

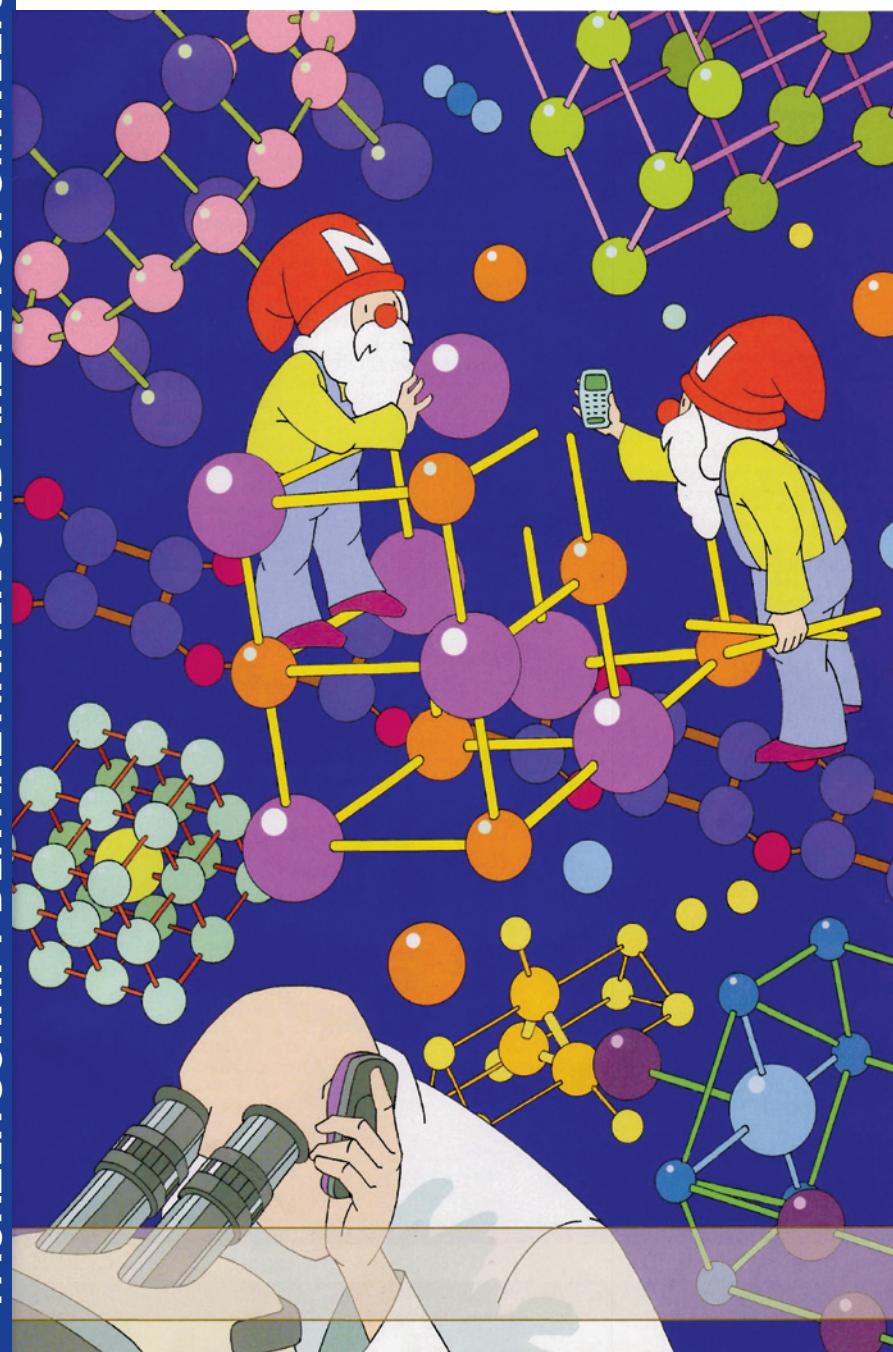
P  
O  
K  
S

FACHZEITSCHRIFT DER ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ • MEDICI PER L'AMBIENTE

OEKOSKOP NR. 4/07

NANOPARTIKEL

NANOTECHNOLOGIE



# INHALT

■ <b>Editorial</b>	<b>3</b>
■ <b>Ultrafeine Partikel in der Umgebungsluft</b>	<b>4</b>
Regula Rapp, Basel	
■ <b>Das Schicksal von Partikeln auf der Luftwegswand</b>	<b>6</b>
Peter Gehr, Bern	
■ <b>Chancen und Risiken der Nanomedizin - die Sicht des Arztes</b>	<b>7</b>
Patrick Hunziker, Basel	
■ <b>Toxizität von Nanomaterialien: Risiken und Chancen für die Gesundheit</b>	<b>9</b>
Arie Bruinink, St. Gallen	
■ <b>Nanopartikel an Arbeitsplätzen</b>	<b>12</b>
Christoph Bosshard, Luzern	
■ <b>Nanotechnologien in der Schweiz - Herausforderungen erkannt</b>	<b>14</b>
Sergio Bellucci, Bern	
■ <b>Sehen oder deuten: Das Ende des Intellektuellen? Das Beispiel Nanotechnologie</b>	<b>17</b>
Sabine Maasen, Basel	
■ <b>Terminkärtchen/Rezeptblätter</b>	<b>22</b>



Aufmerksame TeilnehmerInnen am Forum Medizin und Umwelt 2007: Nanopartikel, Nanotechnologie  
Foto: Martin Furter, Böckten

## EDITORIAL

*Die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz sind seit diesem Jahr als gemeinnützige Organisation anerkannt. Dies bedeutet, dass Spenden ab hundert Franken von den Steuern abgesetzt werden können. Erfreulich für die AefU und sicher auch erfreulich für unsere grosszügigen Mitglieder, die mit ihrer Spende unter anderem die im November angelau-fene Vorsorge-Aktion unserer Arbeitsgruppe „Elektromagnetische Felder“ ermöglichen:*

*Die zunehmende Elektrifizierung und die rasante Entwicklung im Bereich der draht-losen Informationsübertragung führen bekanntlich zu einer exponentiellen Zunahme der Belastung mit elektromagnetischer Strahlung. In besonderem Mass gilt dies für Kinder und Jugendliche, die im Alltag Computer, Handy und elektronische Unterhaltungsgeräte zunehmend nutzen.*

*Mit dem Faltblatt „Gesundheit und Elektrosmog im Schulalltag“ und mit dem Merkblatt „Die Rolle der Gemeinden bei der vorsorglichen Senkung der Belastung mit elektromagnetischen Feldern“ werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie auf kommunaler Ebene und in Schulen die Belastung mit elektromagnetischer Strahlung reduziert werden kann. Mit dieser Aktion werden Gemeinde- und Schulbehörden angesprochen und mit praktischen Anregungen zur Vermeidung von Elektrosmog bedient.*

*Für unsere Mitglieder gibt es nun ganz neu ein Terminkärtchen „weniger Elektrosmog beim Telefonieren und Surfen“ (s. Seite 22). Bestellungen für die Lieferung ca. Mitte Fe-bruar 2008 nimmt ab sofort unser Sekretariat entgegen.*

*Das diesjährige Forum Medizin und Umwelt, die Fortbildungsveranstaltung der AefU, befasste sich mit den Chancen und Risiken der Nanotechnologie. Die Verwendung von Nanomaterialien nimmt laufend zu obwohl noch viele Fragen offen sind und die Öffent-llichkeit derzeit kaum über den Stand der Dinge orientiert ist. Die Ausführungen der ReferentInnen des Forums sind in diesem Oekoskop dargelegt.*

*Rita Moll, Redaktorin*

## „Umweltmedizinisches Beratungsnetz“

**Anfang Januar 2008 startet unser Projekt,  
das wir im Oekoskop 2/07 vorgestellt haben.  
Projektleiterin: Frau Dr. med. Edith Steiner**

**Die telefonische Anlaufstelle ist besetzt:  
Montag, Dienstag und Donnerstag von 9 Uhr bis 11 Uhr  
Tel. 052 620 28 27  
umweltberatung.aefu@bluewin.ch**

## ULTRAFEINE PARTIKEL IN DER UMGEBUNGSLUFT STUDIEN AN MENSCHEN

Regula Rapp, Institut für Sozial- und Präventivmedizin, Universität Basel

**Ultrafeine Partikel, d.h. Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als  $0.1\mu\text{m}$  oder 100 nm, werden mit dem Atemstrom bis in die tiefsten Lungenabschnitte transportiert. Sie lagern sich dort zu einem höheren Anteil ab als grössere Partikel und werden durch die Alveolarmakrophagen weniger effizient entfernt. Ultrafeine Partikel haben insgesamt eine grössere Oberfläche und können deswegen grosse Mengen adsorbiert oder kondensierter Schadstoffe tragen. Sind sie deshalb stärker toxisch als feine Partikel? Ist es die hohe Zahl der Ultrafeinen, die entscheidend für Gesundheitsschäden verantwortlich ist?**

### Ultrafeine Partikel stärker toxisch?

In Tierstudien wurde gezeigt, dass ultrafeine Partikel stärker toxisch wirken als feine Partikel derselben Massenkonzentration, und dass sie aus den Atemwegen in die Blutbahn überreten. Dies führt zu systemischer Entzündung durch oxidativen Stress und könnte das Fortschreiten von Atherosklerose und akute Herz-/Kreislaufreaktionen bis zum Herzinfarkt begünstigen. Ferner wurde im Tierversuch gezeigt, dass sie beim direkten Kontakt mit Nervengewebe unter Umgehung der Blut-Hirnschranke direkt ins Gehirn eindringen können.

Bei Menschen konnten umfassende Untersuchungen an freiwilligen Versuchspersonen mit und ohne Asthma bisher nicht bestätigen, dass ultrafeine Zinkoxid- oder Kohlepartikel in Massenkonzentrationen, die einer Spitzen-Umweltbelastungssituation entsprechen, eine stärkere entzündliche Wirkung hätten als feine Partikel (1).

Untersuchungen zur Durchwanderung der Luft/Blut-Schranke mit radioaktiv markierten ultrafeinen Kohlestaubpartikeln wurden bisher von drei verschiedenen Forschungsteams durchgeführt. In einer ersten Untersuchung schien sich die direkte Translokation aus der Lunge in den Kreislauf zu bestätigen, was sich aber bei weiteren Untersuchungen durch die beiden anderen Forschungsteams weitgehend als Artefakt herausstellte (2, 3, 4, 5).

### Zahl der Partikel entscheidend?

In epidemiologischen Studien wird seit kurzem untersucht, ob die Zahl der Partikel, die ja grossenteils durch die Fraktion der ultrafeinen Partikel bestimmt wird, kurzfristig mit gesundheitlichen Schäden verbunden ist.

Die Ergebnisse sind bisher nicht einheitlich. Wohl lassen sich einzelne gesundheitliche Zielgrössen mit

der Zahl der Partikel assoziieren, aber diese sind dann fast immer auch oder sogar noch stärker mit anderen Verkehrsabgasen wie dem Kohlenmonoxid und den Stickoxiden, oder auch mit PM2.5 verbunden. Wegen der engen Korrelation der Schadstoffe kann man keine ursächlichen Zuordnungen vornehmen. Der fehlende Nachweis hängt also nicht primär mit einer fehlenden Wirkung zusammen, sondern damit, dass die an festen Messstellen vorgenommenen Messungen nicht genau die Belastung des untersuchten Kollektivs wiedergaben (z.B. 6). Erste Studien mit tragbaren Partikelzählgeräten in Südkorea fanden nun, dass herzphysiologische Grössen wie vermutet mit den individuell bestimmten Partikelzahlen ein bis drei Stunden vorher zusammenhingen (7).

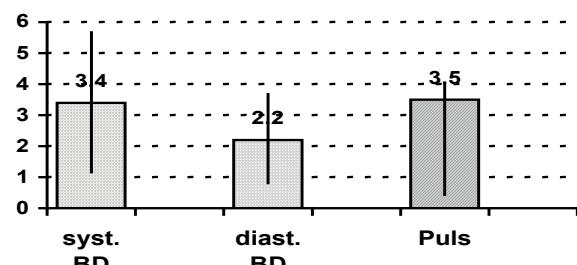


Abb. 1  
Anstieg von Blutdruck (mmHg) und Pulsrate bei 10 Lungenpatienten in Taiwan mit zunehmender Partikelzahl (pro  $10'000/\text{cm}^3$ ) in den Stunden vor der Messung (7).

Auch Langzeitstudien stützen die Hypothese der schädlichen Wirkungen von ultrafeinen Partikeln. Personen, welche nahe bei starkem Verkehr wohnen, haben ein höheres Risiko für chronische Atemwegskrankheiten, Herzkrankheiten und einen frühzeitigen Tod, unabhängig und zusätzlich zum Risiko durch die Hintergrundbelastung mit PM10 oder PM2.5 (8, 9).

# UMGEBUNGSLUFT

Dass das Lungenwachstum im Alter zwischen 10 und 18 Jahren von der durchschnittlichen Luftschaadstoffbelastung mit NO<sub>2</sub>, sauren Aerosolen und PM10 ihrer Wohngemeinde beeinflusst wird, wurde in der bekannten kalifornischen Kindergesundheitsstudie schon vor ein paar Jahren gezeigt (10). Die Fortführung der Studie mit etwa doppelt so vielen Kindern hat nun ergeben, dass Luftverschmutzungsunterschiede innerhalb der Gemeinde eine zusätzliche Rolle spielen. Je näher die Wohnung an einer Autobahn liegt, desto geringer ist die Zunahme der Lungenfunktion über diese 8 Jahre (11), zusätzlich und unabhängig von der durchschnittlichen Hintergrundbelastung.

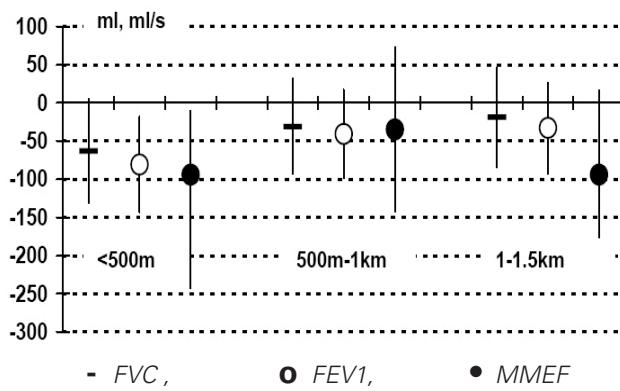


Abb. 2  
Lungenfunktionsdefizit über 8 Jahre bei Jugendlichen der kalifornischen Kinderkohorte in Abhängigkeit von ihrer Wohndistanz zur Autobahn, verglichen mit denjenigen von Kindern, welche mehr als 1.5 km weit entfernt wohnen (11).

Diese Resultate sprechen stark dafür, dass die hohen Zahlen ultrafeiner Partikel aus dem motorisierten Verkehr, möglicherweise zusammen mit anderen primären Verkehrsabgasen, für die Gesundheitsschäden verantwortlich sind.

## Referenzen:

- (1) Frampton, MW et al. Effects of Exposure to Ultrafine Carbon Particles in Healthy Subjects and Subjects with Asthma. *Res Rep Health Eff Inst.* 2004 Dec;126:1-47.
- (2) Nemmar A et al. Passage of inhaled particles into the blood circulation in humans. *Circulation* 2002; 105: 411-414.
- (3) Mills NL et al. Do inhaled carbon nanoparticles translocate directly into the circulation in humans? *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 173: 426-431.
- (4) Wiebert P et al. Negligible clearance of ultrafine particles retained in healthy and affected human lungs. *Eur Respir J* 2006; 28 (2): 286-290.
- (5) Wiebert P et al. No significant translocation of inhaled 35-nm carbon particles to the circulation in humans. *Inhal Toxicol* 2006; 18 (10): 741-747.
- (6) Pekkanen J et al. Exposure assessment of ultrafine particles in epidemiologic time-series studies. *Scand J Work Environ Health* 2004; 30 (suppl 2): 19-27.
- (7) Chuang KJ et al. Associations between submicrometer particles exposures and blood pressure and heart rate in patients with lung function impairments. *J Occup Environ Med* 2005; 47 (11): 1093-1098.
- (8) Hoek G et al. Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study. *Lancet* 2002; 360: 1203-1209.
- (9) Gehring U et al. Long-term exposure to ambient air pollution and cardiopulmonary mortality in women. *Epidemiology* 2006; 17 (5): 545-551.
- (10) Gauderman WJ et al. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. *N Engl J Med* 2004; 351 (11): 1057-1067.
- (11) Gauderman WJ et al. Effect of exposure to traffic on lung function development from 10 to 18 years of age: a cohort study. *Lancet* 2007; 369: 571-577.

Dr. med. Regula Rapp, Institut für Sozial- und Präventivmedizin, Universität Basel.

## DAS SCHICKSAL VON PARTIKELN AUF DER LUFTWEGSWAND - WIE PENETRANT SIND DENDRITISCHE ZELLEN?

*Peter Gehr, Bern*

Seit kurzem gibt es Hinweise darauf, dass die kleinsten Partikel des Feinstaubes, die sog. ultrafeinen Partikel (Durchmesser  $<0,1\mu\text{m}$ ), vor allem gesundheitsschädigend wirken und eine reduzierte Lungenfunktion verursachen können. Wir wissen aus eigenen Studien mit kleinen Nagern, dass sie nach Einatmung und Deposition auf der inneren Lungenoberfläche innert weniger als einer Stunde das ganze Lungengewebe durchdringen können.

Die innere Lungenoberfläche, über welcher der Gasaustausch stattfindet, beträgt nach eigenen Messungen etwa  $140\text{ m}^2$ , was der Größe eines Tennisfeldes entspricht. Über diese Fläche ist das Blut in den Lungenkapillaren von der alveolaren Luft durch eine Gewebeschranke von  $<1\mu\text{m}$  Dicke getrennt. Die Lunge stellt somit die wichtigste Eingangspforte unseres Organismus für solche Kleinstpartikel dar. Auf der internen Oberfläche der Lunge deponierte Partikel werden durch den Surfactant an der Luft-Flüssigkeitsgrenze „displaced“ und gelangen somit in unmittelbare Nachbarschaft verschiedener Zellen, in welche ultrafeine Partikel sofort eindringen.

Man findet denn auch solche Partikel in allen Zellen und nicht zuletzt sogar in den Erythrozyten der Lungenkapillaren. Das bedeutet, dass sie mit dem Blut im ganzen Organismus verteilt werden können. Forschungsarbeiten anderer Gruppen haben gezeigt, dass diese Partikel in verschiedenen Organen, z.B. auch im Herz oder im Gehirn, aufgenommen werden und dort wieder in Zellen eintreten.

Mit einem Tripelzell-Ko-Kulturmodell versuchen wir seit kurzem die epitheliale Barriere der Luftwegswand zu simulieren. A549 Epithelzellen werden zusammen mit aus humanen Blutmonozyten gewonnenen Makrophagen (AM) an der Oberfläche und dendritischen Zellen (DC) an der Basis mit Partikeln verschiedener Größe inkubiert. Wir konnten zeigen, dass die DC zytoplasmatische Ausläufer durch die Schlussleisten hindurch an die Oberfläche vorschieben, wo sie direkt freie Partikel von  $1\mu\text{m}$  aufnehmen. Die AM ihrerseits schieben zytoplasmatische Ausläufer gegen die Epithelbasis vor. Zusammen bilden sie möglicherweise ein untereinander kommunizierendes transepitheliales zytoplasmatisches Netzwerk. Die DC treten in sehr engen Kontakt mit den AM und nehmen von diesen vorher phagozytierte Partikel auf. Diese beiden Zelltypen scheinen bei der Abwehr von partikulärem Antigen zusammenzuarbeiten.

*Prof. Dr. Peter Gehr, Institut für Anatomie, Universität Bern*

## CHANCEN UND RISIKEN DER NANOMEDIZIN - DIE SICHT DES ARZTES

Patrick Hunziker, Stv. Chefarzt, Medizinische Intensivstation, Universitätsspital Basel

**Die nicht beherrschte Epidemie von Herzkreislauferkrankungen, die signifikante Zahl von krebsbedingten Todesfällen und die durch vaskuläre Ursachen und Alzheimer-Krankheit bedingte Demenzentwicklung bei vielen alten Menschen zeigt, dass trotz der Fortschritte in der Medizin viele Probleme ungelöst sind. Obwohl noch viele Fragen offen sind, könnten nanotechnologische Instrumente und Methoden einen Beitrag zur Problemlösung liefern.**

### Neue Werkzeuge zur Bildgebung und Manipulation

Das *in vivo* anwendbare diagnostische Armamentarium der Aerzteschaft umfasst im wesentlichen Instrumente, die Strukturen von einem Millimeter oder grösser abbilden können, und wird *ex vivo* u.a. durch die klinische Chemie ergänzt, welche Konzentrationen einzelner Moleküle (Dimensionen unterhalb des Nanometers) nachweist.

Therapeutische Ansätze beruhen ebenfalls auf makroskopischen Instrumenten bis herunter zur Millimeterdimension, während Medikamente wieder Dimensionen im Subnanometerbereich haben. Im Gegensatz dazu beginnt die Krankheit typischerweise bei der Zelle, d.h. in einer Dimension, die in diesem diagnostischen und therapeutischen "Gap" liegt.

Ein Teil der Nebenwirkungen makroskopischer Therapien (Chirurgie, Kathetertechniken, Radiotherapie) kann auf diesen Grössen-Mismatch zurückgeführt werden. Gleichermaßen fehlt bei vielen medikamentösen Therapieansätzen die optimale Selektivität für die erkrankte Zelle, was eine wichtige Ursache für Medikamenten Nebenwirkungen darstellt.

Die Nanotechnologie hat in den letzten 10-20 Jahren Werkzeuge zur Bildgebung und zur Manipulation im Nano-bis Mikrometerbereich entwickelt, die diese Lücke z.T. zu füllen vermag. Ebenso hat sie zu neuartigen Materialien mit speziellen physikalischen und chemischen Eigenschaften geführt, die völlig neue diagnostische und therapeutische Ansätze versprechen.

Im Hinblick auf ungelöste medizinische Probleme und neue Werkzeuge und Materialien wird deshalb im Universitätsspital Basel seit mehreren Jahren die potentielle Anwendbarkeit nanotechnologischer Methoden und Materialien untersucht.

Von ärztlicher Seite initiiert, werden seit Beginn dieser nanomedizinischen Forschung die objektive Un-

tersuchung sowohl des potentiellen Nutzens, als auch potentieller Toxizität sowie die philosophischen und gesellschaftlichen Implikationen vorangetrieben.

### Potentieller Nutzen

Bisherige Resultate zeigen, dass

- die nanotechnologischen Bildgebungsverfahren in der medizinischen Grundlagenforschung neue Einsichten erlauben
  - im wenig umstrittenen Gebiet der *ex-vivo* Diagnostik innert weniger Jahre fundamentale Fortschritte zu erwarten sind: Mit minimalen Probenmengen, stark reduziertem Reagenzienbedarf und minimalem Zeitaufwand wird eine breite Diagnostik am Patientenbett oder in der Arztpraxis technisch möglich werden
  - das "Custom Design" von Medikamenten-Carrieren erlaubt, Medikamente im Körper viel gezielter und deshalb sowohl effektiver als auch nebenwirkungsärmer einzusetzen, wobei die Möglichkeit besteht, derartige Carrier aus biologisch unbedenklichen und abbaubaren Komponenten herzustellen. Die untersuchten Nanovesikel sind im Gegensatz zu den sogenannten Nanopartikeln hüllenartige, oft bio-abbaubare Objekte mit Eigenschaften, die sich von Partikeln wesentlich unterscheiden.

**Potentielle Toxizität**

Da die Geschichte der Medizin und speziell der Pharmakotherapie gezeigt hat, dass unerwünschte Wirkungen von Medikamenten durch eine Vielzahl von Mechanismen ausgelöst werden können, ist von zentraler Bedeutung, die Interaktion von Nano-Objekten mit lebenden Zellen und Organismen grundlegend zu verstehen. Ein breites Spektrum bereits durchgeföhrter, laufender und geplanter Experimente untersucht deshalb Fragestellungen wie

Interaktion Nanocarrier-Zelle, zelluläre Aufnahme und Degradation, Biodistribution, Abbau und Ausscheidung im Gesamtorganismus sowie Akut- und Langzeit-Toxizität, mutagenes und teratogenes Potential. Während wo immer möglich Zellkultur-basierte Untersuchungen durchgeführt werden, um Tierveruche soweit wie möglich zu minimieren, sind letztere für gewisse Fragestellungen immer noch unverzichtbar und gerade zur Evaluation der potentiellen Nanotoxizität wichtig.

## Gesellschaftliche und philosophische Implikationen

Eine laufende, kritische Untersuchung gesellschaftlicher und philosophischer Implikationen zeigt ein breites Spektrum von gemässigt optimistischer Beurteilung bis hin zur Instrumentalisierung der Nanotechnologie und anderer sogenannt "converging technologies" durch extrem optimistisch eingestellte weltanschauliche Gruppen wie die Transhumanistische Bewegung, welche sich einen fundamentalen Entwicklungssprung der Menschheit erhofft. Auf der Gegenseite haben technologiekritisch eingestellte Kreise Bedenken vor der Einführung neuartiger Technologien. Das Spektrum reicht von gemässigt vorsichtiger Beurteilung bis hin zur Erwartung des "Gray Goo", einer Epidemie von sich selbst vermehrenden Nanomaschinen, die das Leben auf dem Planeten auslöschen.

## Zusammenfassung

- Nanotechnologische Instrumente und Methoden werden aufgrund ihrer Vorteile die medizinische ex-vivo Diagnostik innert weniger Jahre revolutionieren.

- Die Nanomedizin wird innert 1-2 Dekaden neuartige Methoden zur viel gezielteren und effektiveren in vivo Diagnostik und Therapie entwickeln, mit welcher bestimmte bisher ungelöste medizinische Probleme gelöst werden können.

- Wichtige offene Fragen der Nanomedizin sind z.B. die Interaktion Nano-Bio im Hinblick auf erwünschte und unerwünschte Wirkungen.

- Die Nanomedizin ist mit philosophischen und weltanschaulichen Fragen verquickt, deren Bearbeitung sowohl spannend als auch grundlegend wichtig erscheint.

PDDr. med. Patrick Hunziker, Stv. Chefarzt, Med. Intensivstation, Universitätsspital Basel, HunzikerP@uhbs.ch



## TOXIZITÄT VON NANOMATERIALIEN: RISIKEN UND CHANCEN FÜR DIE GESUNDHEIT

Arie Bruinink, Materials-Biology Interactions, Empa, St. Gallen

In verschiedenen Bereichen, wie Medizin, Elektronik oder Materialherstellung, nimmt die Verwendung von Nano-Materialien (Nanofasern, Nanopartikel) (Np) stetig zu. Der Grund ist, dass Np zum Teil völlig andere Eigenschaften aufweisen als das Grundmaterial in ionischer oder makroskopisch fester Form. Eingabe vom Stichwort „Nanoparticle“ bei [www.freepatentsonline.com](http://www.freepatentsonline.com) ergibt über 19'446 Treffer. „Nanoparticle“ in Kombination mit „implants“ gibt 5'413, mit „food additives“ 3'596 und die Kombination mit „sunscreen“ 440 Treffer. Daraus kann geschlossen werden, dass Np in Zukunft noch mehr als bis jetzt in verschiedenen Produkten zu finden sein werden. Die Diskussion bezüglich möglicher gesundheitlicher Risiken als auch möglicher gesundheitlicher Nutzen dieser Materialien kommt erst jetzt richtig in Gang.

### Wie gross sind die Risiken verglichen mit dem Nutzen?

Da ein technischer Fortschritt bzw. eine Technologie immer mit einem bestimmten Risiko verbunden ist, geht es nicht darum ob, sondern wie gross die gesundheitlichen Risiken verglichen mit dem Nutzen sind. Um eine Aussage über die Risiken machen zu können, ist es wichtig zu wissen, wie gross die Exposition sein wird und welches Material mit welchen Charakteristika wie mit dem Körper interagiert. Dazu kommt, dass das Verhältnis Oberfläche zu Masse bei Nanopartikeln extrem gross ist und sie aus diesem Grund sich fast immer mit irgendwelchen anderen Substanzen verbinden bevor sie mit Körperzellen interagieren. Es gibt viele Beispiele, wo die Zugabe einer Substanz die Wirkung einer anderen beeinflusst wenn nicht erst ermöglicht (1).

### Eintrittspforten

Partikel können indirekt (z.B. als Bestandteil der Atemluft via Atemwege, als Lebensmittelzusatzstoff über die Nahrung, als Kosmetika/Sonnenschutzcremebestandteil über die Haut) in den Körper gelangen oder direkt als Bestandteil eines Medikamentes gespritzt werden. Partikel können aber auch im Körper selbst gebildet werden (z.B. als Abriebpartikel von Implantaten).

Ausgehend von einer alveolaren Lungenoberfläche von 50-100 m<sup>2</sup>, einer täglich eingeatmeten Luftmenge von 12m<sup>3</sup>, einer Ablagerungsrate der eingeatmeten Nanopartikeln von rund 65% (2) und einer Beseitigung der Nanopartikel von 7% (3), beträgt in einer Umgebung mit PM10 Werten über 100 µg/m<sup>3</sup> die Belastung der Lungealveolen mit Partikeln von einer Grösse <10 µm (PM10) rund 10-25 ng/cm<sup>2</sup>. Bei Haut hingegen, welche mit Nanopartikel versetzter Sonnenschutzcreme (5%)

eingerieben wird (1-2 mg/cm<sup>2</sup>), beträgt die Belastung 50-100 µg/cm<sup>2</sup>. Da also rein rechnerisch gesehen die Np-Exposition der Haut pro cm<sup>2</sup> nach einreiben einer mit Np versetzen Sonnenschutzcreme um ein Vielfaches höher ist als die der Lunge, werden in Zukunft vermehrt sowohl Haut als Lunge als mögliche Eintrittspforten in Betracht gezogen und genauer untersucht werden müssen.

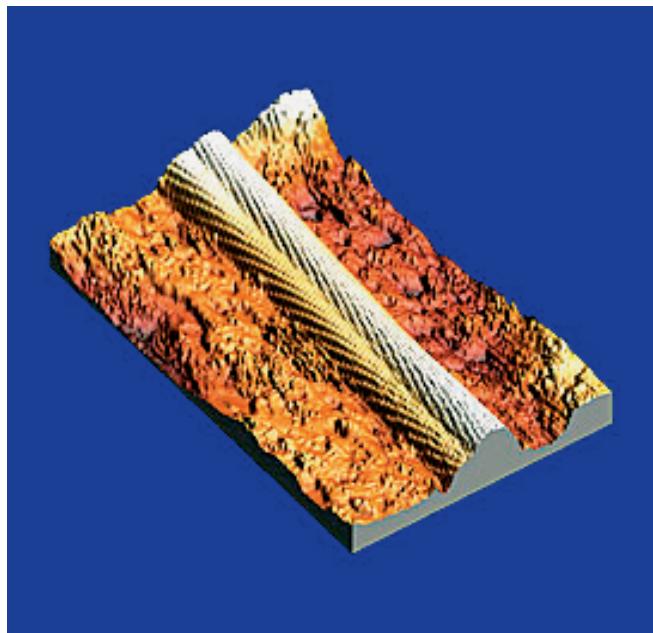
Bis vor kurzen hat man angenommen, dass Nanopartikel die Hornschicht der Haut nicht passieren können, d.h. dass die Haut einen perfekten Schutz darstellt. So genannte „tapestripping“ Versuche (wiederholtes aufkleben von Klebband auf die Haut mit nachfolgendem Wegreissen) gaben keine Hinweise, dass Partikel in die unteren (Horn-)Hautschichten gelangen können (4). Neuere Befunde zeigen aber, dass Haarfollikel eine Schwachstelle der Haut darstellen, wenn die Partikel klein genug d.h. rund 40 nm gross sind (5).

Erste Befunde verschiedener Teams lassen vermuten, dass sowohl bei der Lunge als auch bei der Haut dendritische Zellen bei der Np Aufnahme eine wichtige Rolle spielen (5, 6). Die dendritischen Zellen stellen die „Wachen“ des Immunsystems dar. Einmal im Körper können die Partikel via Lymphe und Blutbahn alle Gewebe des Körpers erreichen inklusive Gehirn (6). Zudem zeigen Befunde an Ratten, dass Riechnervenendigungen in der Nasenschleimhaut fähig sind, Nanopartikel aufzunehmen und diese direkt zum Gehirn zu transportieren (7).

### Vieles noch unbekannt

Zurzeit ist noch vieles unbekannt, z.B. wie die Partikel im Körper transportiert und verteilt werden, wie die verschiedenen Zellen unterschiedlich auf Np reagieren, wie toxisch die unterschiedlichen Np sind und wenn ja, auf was diese Toxizität basiert (8).

# TOXIZITÄT



Rastertunnelmikroskopaufnahme zweier Carbon-Nanotubes auf einer Oberfläche. Der Durchmesser des grösseren Röhrchens beträgt 1,3 Nanometer. Bildquelle: EMPA, nanotech@surfaces Laboratory

Einerseits können die Effekte mittels Tierversuchen eruiert werden, anderseits mittels Zellkulturversuchen. Beide Möglichkeiten haben ihre eigenen klaren Limiten, Schwierigkeiten, Vor- und Nachteile. Vorteil des Tierversuchs: Es liegt ein intaktes System mit all seinen Wechselwirkungen vor, das nicht oder nur schwierig mit Zellkulturen nachzuahmen ist. Vorteil von Zellkulturen: Die Testbedingungen können (eher) definiert und damit der Mechanismus der Wirkung untersucht werden. Bei beiden Versucharten greift die Exposition verglichen mit derjenigen beim Menschen möglicherweise zu kurz.

Generell sind Zellkulturversuche zur Untersuchung der pharmakologischen/toxischen Effekte so aufgebaut, dass diese Effekte von gelösten Substanzen bestimmt werden können. Alle Zellen kommen mit der gleichen Substanz-Konzentration in Kontakt. Am Schluss wird die durchschnittliche Wirkung auf die Zellkultur gemessen. Anders verhält es sich mit Partikeln. Wenn Partikel nicht fein dispergiert werden, kommen nur relativ wenige Zellen mit dem Material in Kontakt und dies in unterschiedlichen Konzentrationen. Eine genaue Überprüfung, wie das Material im Kulturmedium vorliegt (einzelnen, aggregiert und wenn aggregiert, wie die Größenverteilung der Aggregate ist) ist demzufolge für die Interpretation der Daten von grösster Wichtigkeit (9).

Eine Möglichkeit, die Partikel homogen über das Medium zu dispergieren, ist die Zugabe eines Dispergiermittels. Bis jetzt wurden verschiedene Dispergiermittel in

der Literatur vorgeschlagen wie z.B. Polysorbat (Tween) 20, 60, und 80, Pluronic F127 und Serum (9, 10). Wenn ein Dispergiermittel verwendet wird, kann es sein, dass die Wirkung des Dispergiermittels überwiegt oder synergistisch die Wirkung des Partikels beeinflusst (11). Aus diesem Grund ist gerade bei dieser Art von Prüfungen die Methode für die Aussagekraft und Vergleichbarkeit der Befunde von extremer Bedeutung. Neben diesen Faktoren bestimmt die Behandlungsdauer, ob ein Effekt ersichtlich ist oder nicht. Bestimmte Wirkungen können erst nach einer bestimmten Zeit erfasst werden, andere sind nach der selben Zeitdauer nicht mehr erfassbar (12, 13). Das Risiko, falsch negative Aussagen zu machen, ist damit durchaus gegeben und relevant.

## Andeutungsweise geklärte Zusammenhänge

Obwohl vieles nicht bekannt ist, können dennoch einige Zusammenhänge andeutungsweise geklärt werden. Nanopartikel haben sowohl im Tierversuch als auch im Zellkulturversuch eine dosisabhängige Wirkung. In vitro Versuche zeigen, dass die Sensitivität der Zellen abhängig vom Zelltyp ist (12) und dass die Grösse, Form und chemische Zusammensetzung der Partikel die Toxizität beeinflussen (14-16). Das Risiko erhöht sich, wenn die Partikel sich nicht abbauen und zudem nicht aus dem Körper entfernt oder nicht in ein inertes Kompartiment abgelagert werden können, wie es z.B. bei Asbest der Fall ist.

Nanomaterialien können direkt die Produktion reaktiver Sauerstoffradikale (ROS) (photo-)katalytisch reduzieren (17) oder induzieren (18), oder als Stressor die zelleigene ROS Produktion stimulieren (15). Zu hohe ROS-Konzentrationen ausserhalb oder innerhalb von Zellen wirken schädigend, weil diese mit allen Zellkomponenten reagieren, inklusive den Mitochondrien und der DNA (19, 20). Reduktion der Aktivität der Mitochondrien wird mit Alzheimer-Krankheit in Zusammenhang gebracht, und die Änderung der DNA mit der Bildung von Krebs. Subtoxische Konzentrationen können als körpereigene bioaktive Substanz das Verhalten und Funktion der Zellen längerfristig ändern. Hinweise dazu wurden u.a. bei der Differenzierung von Nervenzellen gefunden (21). Andere subtoxische Wirkungen, die Nanopartikel in vitro haben können, variieren von reduzierter Proliferationsrate und Zellaktivität bis zu Änderung des Zellmigrationsverhaltens, der Genaktivität und der Synthese spezifischer Zellbestandteile und Zytokine.

Ob etwas giftig ist (oder nicht) hängt von der Konzentration ab - wie schon Paracelsus bemerkte. Ob die Befunde lediglich von wissenschaftlichem Interesse sind oder vielmehr relevant für die menschliche Gesundheit wird

sich zeigen, wenn die vielen Löcher ("gaps") in unserem Wissen bezüglich Nanotoxizität gestopft sind. Das noch extrem viele gaps vorhanden sind, darüber sind sich alle - inklusive PolitikerInnen - einig. Im 6. EU-Forschungs-Rahmenprogramm, welches letztes Jahr zu Ende ging, wurden schon einige Projekte mit nanotoxikologischen Fragestellungen finanziert, wo es unter andern darum ging, diese gaps zu definieren. Das 7. EU-Forschungs-Rahmenprogramm (<http://cordis.europa.eu/>) hat sich u.a. zum Ziel gesetzt in den kommenden Jahren diese gaps zum Teil gemeinsam mit nicht europäischen Ländern inklusive USA zu füllen. Ein signifikanter Teil der für Nanoforschung vorgesehenen 400 Mio Euro ist 2007 für diesen Bereich der Forschung bestimmt

Dr. Arie Bruinink, Leiter MaTisMed, Empa, St. Gallen

## Referenzen

1. Hays, A.M., et al., *Arsenic and cigarette smoke synergistically increase DNA oxidation in the lung*. *Tox. Pathol.*, 2006. 34: p. 396-4004.
2. Frampton, M.W., et al., *Deposition of inhaled ultrafine particles in resting healthy nonsmoking adults*. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2000. 161: p. A257.
3. Roth, C., G. Scheuch, and W. Stahlhofen, *Clearance measurements with radioactively labelled ultrafine particles*. *Ann. Occup. Hyg.*, 1994. 38 (Suppl.1): p. S101-S106.
4. Mavon, A., et al., *In vitro percutaneous absorption and in vivo stratum corneum distribution of an organic and a mineral sunscreen*. *Skin Pharmacol. Physiol.*, 2007. 20: p. 10-20.
5. Vogt, A., et al., *40 nm, but not 750 or 1,500 nm, nanoparticles enter epidermal CD1a+ cells after transcutaneous application on human skin*. *J. Invest. Dermatol.*, 2006. 126: p. 1316-1322.
6. Peters, A., et al., *Translocation and potential neurological effects of fine and ultrafine particles a critical update*. *Particle Fibre Toxicol.*, 2006. 3: p. 13.
7. Elder, A., et al., *Translocation of inhaled ultrafine manganese oxide particles to the central nervous system*. *Environ. Health Perspect.*, 2006. 114: p. 1172-1178.
8. Ostiguy, C., et al., *Health effects of nanoparticles*., IRSST-R469, Editor. 2006, Inst. de Recherche Robert Sauve en Santé et en Sécurité du Travail.: Montreal.
9. Wick, P., et al., *The degree and kind of agglomeration affect carbon nanotube cytotoxicity*. *Toxicology Lett.*, 2006. 168: p. 121-131.
10. Monteiro-Riviere, N.A., et al., *Surfactant effects on carbon nanotube interactions with human keratinocytes*. *Nanomed. Nanotech. Biol. Med.*, 2005. 1: p. 293-299.
11. Ramge, P., et al., *Polysorbate-80 coating enhances uptake of polybutylcyanoacrylate (PBCA)-nanoparticles by human and bovine primary capillary endothelial cells*. *Eur. J. Neurosci.*, 2000. 12: p. 1931-1940.
12. Brunner, T.J., et al., *In vitro cytotoxicity of oxide nanoparticles: Comparison to asbestos, silica and the effect of solubility*. *Environ. Sci. Technol.*, 2006. 40: p. 4374-4381.
13. Wick, P., et al., *In vitro evaluation of possible adverse effect of nanosized materials*. *Physica Status Solidi*, 2006. 243: p. 3556-3560.
14. Yamamoto, A., R. Honma, and M. Sumita, *Cytotoxicity evaluation of 43 metal salts using murine fibroblasts and osteoblastic cells*. *J. Biomed. Mater. Res.*, 1998. 39(2): p. 331-40.
15. Limbach, L.K., et al., *Oxidative stress in nanoparticle exposed human lung epithelial cells can be directly correlated to the materials catalytic activity*. *Env. Sci. Technol.*, 2007. (in press).
16. Yamamoto, A., et al., *Cytotoxicity evaluation of ceramic particles of differnt sizes and shapes*. *J. Biomed. Mater. Res. A*, 2004. 68: p. 244-256.
17. Das, M., et al., *Autocatalytic ceria nanoparticles offer neuroprotection to adult rat spinal cord neurons*. *Biomat.*, 2007. 28: p. 1918-1925.
18. Guzman, J., et al., *CO oxidation catalyzed by supported gold: cooperation between gold and nanocrystalline rare-earth supports forms reactive surface superoxide and peroxide species*. *Angew. Chem.*, 2005. 117: p. 4856-4859.
19. Singh, S., *Toxicological effects of nanoparticles: In vitro studies with titanium dioxide*, in *Mathematic-Natural Sciences*. 2005, Heinrich-Heine Uni Düsseldorf: Düsseldorf. p. 125.
20. Waris, G. and H. Ahsan, *Reactive oxygen species: role in the development of cancer and various chronic conditions*. *J. Carcinogen.*, 2006. 5: p. 14.
21. Tsatmali, M., E.C. Walcott, and K.L. Crossin, *Newborn neurons acquire high levels of reactive oxygen species and increased mitochondrial proteins upon differentiation from progenitors*. *Brain Res*, 2005. 1040: p. 137-150.

## NANOPARTIKEL AN ARBEITSPLÄTZEN

Christoph Bosshard, SUVA, Luzern

**Nanopartikel sind durch die rasante Entwicklung der Nanotechnologie zum grossen Thema geworden. Nanopartikel versprechen einen bedeutenden Nutzen, von ihnen können aber auch Gefahren ausgehen. Die Forschung befasst sich weltweit intensiv mit der Frage, wie Nanopartikel auf Mensch und Umwelt einwirken. Eine abschliessende Bewertung der Gefährdungen ist zurzeit nicht möglich. Dennoch finden mit Nanotechnologie hergestellte Produkte zunehmend Eingang in unseren Alltag. Und auch an Arbeitsplätzen werden Nanopartikel und Nanotechnologien vermehrt eingesetzt. Der Schutz der Arbeitnehmenden ist ein wichtiges Anliegen der Arbeitshygiene.**

### Nanopartikel allgegenwärtig

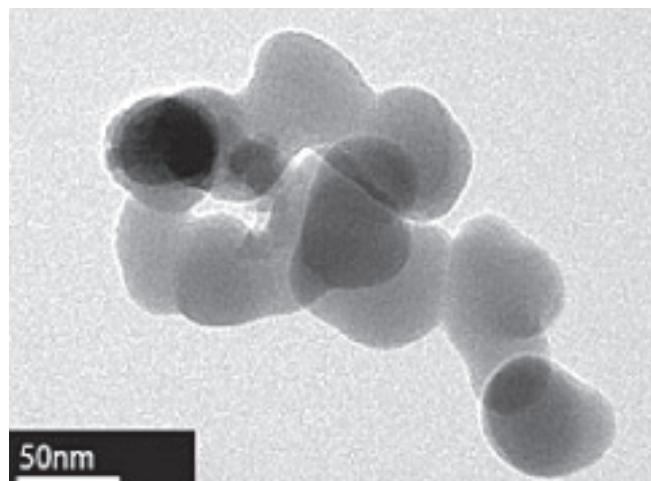
Nanopartikel können gezielt hergestellt werden oder als Nebenprodukte entstehen. Gezielt hergestellte Nanopartikel sind nicht grundsätzlich neu. So werden z.B. Industrierusse und bestimmte Kieselsäurereformen seit Jahrzehnten in grossen Mengen eingesetzt. Mit der Entwicklung der Nanotechnologie gelangen jedoch vermehrt bereits bekannte Stoffe auch in Nanopartikelgrösse zur Anwendung oder es werden gar neuartige Strukturen wie Carbon Nanotubes eingesetzt.

Expositionen von ArbeitnehmerInnen sind nach heutigem Kenntnisstand in erster Linie in Betrieben zu vermuten, in denen Nanopartikel hergestellt oder verarbeitet werden oder in denen nanopartikelhaltige Suspensionen versprüht werden. Hauptaufnahmeweg bildet dabei das Einatmen der Aerosole.

Neben der gezielten Herstellung entstehen Nanopartikel auch als Nebenprodukte, besonders bei Verbrennungsvorgängen. Sie werden oft als ultrafeine Partikel bezeichnet. Nanopartikel sind deshalb in industrialisierten Zonen allgegenwärtig. „Saubere“ Luft in städtischen Gebieten enthält einige tausend bis zehntausend Nanopartikel pro Kubikzentimeter.

An Arbeitsplätzen ist eine Exposition gegenüber Nanopartikeln als Nebenprodukte verglichen mit bewusst hergestellten Teilchen zurzeit weitaus häufiger. Typische berufliche Quellen von Nanopartikeln als Nebenprodukt sind thermische Fügeverfahren (Schweißen, Löten) oder der Einsatz von dieselbetriebenen Fahrzeugen.

Zu den potenziellen Gesundheitsrisiken durch Partikel, welche im Rahmen der Luftverschmutzung auftreten, ist verglichen mit den bewusst hergestellten Nanopartikeln wesentlich mehr bekannt.



Agglomerat aus Siliciumdioxid-Nanopartikeln,  
Bild: [www.suva.ch](http://www.suva.ch)

### Schutz der Arbeitnehmenden

Aus Sicht der Arbeitshygiene kann bezüglich dem Schutz der Arbeitnehmenden gegenüber bewusst hergestellten Nanopartikeln Folgendes festgehalten werden:

Nanopartikel stellen ein potenzielles Gesundheitsrisiko dar. Das Ausmass der Risiken kann jedoch zurzeit nicht schlüssig bewertet werden. Die Situation ist damit dem Umgang mit neuen Substanzen oder Wirkstoffen vergleichbar. Im Sinne der Prävention empfiehlt sich, die Exposition gegenüber Nanopartikeln zu minimieren.

Die Präventionsmassnahmen sind entsprechend der "Verfügung des Eidgenössischen Departementes des Innern über die technischen Massnahmen zur Verhütung von Berufskrankheiten, die durch chemische Stoffe verursacht werden" hierarchisch zu gliedern:

# ARBEITSHYGIENE

1. Substitution: Die gesundheitsgefährdenden Stoffe sind durch harmlosere zu ersetzen
2. Kollektivschutz: Technische Massnahmen zum Erfassen, Begrenzen und Abführen gefährlicher Gase, Dämpfe und Stäube
3. Individualschutz: Verwendung persönlicher Schutzausrüstung zusätzlich zu den technischen Massnahmen
4. Hygiene: Geeignete Waschgelegenheiten, geschützte Aufbewahrung der nicht beruflich eingesetzten Kleider ("Ausgangskleider")

Für den Umgang mit partikelförmigen Stoffen haben sich Verfahren zur Expositionsbegrenzung etabliert. Eine Übertragung dieser Verfahren für den Umgang mit Nanopartikeln erscheint auch beim heutigen, noch lückenhaften Kenntnisstand angebracht.

Konkrete Empfehlungen zu Schutzmassnahmen können dem Beitrag auf der suva-homepage entnommen werden ([www.suva.ch/nanopartikel](http://www.suva.ch/nanopartikel)). Erfahrungsgemäß dürften auf betrieblicher Ebene vielfach weniger die effektiven Schutzmassnahmen Schwierigkeiten bereiten, als vielmehr eine vorhandene Exposition gegenüber Nanopartikeln überhaupt zu erkennen. Insbesondere im Bereich der Produktdeklaration (Sicherheitsdatenblatt) ergibt sich aus Sicht der Arbeitssicherheit hier Handlungsbedarf.

*Christoph Bosshard, dipl. Chemiker HTL Suva, Abteilung Arbeitssicherheit, Bereich Chemie. Luzern*



*wichtiger Wicht, Mischtechnik. Elsbeth Moll Mongiusti, Kienberg*

# TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG

## NANOTECHNOLOGIEN IN DER SCHWEIZ - HERAUSFORDERUNGEN ERKANNT

Dr. Sergio Bellucci, Geschäftsführer TA-SWISS, Bern

**Die Nanotechnologien stehen hinsichtlich möglicher Anwendungen noch am Anfang. Dies erlaubt der Technikfolgen-Abschätzung sich frühzeitig und vorausschauend damit zu befassen. Seit dem Jahr 2000 setzt sich TA-SWISS mit dem Thema «Nanotechnologien» auseinander. Als Resultat der Früherkennung durch TA-SWISS wurden bisher drei Projekte lanciert.**

### TA-SWISS Studie «Nanotechnologie in der Medizin»

2003 publizierte das Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung TA-SWISS eine Studie zur Abklärung der mittel- und langfristigen Anwendungen von Nanotechnologien und deren Auswirkungen in der Medizin. Der Zeithorizont der Untersuchung reicht bis 2020. Die Ergebnisse beruhen auf einer internationalen, schriftlichen ExpertInnenbefragung von über 70 Personen aus unterschiedlichen Disziplinen.

#### Die wichtigsten Ergebnisse:

##### Nanowissenschaften verändern Medizin

Die befragten Fachleute erwarten bis 2010 vor allem im Bereich der Diagnose von Krankheiten markante Fortschritte: Diagnosen werden schneller möglich, können schon im Frühstadium einer Krankheit gestellt werden und liefern spezifischere und genauere Resultate als die bisherigen Methoden. Dank den Ergebnissen der Nanowissenschaften sollten nach Einschätzung der ExpertInnen auch Therapien zu einzelnen Krankheiten (Krebs, Herzkreislauf-Erkrankungen und virale Infektionen) bis 2020 markant verbessert werden können.

##### Nanotoxizität und Nanopartikel – eine ernstzunehmende Gefahr

Mit der Beurteilung der Chancen als auch der möglichen Risiken der Nanotechnologien sind noch bedeutende Unsicherheiten verbunden. So ist beispielsweise heute noch offen, wie stark der gesellschaftliche Druck auf die Einzelnen ausfallen wird, wenn nanotechnologisch verbesserte Gendiagnostik eine flächendeckende, vorausschauende Gesundheitsvorsorge ermöglichen wird. Die Hälfte der befragten Fachleute beurteilt die Wahrscheinlichkeit der Toxizität von direkt angewendeten Nanopartikeln in der Medizin als nicht vernachlässigbar.

So scheint es etwa möglich, dass die bis anhin nicht überwindbare Blut-Hirnschranke durch Nanopartikel umgangen werden könnte.

##### Risikoforschung und gesellschaftliche Diskussion notwendig

Die AutorInnen der TA-SWISS Studie empfehlen die Einrichtung eines interdisziplinären, unabhängigen Fachgremiums zur laufenden Beurteilung und zur frühzeitigen Abschätzung möglicher Folgen der Nanotechnologie.

### TA-SWISS publifocus «Nanotechnologien und ihre Bedeutung für Umwelt und Gesundheit»

TA-SWISS führte im Herbst 2006 ein partizipatives Projekt zur Nanotechnologie durch. Aufgrund der Rückmeldungen von zufällig angeschriebenen BürgerInnen wurden fünf Diskussionsgruppen mit je etwa 15 Personen zusammengestellt. Die Personen waren unterschiedlichen Alters und Geschlechts sowie von unterschiedlichem Bildungs- und Berufsstand.

Vier der Gesprächsrunden deckten verschiedene Regionen der Schweiz ab (Nord- und Ostschweiz in Winterthur, zentrale Landesteile in Bern, die Romandie in Lausanne und das Tessin in Lugano). Eine Gruppe setzte sich aus 16 VertreterInnen von 13 verschiedenen nationalen Organisationen und Verbänden zusammen, die in ihrer Funktion mit Nanotechnologien konfrontiert sind. Die Teilnehmenden informierte TA-SWISS rund einen Monat vor der Veranstaltung mit der ausgewogen formulierten und einfach lesbaren Informationsbroschüre «Nano! Nanu?» zum Thema.

Ziel der fünf publifocus-Anlässe war es von den teilnehmenden BürgerInnen in den Diskussionen folgendes zu erfahren:

# TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG

- Kenntnisstand zu Nanotechnologien
- persönliche Betroffenheit
- Meinungen zu Produkten und Anwendungen
- Einschätzung der Vorteile und Benennung der Risiken
- Abwägen von Risiken gegenüber Vorteilen
- Haltung zu Regulation und Deklaration
- Beurteilung der Visionen und Entwicklungen.

Auffallend war, dass zahlreiche Teilnehmende aus einer Position der persönlichen Betroffenheit argumentierten. In allen Runden gab es kritische Stimmen und Vorbehalte gegenüber den Nanotechnologien, aber keine grundsätzliche Ablehnung. Potenzial wurde der Nanotechnologie auch von den härtesten KritikerInnen zugestanden, besonders im medizinischen Bereich. Die publifocus Diskussionen zeigen insbesondere:

- erst sehr wenige Personen sich vertiefter mit Nanotechnologien auseinandersetzen und der Kenntnisstand allgemein noch eher gering ist. Deshalb ist weitere Information bzw. eine Debatte erwünscht und notwendig
- die Teilnehmenden benennen eine Reihe heikler Fragen, aber derzeit bestehen keine verhärteten Fronten
- trotzdem die Hoffnungen in die neue Technologie die Bedenken überwiegen und eine Deklarationspflicht resp. eine Regulierung gefordert wird
- die grössten Chancen in der Medizin und für die Umwelt gesehen werden
- die grössten Vorbehalte gegenüber nanotechnologisch veränderten Lebensmitteln bestehen.

Die Erfahrungen im publifocus haben bestätigt, dass eine Technologiediskussion bereits zu einem frühen Zeitpunkt möglich und sinnvoll ist – selbst dann, wenn noch nicht einmal unter Fachleuten alle definitorischen Fragen geklärt sind. Mit dem publifocus «Nanotechnologien und

ihre Bedeutung für Gesundheit und Umwelt» wurde die Debatte über den neuartigen Technologiezweig in der Schweiz lanciert – zu einem Zeitpunkt, wo die Auseinandersetzung offen erfolgen kann, ohne durch festgefahrenen Fronten behindert zu werden. Das TA-SWISS Projekt wurde mitunterstützt durch die Bundesämter für Gesundheit (BAG) und Umwelt (BAFU) sowie die Zürcher Hochschule Winterthur (ZHW).

## TA-SWISS Studie «Nanotechnologien im Bereich der Lebensmittel»

In den populären Medien wird bereits über «Nanofood» als eine mögliche Anwendung berichtet. Dabei ist einerseits von unabsehbaren Risiken die Rede, andererseits werden Produktbeispiele und futuristische Szenarien für die Ernährung präsentiert.

Fachpersonen aus dem Bereich der Lebensmittelwissenschaften finden allerdings, dass die Nanotechnologie bei Nahrungsmitteln derzeit noch kaum zum Einsatz kommt. Die Industrie aber erforscht entsprechende Möglichkeiten bereits mit grossem Aufwand. Eine frühzeitige Abklärung des Themas drängt sich auf.

In dieser interdisziplinären Studie, die 2008 abgeschlossen wird, sollen die bereits heute verfügbaren Möglichkeiten bzw. auf dem Markt erhältlichen Produkte (Lebensmittel und Verpackungsmaterialien) beschrieben werden. Anhand einer Analyse der aktuellen Forschungsergebnisse soll aber auch das Potenzial für künftige Anwendungen abgeschätzt werden, wobei auf die Diskrepanz zwischen den «Nano-Fictions», wie sie in den Publikumsmedien immer wieder präsentiert werden und den wissenschaftlichen Grundlagen und den darauf basierenden Möglichkeiten einzugehen ist. Die Thematik soll im Kontext des Wandels der Ernährungsgewohnheiten betrachtet werden. Dabei soll auch die Debatte rund um die Naturbelassenheit bzw. «Manipulation» von Lebensmitteln reflektiert werden.

Neben der Machbarkeit soll auch die Wünschbarkeit der Nanotechnologie im Bereich der Lebensmittel untersucht werden. Ferner ist abzuklären, welche wirtschaftlichen Potenziale für die Lebensmittelindustrie bzw. für zuliefernde Firmen absehbar sind und mit welchen rechtlichen Fragen (z.B. im Hinblick auf die Zulassung) die Vermarktung von Nanotech-Komponenten allenfalls verbunden ist. Abschliessend sollen Empfehlungen für Entscheidungstragende – insbesondere PolitikerInnen – formuliert werden. Die Studie wird mitunterstützt durch das Bundesamt für Landwirtschaft und die Kommission für Technologie und Innovation (KTI).

# TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG

## Bald eine Nano-Debatte in der Schweiz?

In der Öffentlichkeit sind Nanotechnologien derzeit (noch) kein Thema. Der Kenntnisstand in der Bevölkerung ist noch niedrig und die Meinungen sind nicht gemacht. Dennoch gibt es Anzeichen für eine zunehmende Auseinandersetzung mit dem Thema: So beschäftigen sich die Medien in letzter Zeit häufiger mit Nanotechnologien und im Parlament wurden erste Vorstösse dazu eingereicht. Die Wirtschaft wirkt mit an Ausstellungen und Messen und die Behörden erarbeiten einen Aktionsplan zur «Risikobeurteilung synthetischer Nanomaterialien». Schliesslich bemühen sich auch einzelne ForscherInnen mit öffentlichen Auftritten darum, eine Debatte in Gang zu bringen.

*Dr. Sergio Bellucci, Geschäftsführer TA-SWISS, Bern*

## TA-SWISS - DAS ZENTRUM FÜR TECHNOLOGIEFOLGEN-ABSCHÄTZUNG

Das Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung TA-SWISS untersucht die Chancen und Risiken neuer technologischer Entwicklungen in den Bereichen «Biotechnologie und Medizin», «Informationsgesellschaft» und «Nanotechnologien». TA-SWISS erfüllt seinen Auftrag der Politikberatung durch Expertenstudien und partizipative Verfahren der Technologiefolgen-Abschätzung. Seine interdisziplinären, von ExpertInnen verfassten Studien und die dazu erstellten Kurzfassungen richten sich sowohl an die EntscheidungsträgerInnen in Politik und Wirtschaft, als auch an die breite Öffentlichkeit. Dasselbe gilt für die Empfehlungen und Resultate aus den Mitwirkungsverfahren mit der Bevölkerung (PubliForum, publifocus und PubliTalk). Weitere Informationen dazu sind zu finden unter [www.ta-swiss.ch](http://www.ta-swiss.ch) und [www.publiforum.ch](http://www.publiforum.ch).

## SEHEN ODER DEUTEN: DAS ENDE DES INTELLEKTUELLEN? DAS BEISPIEL NANOTECHNOLOGIE

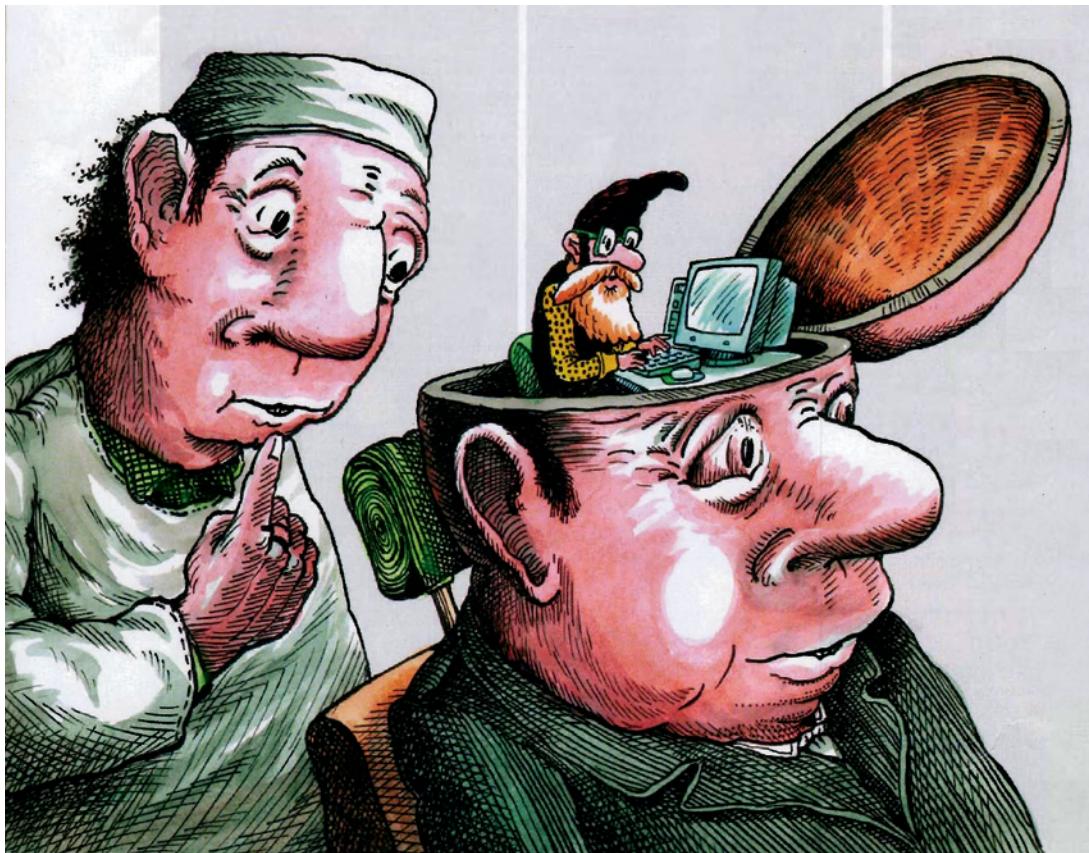
Sabine Maasen, *Gesellschaftswissenschaften und Philosophie, Universität Basel,*

### Blick in die Zukunft

Ray Kurzweil, Erfinder und Futurist, wird im Jahre 2001 gefragt, was in 30 Jahren nanotechnologisch zu erwarten sei:

„Geräte, die in unserem Hirn tätig werden. Wenn Nanoboter zum Beispiel neben ausgewählten Nervenfasern Position beziehen, können sie eine Virtual Reality von innen heraus erzeugen, indem sie die Signale ersetzen, auf die das Hirn reagiert. Signale, die anscheinend von unseren Augen ausgehen, sendet in Wahrheit der Computer. Jetzt wird es möglich, einander zu berühren. Alle fünf Sinne werden angesprochen. Vom Geschäftstermin bis zum Sex kann das Leben sich in der Virtual Reality abspielen. Nanoboter können die Sinne stimulieren, wenn nicht gar modifizieren“ (Schirrmacher 2001: 107).

Hier spricht der Seher – Ray Kurzweil schaut in die Zukunft, sieht sie von allerlei wunderbaren technologischen Neuerungen erfüllt und verbessert. Die Gegenwart der Nanotechnologie verblasst gegenüber ihrer Zukunft. Ja, was die Nanotechnologie zu einer Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts macht, ist das Versprechen auf eine neue industrielle Revolution in der Zukunft: Die Handlungsfähigkeit auf atomarer und molekularer Ebene stellt konzeptionell eine praktische Weltformel dar, verbunden mit der Vorstellung, alles ‚Atom für Atom‘ in gewünschter Weise aufbauen zu können (National Science and Technology Council 1999). Mittlerweile wird Nanotechnologie weltweit mit ungefähr 4 Mrd. Euro an öffentlichen Mitteln gefördert (Luther/Bachmann et al. 2006: 9). Hinzu kommt ein Mehrfaches an Mitteln aus der Privatwirtschaft.



Vladimir Kazanetsky

## Ökonomie des Versprechens

Die Distanz zwischen Gegenwart und Zukunft der Nanotechnologie wird nun durch etwas überbrückt, das Petra Schaper-Rinkel die Ökonomie des Versprechens nennt: eine Vielzahl von ExpertInnen, FuturologInnen, SchriftstellerInnen, aber auch Innovationsstudien und Technikfolgenabschätzungen befassen sich mit Antizipationen und/oder Reflexionen des Kommenden: Sie alle begleiten damit nicht nur die Entwicklung der Nanotechnologie, nein, mehr noch: Sie sind konstitutiv für sie. Sie tragen dazu bei, unsere Vorstellungen von Nanotechnologie zu prägen, sie fliessen aber auch in (politische oder rechtliche) Regulierungen ein, die wir jetzt vornehmen, um die Entwicklung dieses Gebiets beispielsweise sicherer zu gestalten. An diesen Antizipationen/Reflexionen sind Viele beteiligt.

### 1. Antizipationen & Reflexionen ko-produzieren die Nanotechnologie

Zunächst einige Beispiele für Antizipationen und Reflexionen in Sachen Nanotechnologie – und zwar speziell im Hinblick auf die Frage, inwiefern sie konstitutiv für die Entwicklung dieser Technologie sind.

FuturologInnen: Die radikalste Vorstellung einer zukünftigen Nanotechnologie wurde schon in den achtziger Jahren unter dem Stichwort ‚molecular manufacturing‘ (Molekulare Fertigung) von dem US-amerikanischen Physiker Eric Drexler entwickelt (Drexler 1987). „Die digitale Revolution hat sich auf ein Gerät konzentriert, durch das sich fast jedes gewünschte Bit-Muster erzeugen lässt: den programmierbaren Computer. Genauso wird die mit der Nanotechnologie einhergehende Revolution um eine Vorrichtung kreisen, mit der sich fast jede gewünschte Anordnung von Atomen herstellen lässt: den programmierbaren Assembler“ (Drexler, Peterson et. Al. 1991: 35). Zwar gilt die Realisierung von Drexlers Vorstellungen unter Wissenschaftlern als ausgesprochen unwahrscheinlich (auch er hat sich unterdessen davon distanziert), doch hat sie gleichwohl überlebt: zum Beispiel findet sich die Idee molekularer Fertigung – wenngleich in vorsichtiger Form – in vielen technologiepolitischen Programmen (z.B. TAB 2004: 145ff).

### Prognosen und Risikoabschätzungen

Im Bereich von Wirtschaft und Versicherungen ist etwa an die Risikoabschätzung der Rückversicherungsagenturen zu denken: Die Risiken und möglichen Kostenfolgen der Nanotechnologie finden nun zunehmend Beachtung (SwissRe 2004: 40). Auch Banken stellen Prognosen an: Auch sie greifen solche Visionen auf und stellen zwar

fest, dass sich keine quantitativen Prognosen zum Marktpotential wagen lassen, die wirtschaftlichen Chancen jedoch enorm seien, wenn sich die Versprechen der molekularen Nanotechnologie nur halbwegs bewahrheiten würden: „Das Weltmarktvolumen von Produkten, in denen nanotechnologische Herstellungsverfahren oder Komponenten einen wesentlichen Beitrag liefern, liegt bereits heute in der Größenordnung von 100 Mrd. Euro. Und dies mit stark steigender Tendenz!“ (Luther/Bachmann et al. 2006: 5).



### Politikberatung

Im Bereich der Politikberatung finden sich einerseits Think Tanks, andererseits (nationale) Einrichtungen der Technologienfolgenabschätzung (TA).

Laut dem Think Tank Woodrow Wilson International Center for Scholars in Washington existieren bereits mehr als 200 Nano-Produkte auf dem Markt. Deren spezielle Eigenschaften, darunter etwa die Fähigkeit enthaltener Partikel, Barrieren im Körper zu überwinden, die sonstige Stoffe nicht durchdringen können, werfen die Frage einer toxischen Wirkung auf. Vorläufige Studien zeigten so beispielsweise, dass Nano-Partikel die Lungen von Laborratten beschädigen können; beim Menschen wurde dies jedoch noch nicht nachgewiesen. Auch dies unterstützt sowohl Forschungs- als auch Regulierungsanstrengungen, vor allem im Bereich Sicherheit.

# SEHEN ODER DEUTEN

Regierungen oder Parlamente haben deshalb umfassende TA-Studien veranlasst, die sich nicht auf die Analyse von Technologie beschränken, sondern Technik-Visionen und konkurrierende gesellschaftliche Ansprüche an zukünftige Technologien untersuchen und bewerten (TAB 2003; Royal Society/The Royal Academy of Engineering 2004). Insofern sind TA-Studien (machtvolle) argumentative Beiträge zur weiteren Entwicklung der Nanotechnologie. TA erbringt in der Form von Policy-Analysen Interpretations- und Übersetzungsleistungen zwischen unterschiedlichen Disziplinen sowie zwischen Wissenschaft, Öffentlichkeit und Politik. Es handelt sich oft um Sekundäranalysen vorhandener Forschung (Saretsky 2005: 464). In den meisten staatlich finanzierten TA gilt das prioritäre Ziel der beschleunigten Technikentwicklung und -diffusion. Es gilt, den politischen Handlungsräum abzustecken und viel versprechende Branchen und Anwendungen zu spezifizieren und zu legitimieren. Dies wiederum unterstützt Forschungsanstrengungen innerhalb, aber vor allem auch ausserhalb der Universität.

## Naturwissenschaftliche ExpertInnen

Die vielfältigen und weit reichenden Möglichkeiten dieser neuartigen Technologie wecken Hoffnungen, rufen aber auch Unsicherheiten und Ängste hervor. Deshalb ist auch aus Sicht der NanoexpertInnen ein offener, sachlich fundierter Dialog notwendig - ein Dialog, der allfällige Risiken offen anspricht, gleichzeitig aber auch den Nutzen der neuen Technologie und deren wirtschaftliches Potenzial sichtbar macht und Vertrauen in die AkteurInnen der Nanoforschung schafft. Sogenannte "NanoBotschafterInnen" wollen diesen Dialog auf allen Ebenen in Gang bringen. Die Empa führte bereits zum zweiten Mal die NanoConvention durch, deren Ziel es ist, den Nano-Dialog hier zu Lande weiter zu verstärken. "Nur durch ein verbessertes Wissen zur Nanotechnologie und die Kommunikation dieses Wissens kann die Gesellschaft oder das Individuum entscheiden, inwiefern mögliche, damit verbundene Risiken akzeptabel sind" (Harald Krug). Aufgabe der NanoBotschafterInnen sei es daher, wichtige Erkenntnisse zu erarbeiten und diese sachlich nach aussen zu kommunizieren, etwa im Rahmen von Konferenzen wie der NanoConvention, aber auch bei Treffen mit BürgerInnengruppierungen und VerbraucherInnenverbänden.

## Nichtregierungsorganisationen

Aus den Reihen zivilgesellschaftlicher Gruppierungen sind schliesslich NGOs zu nennen, die überwiegend kritische Positionen beziehen. Darunter finden sich teilweise dieselben Fortschritts- und TechnologiekritikerInnen, die bereits den Widerstand gegen die Gentechnik geprägt

haben. Sie artikulieren die Verunsicherung von Teilen der Bevölkerung. Unter dem Begriff «Atomtechnologie» spannt die kanadische Action Group on Erosion, Technology and Concentration (ETC) einen argumentativen Bogen von der Kernenergie über die Gentechnik zur Nanotechnologie und fordert ein Moratorium für die Nanotech-Anwendung. Greenpeace schaltete sich im Sommer 2003 mit einem Report in die Diskussion ein und fordert darin die genaue Überprüfung der Vor- und Nachteile der Nanotechnologie unter den Augen der Öffentlichkeit.

## Was zeigt diese tour d'horizon?

FuturologInnen, SchriftstellerInnen, Unternehmensberatungen, NGOs, MarktanalystInnen, WissenschaftlerInnen, EthikerInnen, TechnologiefolgenschätzInnen... fürwahr eine bunte Reihe. Es gilt: Sie alle beschäftigen sich mit den Folgen der Nanotechnologie, doch je auf sehr spezielle Weise. Da geht es einmal um die wirtschaftlichen, dann um die politischen oder aber um die ethischen Aspekte oder die Information der Öffentlichkeit. Diese AkteurInnen im Feld des Antizipierens und Reflektierens haben unterschiedliche Positionen: Sie warnen oder ermutigen, manche bemühen sich um abgewogene Positionen. Sie alle sind der Meinung, dass die Entwicklung einer neuen Technologie beobachtet werden muss, um sie zu fördern, zu reglementieren, sie alle nehmen dazu in der Regel fachwissenschaftliche Expertise zur Kenntnis. Doch ist es das, was wir unter einem intellektuellen Diskurs verstehen, der sich darum bemüht, die Bedeutung einer kommenden Schlüsseltechnologie für unsere Gesellschaft und ihre weitere Entwicklung zu verstehen?

## 2. Ende des Intellektuellen?

Mindestens bis ins vorletzte Jahrhunderthinein wurden Intellektuelle als „Geister“ begriffen, die „vom Standpunkt des Menschen, der Menschheit, der Nation, des Volks, des Proletariats, der Kreatur oder einer ähnlichen Kreatur denken und handeln (...) Sie identifizieren sich mit einem Subjekt, das einen universellen Wert verkörpert. Sie beschreiben und analysieren von dieser Position aus eine Situation und folgern was getan werden muss, damit diese Subjekt sich verwirkliche oder wenigstens seine Verwirklichung voranschreite“ (Lyotard 1985).

In der heutigen ExpertInnenkultur muten Sätze wie diese anachronistisch an: Gegenüber den mit spezialistischem Wissen operierenden ExpertInnen kommen Intellektuelle aufgrund von Werturteilen, bewusster Parteilichkeit und übergeordneten Gesichtspunkten zur Sicht auf die Dinge, die Subjekte, die Welt. Damit erlauben

wir den Intellektuellen etwas, das wir den ExpertInnen dezidiert absprechen. ExpertInnen, so die Intuition, geben auf der Grundlage empirisch und/oder theoretisch gestützten Wissens ihr Urteil genau zu solchen Fragen ab, zu denen sie mit diesem Wissen etwas beitragen können. Oder sie verfahren umgekehrt: Sie reformulieren die an sie gestellten Fragen so, dass sie mit ihrem Wissen und innerhalb dessen Grenzen wissenschaftlich gestützte Aussagen treffen können.

## Unbehagen

An dieser Stelle entsteht ein eigenümliches Unbehagen: Angesichts der vermutlich erheblichen Auswirkungen der Nanotechnologie auf unser Leben und unsere Gesellschaft sind wir dankbar für alle Expertise, die wir bekommen können, doch wir sehen nun auch, dass diese Expertise stets sehr speziell ist, vielstimmig und irgendwie die grossen Fragen kaum noch adressiert, ja adressieren kann: PhilosophInnen, SchriftstellerInnen, PublizistInnen – die klassischen Intellektuellen, die die Fähigkeit, den Willen und den Mut zu einer grossen deutenden Geste haben, die gibt es, so scheint es, nicht mehr – und wenn wir ehrlich sind: Würden wir Ihnen zuhören, angesichts von Entwicklungen, die in so erheblichem Umfang wissenschaftlich-technische Expertise verlangt? Hören wir nicht lieber auf MedizinerInnen, wenn es um Nanomedizin geht, auf MarkanalystInnen, wenn es um die unternehmerische Entscheidung für ein Nanoprodukt geht, auf NanoethikerInnen, wenn es um Fragen der gerechten Beteiligung aller am technologischen Fortschritt geht?

## 3. Kleiner Seitenblick auf die Debatte um den Freien Willen

Im Jahre 2003 wurde der freie Wille zum Thema einer Debatte, die breit im Feuilleton geführt wurde. Die NeurobiologInnen hatten die Existenz eines freien Willens als Illusion hingestellt. Damit rüttelten sie an unserem innersten Gefühl, dass wir doch wissen, was wollen ist, wie es sich anfühlt, sich etwas bewusst zu sein. Aus neurowissenschaftlicher Perspektive ist das nichts als Alltagspsychologie. Neueste Untersuchungsmethoden und Apparaturen (fMRI, PET scans) zeigen uns, dass es nicht auf diese phänomenalen Aspekte ankommt, sondern auf das Zusammenspiel von neuronalen Aktivitäten und kognitiven Funktionen. Experimentelle Befunde zeigten ja, dass die Nervenimpulse vom Gehirn stets einsetzen, bevor die Versuchspersonen angaben, eine Entscheidung getroffen zu haben.

Die Schlussfolgerung der NeurowissenschaftlerInnen, dass dies auf die Nichtexistenz eines freien Willens

hinwiese, löste eine heftige Debatte aus: Auch hier schalteten sich verschiedene AkteurlInnen ein: NeurowissenschaftlerInnen, KognitionspsychologInnen, aber auch TheologInnen, PhilosophInnen, RechtswissenschaftlerInnen und PädagogInnen diskutierten auf der Grundlage von Experimenten die Implikationen für unser Selbstverständnis, aber auch die Konsequenzen für Didaktik und Ökonomie. Ende 2005 wurden auch BürgerInnen involviert (Bürgerkonferenz zur Hirnforschung). Erneut standen FachwissenschaftlerInnen im Zentrum, ihre Befunde und Einschätzungen wurden diskutiert. Darüber hinaus stellten sich erste TA-Studien ein; NeuroEthik etablierte sich. Seit neuerem befassen sich auch Unternehmensberatungen und MarktanalystInnen mit der Thematik: Der neueste Schrei ist das „Neuromarketing“, das die Werbewirtschaft revolutionieren soll. Mit bildgebenden Verfahren – wird versprochen – könnte man den KundInnen direkt ins Hirn blicken. Die geheimsten Wünsche der Menschen ließen sich wissenschaftlich ergründen – auf dass man sie zielgerichtet zu KäuferInnen mache. Die Absage der Neurowissenschaften an die Existenz des Freien Willens kommt dem Neuromarketing natürlich gerade recht.

Auch hier finden wir eine starke Orientierung an einer Multiplizierung von Expertise (neben wissenschaftliche Expertise tritt auch professionelle und zivilgesellschaftliche Expertise) und wir finden etwas, das sich im Bereich der Nanodebatte noch nicht ergeben hat: Eine medial inszenierte Debatte, die diese verschiedenen Perspektiven in ein virtuelles Gespräch versetzt hat.

Mit Foucault ist daher – über diesen spezifischen Fall hinausgehend – zu konstatieren: „Eine neue Form der »Verbindung zwischen Theorie und Praxis« hat sich herauskristallisiert. Die Intellektuellen haben sich daran gewöhnt, nicht im ‚Universellen‘, ‚Exemplarischen‘, im ‚für alle Richtigen und Wahren‘ zu arbeiten, sondern in abgegrenzten Bereichen, an genau definierten Orten, an die sie ihre berufliche Situation oder ihre Lebensumstände (Wohnsituation, Krankenhaus, Asyl, Labor, Universität, familiäre und sexuelle Beziehungen) gebracht haben“ (Foucault). Eben hier verfügen diese ExpertInnen über Expertise. Im Hinblick auf die intellektuelle Einordnung wesentlicher wissenschaftlich-technologischer Entwicklungen erleben wir mithin eine zunehmende Fundierung auf Expertise, auf Expertise, die hoch spezialisiert ist, die differenziert ist, die heterogene Positionen statt einer grossen, einheitsstiftenden Perspektive bietet.

Nach diesem Seitenblick lautet der Befund: Ja, man kann die universellen Intellektuellen vermissen, die uns gerade in unübersichtlichen Zeiten mit einer mutigen Geste eine Perspektive geben. Ungefähr zeitgleich mit dem Untergang der Universalgelehrten gingen auch die universellen Intellektuellen vom Feld. Der Grund ist

nicht zuletzt in der gesellschaftsweiten Durchsetzung und Spezialisierung von Wissenschaft und Technologie zu suchen. Sie privilegiert spezialisiertes Sachwissen gegenüber der grossen deutenden Geste. Doch diese Geste ist nicht völlig verloren, sie artikuliert sich, wie ich meine, nur auf neue Weise: als intellektueller Diskurs unter den vielen, „arbeitsteilig“ reflektierenden AkteurInnen. Manche Positionen konkurrieren einander, viele ignorieren einander, manche gehen überraschende Koalitionen ein. In Anlehnung an Pierre Bourdieu nenne ich sie „das Intellektuelle als kritischer Think Tank“, die aktuelle Form der intellektuellen Auseinandersetzung ist nicht länger die einheitsstiftende Vision, sondern die Mediation (Osborne). Auf diese Ideen möchte ich nun kurz eingehen und dann dennoch mit einem kleinen verbleibenden Unbehagen enden.

## 4. Intellektueller Diskurs als kritischer Think Tank

Mir scheint also, dass in der heutigen Gesellschaft in zweierlei Hinsicht ein Formwandel des Intellektuellen zu beobachten ist: Das Intellektuelle operiert erstens weniger über die charismatische Person, als über eine dialogisch-diskursive Kultur, die mit ganz unterschiedlichen ExpertInnen bevölkert ist. Dies mündet in einer Form, die Bourdieu als „kritische Think Tanks“ (Bourdieu 1992) bezeichnet hat: Hier führen spezifische Intellektuelle - heute: ExpertInnen mit Kompetenzen in spezialisierten Wissensbereichen - einen kritischen Diskurs über die Bedingungen und Folgen wissenschaftlich-technologischer Entwicklungen. Dies geschieht in lockeren, oft virtuellen, gelegentlich auch medial inszenierten „Quasi-Kooperationen“.

Die rezente Debatte um den freien Willen ebenso wie die derzeitige Verständigung über die Zukunft der Nanotechnologie scheinen dafür Prototypen gewesen zu sein: Das Intellektuelle lag im Diskurs, im medial inszenierten Think Tank expertisegestützten Räsonnements. Hier geschieht etwas, das der Deutung des klassischen Intellektuellen ähnlich ist: Es ist Sinngebung. Es überwiegen aber Unähnlichkeiten: Der intellektuelle Diskurs entwirft nicht mehr so sehr die grosse Vision, sondern nimmt teil an der Mediation von Ideen. Dies ist der zweite Formwandel, der mindestens vier Aspekte hat (Osborne 2004: 441):

1. die Substanz der intellektuellen Arbeit liegt in der Hervorbringung bestimmter Ideen – nicht die eine epochale Idee, sondern eher die praktische, nützliche, marktfähige, begeisternde Idee (z.B. Nanomedizin)

2. die Rationalität der intellektuellen Arbeit liegt in der Innovation selbst oder in einer bestimmten Kultur der Innovation (v.a. der Umgang mit ständigem Wandel)

3. das Ethos der intellektuellen Arbeit liegt in der Ästhetik des Neuen oder im Willen, bislang unverbundene Personen oder Objekte zusammenzubringen (intellektuelle Kooperation zwischen unterschiedlichen AkteurInnen, z.B. in talk shows)

4. die Strategie der intellektuellen Arbeit liegt im Hervorbringen einer Kultur des Kreativen, in denen Ideen nicht dogmatisch oder ideologisch wirken, sondern eher unternehmerisch (nicht: „was bedeutet eine bestimmte Nanotechnologie?“ sondern „was kann man mit einer tun?“).

Was wir in Wissensgesellschaften derzeit erleben, ist die Wende von der prädiktiven und normativen Form des Intellektuellen zu der eher provisorischen und diagnostischen Form. Die Form ist wesentlich öffentlich, kollektiv und interaktiv (Osborne 2004: 443). Dies entspricht auch der zutiefst durch Massenmedien geprägten Wissensgesellschaften: Die Medien wollen weniger die Vorhersage von Sicherheiten oder Prophezeiungen als vielmehr Diagnosen, gern auch kontrovers, und stets mit spezifischem Bezug – etwa auf unsere Gesundheit, oder die wirtschaftlichen Konsequenzen (Osborne 2004: 445). Selbst dort, wo es fallweise zu übergreifenden Utopien oder Dystopien kommt, geraten sie in die Kontroverse – nicht zuletzt die Medien schüren solche Kontroversen.

In Gesellschaften, die nicht zuletzt durch die Herausforderungen der modernen Schlüsseltechnologien einem weiteren Modernisierungsschub ausgesetzt sind, erleben wir mithin einen neuen Stil intellektueller Intervention: vielstimmig, ohne Anspruch auf Kohärenz oder Nachhaltigkeit. Wenn meine Diagnose dieser diagnostischen Aktivitäten stimmt, dann entspricht sie einerseits einer Gesellschaft, die einen erhöhten Bedarf an Verständigung über Wissenschaft und Technologie anmeldet, aber zugleich einer hoch differenzierten Gesellschaft, die höchst unterschiedliche Fragen an Wissenschaft und Technologie richtet.

Dies ist die Form der Sinngebung in unserer wissensbasierten und medialisierten Gesellschaft. Ein gewisses Unbehagen bleibt – ist dies wirklich alles?

*Prof. Dr. Sabine Maasen, Vorsteherin Departement Gesellschaftswissenschaften und Philosophie, Programm Wissenschaftsforschung, Universität Basel - Referat gehalten am 14. Forum Medizin und Umwelt, gekürzte Fassung.*

# TERMINKÄRTCHEN/REZEPTBLÄTTER

## Literatur:

Bourdieu, Pierre, 1992: *Das intellektuelle Feld: Eine Welt für sich*. In: P. B.: *Rede und Antwort (es 1547)* Frankfurt a.M.: Suhrkamp

Drexler, K. Eric (1987): *Engines of Creation. The coming Era of Nanotechnology*

Drexler, K. Eric, Petersopn, Ehris, Pergamit, Gayle (1991): *Experiment Zukunft. Die nanotechnologische Revolution*, Bonn, Paris, Reading.

ETC-Group (2002): *No small matter! Nanotech Particles Penetrate Living Cells and Accumulate in Animal Organs*. Winnipeg.

Foucault, Michel (2003): *Schriften zur Literatur*, Frankfurt am Main: Suhrkamp, 2003.

Joy, Bill (2000): *Why the future doesn't need us. Our most powerful 221st-century technologies – robotics, genetic engineering, and nanotech – are threatening to make humans an endangered species*, in: *Wired* (Issue 8.04).

Greenpeace (2003): *Future Technologies, Today's Choices. Nanotechnology, Artificial Intelligence and Robotics. A technical, political and institutional map of emerging technologies*. Greenpeac Environmental Trust London, July 2003.

Krug, Harald (2007): *Experten kurbeln den Dialog über Nanotechnologie an*, <http://www.news-service.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/8246.pdf>

Luther, Wolfgang, Bachmann, Gerd, Zweck, Axel et al. (200): *Kommerzialisierung der Nanotechnologie*, VDI-Technologiezentrum: Düsseldorf.

Lyotard, J.-F.: *Grabmal des Intellektuellen* (Edition Passagen 2) Graz, Wien: Böhlau 1985.

Mnyusiwalla, A.; Daar, A.S.; Singer, P.A., 2003: *Mind the Gap. Science and Ethics in Nanotechnology*. In: *Nanotechnology* 14, pp. R9-R13; <http://www.iop.org/EJ>

Moor, J.; Weckert, J., 2003: *Nanoethics: Assessing the Nanoscale from an ethical point of view*. Vortrag, TU Darmstadt, 10. Oktober 2003

Osborne, Thomas (2004), *On Mediators: Intellectuals and the ideas trade in the knowledge society*, *Economy and Society*, 33, 4, 430-447.

Royal Society/the Royal Academy of Engineering (2004): *Nanoscience and Nanotechnologies: opportunities and uncertainties*, London.

Saretzki, Thomas (2005): *Welches Wissen- welche Entscheidung? Kontroverse Expertise im Spannungsfeld von Wissenschaft, Öffentlichkeit und Politik*, in: Bogner, Alexander; Helge Torgersen (Hg.): *Wozu Experten? Ambivalenzen in der Beziehung von Wissenschaft und Politik*, Wiesbaden, 345-369.

Schirrmacher, Frank (Hg.) (2001): *Die Darwin AG. Wie Nanotechnologie, Biotechnologie und Computer den neunen Menschen träumen*, Köln: Kiepenheuer & Witsch.

Swiss Re (2004): *Small matter, many unknowns*, Zürich.

TAB (2004): *Bericht des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technologiefolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (17. Ausschuss) gemäss §56a der Geschäftsordnung Technologiefolgenabschätzung*, heir: TA-Projekt Nanotechnologie. Drucksache 15/2713, Berlin.

Tab (2003): *TA-Projekt Nanotechnologie, Endbericht*, Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag, Berlin, Karlsruhe.

Weckert, J., 2002: *Lilliputian Computer Ethics. Metaphilosophy* 33, S. 366-375

## DAS NEUE TERMINKÄRTCHEN DER ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ: WENIGER ELEKTROSMOG!

Dr. med. Anna Muster Fachärztin Hauptstrasse 12 1234 Muster Tel. 012 345 67 89	
Ihre nächste Konsultation (Im Verhinderungsfall bitte 24 Stunden vorher berichten)	
Datum	Zeit
Montag	_____
Dienstag	_____
Mittwoch	_____
Donnerstag	_____
Freitag	_____
Samstag	_____
<b>für weniger Elektrosmog!</b>	
Rückseite beachten!	

### Weniger Elektrosmog beim Telefonieren und Surfen

-  Festnetz und Schnurtelefon
-  Internetzugang übers Kabel
-  nur kurz am Handy – SMS bevorzugt
-  strahlenarmes Handy
-  Head-Set
-  Handy für Kinder erst ab 12

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz  
Postfach 111  
4013 Basel  
Telefon 061 322 49 49  
[www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)

# TERMINKÄRTCHEN/REZEPTBLÄTTER

## TERMINKÄRTCHEN UND REZEPTBLÄTTER FÜR MITGLIEDER:

### JETZT BESTELLEN!

Liebe Mitglieder

Sie haben bereits Tradition und viele von Ihnen verwenden sie: unsere Terminkärtchen und Rezeptblätter. Wir geben viermal jährlich Sammelbestellungen auf.

**Für Lieferung Mitte Februar 2008 jetzt oder bis spätestens 25.Januar 2008 bestellen!**

Mindestbestellmenge: 1000 Stk.  
Preise: Terminkärtchen: 1000 Stk. Fr. 200.-; je weitere 500 Stk. Fr. 50.-  
Rezeptblätter: 1000 Stk. Fr. 110.-; je weitere 500 Stk. Fr. 30.-  
zuzüglich Porto und Verpackung.

Musterkärtchen finden Sie unter [www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)

**Bestelltafon** (einsenden an: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz, Postfach 111, 4013 Basel, Fax 061 383 80 49)

Ich bestelle:

- ..... Terminkärtchen „Leben in Bewegung“
- ..... Terminkärtchen „Luft ist Leben!“
- ..... Terminkärtchen „weniger Elektrosmog“
- ..... Rezeptblätter mit AefU-Logo

Folgende Adresse à 5 Zeilen soll eingedruckt werden (max. 6 Zeilen möglich):

..... Name / Praxis  
..... Bezeichnung, SpezialistIn für...  
..... Strasse und Nr.  
..... Postleitzahl / Ort  
..... Telefon

Name: .....

Adresse: .....

KSK-Nr.: ..... EAN-Nr. ....

Ort / Datum: ..... Unterschrift: .....



"Ruhige Weihnachten"

Marian Kamensky

**Allen Mitgliedern und  
AbonnentInnen danken wir für  
die Treue und die  
Unterstützung der  
Ärztinnen und Ärzte für  
Umweltschutz.**

**Wir wünschen Ihnen schöne  
Festtage und ein  
gutes neues Jahr.**

**Der Zentralvorstand**



## IMPRESSUM

Redaktion/Gestaltung:

Layout/Satz:

Druck/Versand:

Abonnementspreis:

## OEKOSKOP

**Fachzeitschrift der Ärztinnen  
und Ärzte für Umweltschutz**

Postfach 111, 4013 Basel

Postcheck: 40-19771-2

Tel. 061 322 49 49

Fax 061 383 80 49

E-mail: [info@aefu.ch](mailto:info@aefu.ch)

<http://www.aefu.ch>

Dr. Rita Moll,  
Hauptstr. 52, 4461 Böckten  
Tel. 061 9813877, Fax 061 9814127

Martin Furter, 4461 Böckten  
WBZ, 4153 Reinach

Fr. 30.- (erscheint viermal jährlich)

Die veröffentlichten Beiträge widerspiegeln die Meinung der VerfasserInnen und decken sich nicht notwendigerweise mit der Ansicht der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz. Die Redaktion behält sich Kürzungen der Manuskripte vor. Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.