

9. Impressum:

BUND Bund für Umwelt und Naturschutz
Deutschland e.V., Friends of the Earth,
Am Köllnischen Park 1, 10179 Berlin,
Tel.:030/27586-0, Fax : 030/27586-440,
www.bund.net

IGUMED e.V.
Interdisziplinäre Gesellschaft für
Umweltmedizin e.V., Frielinger Str. 31
28215 Bremen, Tel.: 0421/4984251,
Fax: 0421/4984252, www.igumed.de

ÖKOLOGISCHER ÄRZTEBUND e.V.,
Frielinger Str. 31, 28215 Bremen,
Tel.:0421/4984251, Fax: 0421/4984252
www.oekologischer-aerztebund.de

dbu Deutscher Berufsverband der
Umweltmediziner e.V., Siemensstr. 27A,
12247 Berlin, Tel. und Fax: 030/7715484,
www.dbu-online.de

DGUHT Deutsche Gesellschaft für Umwelt-
und Humantoxikologie e.V., Mausbergstr. 9,
97267 Himmelstadt, Tel. 09364/8139747,
Fax : 09364/896002, www.dguht.de

10. WebLinks

Bund für Umwelt und Naturschutz
Deutschland – www.bund.net,
[www.bund.net/bundnet/themen_und
_projekte/chemie/nanotechnologie/](http://www.bund.net/bundnet/themen_und_projekte/chemie/nanotechnologie/)

Bundesinstitut für Risikobewertung,
www.bfr.bund.de

Forschungsinstitution für
Materialwissenschaften und Technologie,
ETH, Zürich, www.empa.ch

Projekt NanoCare, www.nanopartikel.info

Nanotechnology and Nanoscience, The
Royal Society, www.nanotec.org.uk

Nanotechnology Consumer Products
Inventory, [www. Nanotechproject.org](http://www.Nanotechproject.org)

HERAUSGEGEBEN VOM

**ÖKOLOGISCHEN
ÄRZTEBUND**

IN KOOPERATION MIT BUND,
IGUMED, DBU, DGUHT

Nanotechnologie aus
umweltmedizinischer
Sicht

Ökologischer
Ärztebrief

1. Was ist unter Nanotechnologie und Nanoteilchen zu verstehen?

Wir sprechen von Partikeln unter $0,1\mu\text{m}=100\text{ nm}$, die eine unterschiedliche Masse und Oberfläche aufweisen können. Partikel in dieser Größenordnung zeigen häufig im Vergleich zu größeren Teilchen (bulk particle) gleicher chemischer Zusammensetzung deutlich andere physikalische, chemische und elektromagnetische Eigenschaften bis hin zu quantenphysikalischen Phänomenen. Meist handelt es sich um Metalloxide und Kohlenstoff-Röhrchen, deren Toxizität selbst im Nanobereich veränderlich und sehr unterschiedlich ist (1). Man geht z.B. davon aus, dass synthetische Nanoteilchen mit einer Größe von 20-30 nm entscheidend andere Eigenschaften haben, da sich die kristalline Oberfläche völlig ändern kann. Diese Prinzipien werden auch in der Medizin genutzt.

2. Wo finden wir Nanoteilchen in unseren alltäglichen Produkten?

Nanopartikel sind in Nahrungsergänzungsmitteln, Küchenartikel

(z.B. Pfannenbeschichtung), Verpackungen und Agrochemikalien, Ketchupflaschen, Gemüsebrühen oder in Puderzucker enthalten, um deren Fließ- und Rieseigenschaften zu verbessern. Kosmetika, Sonnenschutzmittel, Bekleidung, Sanitärprodukte (Bad und WC), Putzmittel und Waschmaschinen (Nanosilberbeschichtung), nanobasierte Biozide in Farben und Verputzmaterialien sind schon alltägliche Anwendungen.

3. Welche diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten eröffnen Nanopartikel in der Medizin?

Eine gezielte Medikamentenapplikation durch Nanopartikel hätte das Potential, einige Probleme der gegenwärtigen Medikation, wie Nebenwirkungen und Wechselwirkungen zu lösen (2).

Die Blut-Hirn-Schranke als auch die Plazenta können überwunden werden.

Hautkrebsvorbeugung mit Sonnencremes

Nanobasierte Kontrastmittel (superparamagnetisches Eisenoxid),

Magnet.Fluid Hyperthermia bei Prostata-Carcinom

Allergievorhersagechips,

Wirkstoffscreening von Arzneimittelentwicklungen

Nanosensoren für Bakterien und Viren

Drug delivery systems (Verringerung des Medikamentenverbrauchs) (2)

Stents, Implantate, Endoprothesen – biokompatible Oberflächenbeschaffenheit in-vitro, in-vivo Technologien

Telemedizin: häusliche Überwachung

Intelligente Pflaster und präventive Zahncremes

Zellreparatur = tissue engineerings (Herzmuskel, Parkinson, Nanomatrices)

Nanostrukturierte Biomaterialien (Zellzüchtung), Zellbasierte Therapien (Stammzellen) und bioaktive Signalmoleküle (extrazelluläre Matrix, Zellfunktionen anregen)

So wird vorausgesagt, dass sich z.B. mit der Nano-Biotechnologie nicht nur das genetische Material von Menschen, Tieren und Pflanzen verändern lässt, sondern dass sich auch synthetische Materialien und biologische Strukturen miteinander verbinden lassen. Eine neue Fachrichtung, die **synthetische Biologie**, vereint unterschiedliche Technologien, die im Nano-Bereich agieren. Diese soll die Herstellung künstlicher Organismen ermöglichen, die z.B. für Biotreibstoffe oder in der Landwirtschaft (Herstellung GVO-Herstellung durch Einbau von nicht-natürlichen Nukleinsäuren) zum Einsatz kommen können (ETC Group 2007).

4. Welche Wirkorte und Wirkmechanismen sind bekannt?

Die dermale Exposition scheint die häufigste, künstliche Exposition zu sein, ist aber deutlich geringer untersucht worden als **inhalative Exposition**. Wenige Daten existieren zur Einschätzung der **oralen Exposition** durch Nahrungsmittel. Die Effekte auf fetale Entwicklung und auf die Umwelt sind kaum untersucht worden (3)

Störung in der Autorhythmie durch trans-axonalen Transport in das Zwischenhirn

Freisetzung von inflammatorischen Mediatoren wie IL-1,-6,-8, GM-CSF, TNF-alpha und Erhöhung von Faktor VIII, von Willebrandfaktor und Fibrin führen zur Blutgerinnung

Progressive Bildung und Destabilisierung von atherosklerotischen Plaques
=Lipidperoxidation

Folgen einer Nanopartikel-Belastung sind verringerte Abwehrkapazität gegenüber Mikroben oder Zunahme allergischer Immunreaktionen vor allem bei Kranken und suszeptiblen Personen.

Mögliche Mechanismen der Toxizität :

1. Katalyse
2. Lipidperoxidation
3. Erhöhung der Freien Radikale
4. DNA-Veränderungen
5. Neurotoxizität
6. Freisetzung von inflammatorischen Mediatoren
7. Hemmung der Protein Tyrosin Phosphatase, die sonst zur Phosphorylierung von endothelalem Wachstumsfaktor führt und damit entzündlichen Gefäßreaktionen entgegensteht.

Es ist nicht möglich, die Toxizität der **Nanopartikel** oder Ultrafeinstäuben generell abzuschätzen, da die Effekte sowohl von der Oberfläche, als auch von der Anzahl der Partikel abhängen (4)

5. Welche gesundheitlichen Gefahren sind bekannt und welche sind zu erwarten?

Nanopartikel sind in der Regel chemisch reaktiver als größere Partikel. Nanopartikel werden in der Regel leichter vom Körper aufgenommen. Sie haben eine

höhere biologische Verfügbarkeit und die größere biologische Aktivität können zu höherer Toxizität führen.

Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein Zusammenhang zwischen der Belastung von Nanopartikeln und dem Anstieg der Störungen des Immunsystems und Entzündungen des Magen-Darm-Trakts besteht (5. 6. 7. 8.). Chronische Lungenerkrankungen wie Asthma, COPD bis hin zur Fibrose und Herz-Kreislaufkrankungen (9,10) sind möglich. Schließlich können durch die NP Immunstörungen auftreten, die in Infektanfälligkeit und Allergie münden. **Homocystein** wird durch Exposition mit Verkehrsabgasen signifikant erhöht, wobei unterschieden werden konnte, dass es nicht die Rußpartikel (coal combustion particle), sondern black carbon und organic carbon particle sind (11).

Nanopartikel können die Funktion unseres Immunsystems beeinträchtigen und könnten zu gesundheitlichen Langzeitschäden führen.

Bekannt ist, dass bei groben Teilchen (bulk particles) des selben chemischen Stoffes **das Volumen**, während bei Nanopartikel **die Anzahl und die Beschaffenheit der Oberfläche** das Risiko einer Schädigung erhöhen können(12).

6. Welche Forderungen stellen die Umweltmediziner und der BUND?

Die **britische Royal Society und die Royal Academy of Engineering** haben dazu aufgerufen, die Freisetzung von Nanomaterialien in die Umwelt „so weit wie möglich zu vermeiden“ sowie die gezielte Freisetzung „zu verbieten, bis die benötigten wissenschaftlichen Untersuchungen durchgeführt wurden und belegt werden kann, dass die potentiellen Vorteile die möglichen Risiken überwiegen.“ (13).

Der **BUND** fordert ein Moratorium für den Einsatz von Nanomaterialien in umweltoffenen und verbrauchernahen Anwendungen, wie z.B. Lebensmitteln, Textilien, Kosmetika und Haushaltschemikalien.

Dieses Moratorium muss solange bestehen, bis

- wirksame nanospezifische Regelungen in Kraft sind, die mögliche Risiken hinreichend sicher ausschließen,
- Daten zur Risikobewertung vorliegen, die die Sicherheit der verwendeten Nanomaterialien vor gesundheits- und umweltschädlichen Wirkungen belegen, und eine ausreichende Vorsorge vor solchen Wirkungen ermöglichen, sowie
- für Verbraucher die Wahlfreiheit zwischen Nano-Produkten und nano-freien Produkten gewährleistet ist.

Forderungen an Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft:

- Alle Nanomaterialien müssen als Neustoffe eingestuft werden und eine spezifisch entwickelte Risikobewertung durchlaufen, bevor sie auf den Markt gebracht werden dürfen.
- Materialien werden auch dann einer nano-spezifischen Risikoabschätzung, -bewertung und Regulierung unterworfen, wenn sie >100 nm sind, aber in ihren Eigenschaften Materialien <100 nm vergleichbar sind und sich grundlegend von größeren Partikeln des gleichen Stoffes unterscheiden. Dieses ist in vielen Fällen für Materialien bis zu 300 nm der Fall. Bei Vorliegen entsprechender Daten für noch größere Partikel muss die Definition ggf. noch weiter angepasst werden.
- Alle für die Sicherheitsbeurteilung relevanten Daten, einschließlich der angewandten Methoden und der Ergebnisse der Risikoabschätzung, müssen für die Fachöffentlichkeit zugänglich sein, sie ist bei der Risikobewertung zu beteiligen.
- Produzenten und Handel müssen den Verkauf von Nano-Lebensmitteln einstellen, solange Risiken für die Gesundheit der Verbraucher nicht hinreichend sicher ausgeschlossen werden können.
- Entscheidungsträger in Regierung und Wirtschaft müssen dafür Sorge tragen, dass durch eine Produktkennzeichnung die Wahlfreiheit zwischen Nano-Produkten und nano-freien Produkten für Anwender und Verbraucher gewährleistet ist (14,15).

7. Glossar:

Drug release = gezielte Freisetzung von Medikamenten z.B. in bestimmten Organen

Endoprothesen = z.B. künstlicher Gelenk- oder Knochenersatz

Fibrose = bindegewebige Veränderung von Geweben wie Lunge oder Leber

Hyperthermie = z.B. Fiebertherapie

Inflammatorisch = entzündlich

In vitro = in künstlichen Medien

In Vivo = an lebenden Zellen oder Geweben

Stents = gitterartige Gefäßröhrchen zum Aufhalten z.B. der Herzgefäße

Suszeptible Personen = für chemische Stoffe empfängliche Personen

8. Literaturangaben :

1. Pulskamp, K. Einfluss von Kohlenstoff-Nanopartikeln auf die Zellphysiologie – mechanistische Studien zur toxischen Wirkung, Dissertation, 2008
2. B.Irving, Nanoparticle drug delivery systems, *Innov.Pharm.Techn.*Vol.24; p. 58-60+62, 2007
3. J.Curtis, Nanotechnology and nanotoxicology: a primer for clinicians. *Tox.reviews*; Vol:25 (4); p. 245-260, 2006
4. J. Jovic-Stosic et al, Potential pathophysiological mechanisms of ultrafine particle toxic effects in humans, *Chem.Indust.&Chem. Engin.Quarterly*; Vol: 14 (N1); p.47-49, 2008
5. K.Gerloff et al, Cytotoxicity and oxidative DNA damage by nanoparticles in human intestinal Caco-2 cells, *Nanotoxicology*, December 2009; 3(4): 355–364
6. P.Ashwood, Fine particles that adsorb lipopolysaccharide via bridging calcium cations may mimic bacterial pathogenicity towards cells. *Exp Biol Med* (Maywood) 232(1):107–117,2007.
7. P.A. Revell, The biological effects of nanoparticles
Nanotechnology Perceptions 2 (2006) 283–298
8. G.N.Jeaong, Histochemical study of intestinal mucins after administration of silver nanoparticles in Sprague–Dawley rats, *Archives of Toxicology*, 2010, Vol.84:S:63-69
9. JM Samet et al, Concentrated ambient ultrafine particle exposure induces cardiac changes in young healthy volunteers. *Am.J.Resp.and Critical Care Medicine*; Vol: 179 (11); p. 1034-1042, 2009
10. CW Lam et al, A review of carbon nanotube toxicity and assessment of potential occupational and environmental health risks, *Critical reviews in toxicology*; Vol:36(3); p.189-217, 2006
11. SK Park et al, Traffic-related particles are associated with elevated homocysteine: The VA normative aging study; *Am.J.Resp.and CCM*; Vol: 178 (3); p. 283-289, 2008
12. Rödelsperger, K. et.al, Wirkungsbezogene Messung von Nanoteilchen, Poster 46.Jahrestagung der DGAUM, 2006
13. Royal Society and Royal Academy of Engineering, "Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties.", 2004, London
14. Nano überall – Nanotechnologie im Alltag, BUND Themen und Projekte, 2009, Internet:www.bund.net/bundnet/themen_und_projekte/chemie/nanotechnologie/
15. BUND Position Nr. 43:Für einen verantwortungsvollen Umgang mit der Nanotechnologie, Juni 2007