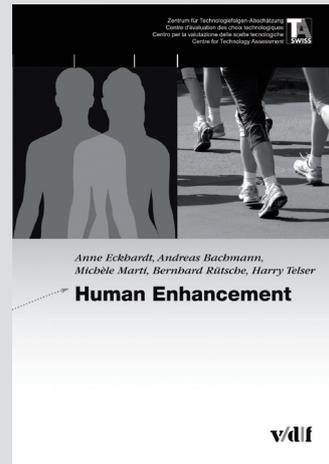
Sparlampe löst Glühbirne ab

Zeugt die Glühlampe von einer genialen Erfindung in der Vergangenheit, steht die Sparlampe für neue und effiziente Technologien. Im Jahresbericht von TA-SWISS symbolisiert die Gegenüberstellung von «altem und neuem Licht» die Arbeit des Kompetenzzentrums: Es beleuchtet neue Technologien im Hinblick auf die Zukunft. Und das kritisch und unabhängig. Der kürzlich erschienene Bericht liefert eine Übersicht über abgeschlossene Studien und Aktivitäten des Jahres 2010 und informiert gleichzeitig über laufende Projekte und neue Themen.

Beleuchtet werden darin Biotreibstoffe aus einheimischen Abfallstoffen; Indikatoren, die oft als Grundlage für politische Entscheidungen genutzt werden; das Internet der Zukunft, mit dem sich nicht nur Fachleute sondern auch Bürgerinnen und Bürger befassen; Ortungstechnologien, die nicht nur im Zusammenhang mit Google Street View immer wieder Kontroversen auslösen. Mehr Informationen dazu auch auf der Website www.ta-swiss.ch.

Dopen wird alltäglich

In der Schweiz werden immer mehr leistungssteigernde Mittel konsumiert. Die Politik wird angesichts dieser Entwicklung kaum darum herum kommen, sich damit zu befassen. Eine Studie von TA-SWISS empfiehlt, ihre Nutzung und Verbreitung zu untersuchen, sie im Heilmittelgesetz zu regulieren und gesellschaftliche Auswirkungen zu bedenken.



Anne Eckhardt, Andreas Bachmann, Bernhard Rüttsche, Harry Telser. Human Enhancement. TA-SWISS, Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung (Hrsg.). vdf Hochschulverlag AG der ETH Zürich, 2011.

Die Studie kann über den Buchhandel erworben werden. ISBN 978-3-7281-3396-0. Daneben steht sie als open access-Version zur Verfügung. www.vdf.ethz.ch

Die **Kurzfassung der Studie** kann mit dem Bestellschein unten bestellt werden. Sie steht ebenfalls als Download zur Verfügung. www.ta-swiss.ch

Bestellschein

- ... Ex. Zugeschnitten auf mehr Leistung. Mit Human Enhancement die Menschen verbessern. Kurzfassung der Studie «Human Enhancement». TA-SWISS (Hrsg.). Bern 2011.
- ... Ex. Jahresbericht 2010. TA-SWISS (Hrsg.). Bern 2011.

Ich möchte den TA-SWISS Newsletter lieber elektronisch erhalten (als pdf)
E-Mail Adresse

Name / Vorname

Institution

Strasse

PLZ/Ort

Bitte retour an: TA-SWISS, Brunngasse 36, 3011 Bern, Fax +41 31 310 99 61



Ein Kompetenzzentrum der
Akademien der Wissenschaften Schweiz