

NANOTECHNOLOGIE

die themenbroschüre von **GLOBAL 2000**

**Was hat das
mit mir zu tun?**



lebensministerium.at

FRIENDS OF THE EARTH AUSTRIA
DIE ÖSTERREICHISCHE UMWELTSCHUTZORGANISATION

GLOBAL 2000





Nanotechnologie – die Technik in aller Munde. „Nano“ leitet sich vom griechischen Wort für Zwerg (nános) ab. Es ist Vorsilbe für die Maßeinheit Nanometer (nm), einem Millionstel eines Millimeters. Die Nanotechnologie wird als die Schlüsseltechnik des 21. Jahrhunderts

bezeichnet und weckt hohe Erwartungen. Wie bei jeder neuen Technologie stellt sich aber auch hier die Frage, in welchem Verhältnis Risiken und Nutzen zueinander stehen. Eine pauschale Aussage zu treffen ist jedoch nicht möglich. Denn die Nanotechnologie per se gibt es eigentlich gar nicht. Es handelt sich dabei um einen Oberbegriff für verschiedene Technologien aus den Bereichen Physik, Biologie und Chemie. Gemeinsam haben sie alle, dass sie sich die einzigartigen Eigenschaften von verschiedenen Materialien in Nanometergröße zu Nutzen machen.

Nanotechnologische Verfahren haben bereits Einzug in viele Bereiche der industriellen Nutzung erhalten, aber auch in die Herstellung alltäglicher Produkte.

Nanomaterialien gelangen unweigerlich früher oder später in die Umwelt. Da die „Zwerge“ anders reagieren als ihre „großen Brüder“, können sie sich in der Umwelt auch anders verhalten und vielleicht sogar Ökosysteme schädigen. Andererseits bergen Nanotechnologien für den Umweltschutz aber auch Hoffnungen, deren wirklicher Nutzen noch zu beweisen ist.

Diese Broschüre soll Ihnen einen Überblick über die verschiedenen Anwendungsgebiete der Nanotechnologien geben und Ihnen die Orientierung auf dem „Nano-Markt“ erleichtern. Profitieren wir von den Vorteilen der neuen Technologien, aber behalten wir Gesundheit und Umwelt im Auge ...

Ihr

Dr. Klaus Kastenhofer
Geschäftsführer GLOBAL 2000



Welche Chancen bietet die Nanotechnologie für die Umwelt- und Energietechnik, für neue ressourcenschonende Produkte oder im Gesundheitsbereich?

Wie können eventuell vorhandene Risiken von Nanomaterialien erkannt und in der

Folge ausgeschaltet werden?

Das sind die zentralen Fragen im Bereich der Nanotechnologie, die aus meiner Sicht derzeit noch nicht ausreichend beantwortet sind.

Die Chancen der Nanotechnologie für Österreich zu nutzen, aber mögliche Risiken frühzeitig zu erkennen und zu minimieren, muss ein gemeinsamer Schwerpunkt aller damit befassten Institutionen sein. Sorgen wir auch dafür, dass das Thema Nanotechnologie in Österreich möglichst umfassend und sachlich diskutiert wird.

Nur durch die Zusammenarbeit aller in das Thema involvierten Akteurinnen und Akteure können diese Ziele erreicht werden. Aus diesem Grund hat das Lebensministerium eine Plattform für die Erstellung eines umfassenden „Österreichischen Aktionsplans für Nanotechnologie“ ins Leben gerufen. Ich freue mich, dass dafür alle in Österreich mit Nanotechnologie befassten Ministerien sowie zahlreiche Expertinnen und Experten von anderen wichtigen Institutionen gewonnen werden konnten.

Der Österreichische Aktionsplan Nanotechnologie mit spezifischen österreichischen Handlungsempfehlungen soll Ende 2009 veröffentlicht werden.

Von diesem Plan erwarte ich mir konkrete Vorschläge, um dem Interesse der Bürgerinnen und Bürger an spezifischen Informationen zur Nanotechnologie und deren Einsatz zu entsprechen.

Die vorliegende Broschüre ist ein erster wichtiger Impuls in diese Richtung.

Ihr

Niki Berlakovich
Umweltminister

- 2 **Editorial**

- 4 **Nanotechnologien**
- 4 Nanotechnologie – Was ist das?
- 6 Synthetische Nanopartikel – Wie wirken sie?
- 9 Nanotechnologien – Wo werden sie eingesetzt?

- 16 **Nutzen und Risiko für KonsumentInnen**
- 16 Lebensmittel
- 20 Kosmetik
- 23 Haushalt
- 23 Textilien

- 24 **Welche Nanopartikel wofür verwendet werden**
- 24 Carbon Black (Industrieruß)
- 25 Titandioxid
- 26 Silber
- 28 Carbon-Nanotubes
- 28 Fullerene

- 30 **Möglichkeiten der KonsumentInnen**

- 30 **Weiterführende Adressen und Links**

Impressum: Medieninhaberin, Eigentümerin und Verlegerin: GLOBAL 2000, Neustiftgasse 36, 1070 Wien. Für den Inhalt verantwortlich: Ulrike Eickhoff, Redaktion: Astrid Breit, Lektorat: Carin Unterkircher, Layout: Hannes Hofbauer, Bildbearbeitung: Steve Wyckoff, Fotos: Cover (Uwe Bellhäuser – das bilderwerk), Science photo library/picturedesk.com (S.4, S.6, S.8, S.9/1, S.12, S.14/2, S.15/1, S.29), iStockphoto (S.5, S.7, S.9/2, S.10 & 11, S.13, S.14/1, S.15/2, S.16 bis 27), Druck: AV + Astoria Druckzentrum GmbH, Faradaygasse 6, 1030 Wien.

Diese Broschüre wurde aus Mitteln des Lebensministeriums gefördert.

Nanotechnologien – Was ist das?

Nanotechnologien beschäftigen sich mit der Forschung und der Konstruktion in sehr kleinen Strukturen. Sie umfassen Forschungsgebiete aus der belebten und unbelebten Natur und betreffen physikalische, technische, chemische und biomolekulare Sparten der Technik. Nanomaterialien werden in vielen Bereichen eingesetzt: in der Energie- und Umwelttechnik, in der Informationstechnik, bei der Oberflächenbehandlung, im Gesundheitsbereich, bei Lebensmitteln und Kosmetika.

Das Neue an den Nanotechnologien ist der bewusste Einsatz und die Herstellung von Nanopartikeln, um bestimmte Effekte hervorzurufen. Ziel der Industrie ist es, definierte Strukturen im Nanomaßstab zu erzeugen, um neue Produkteigenschaften zu erhalten.

Nanomaterialien sind keine homogene

Stoffgruppe. Sie haben so vielfältige Eigenschaften und Verhaltensweisen, dass eine allgemein gültige Bewertung ihrer Gesundheits- und Umweltrisiken nicht möglich ist. Jedes Nanomaterial muss hinsichtlich seiner Eigenschaften und seines Einsatzbereichs einzeln betrachtet werden.

Im August 2008 hat sich die ISO (Internationale Organisation für Normung) auf eine Norm zur Terminologie und Definition von „Nano“ geeinigt. Sie macht den Begriff an der Größe von Partikeln und Strukturen kleiner als 100 Nanometer (nm) fest. Diese Grenze scheint recht willkürlich. Andere ExpertInnen vertreten die Meinung, dass alle Partikel bis zu 300 nm Größe unter diese Definition fallen sollten. Denn auch diese können andere Eigenschaften haben als ihre „großen Brüder“.

Nanotechnologie – Forschung im Reich der Moleküle

Nanotechnologen sind Wissenschaftler, die sich mit Strukturen im Bereich unter 100 Nanometer befassen und dabei Phänomene nutzen, die nur bei Strukturen dieser Größe auftreten

Die Größe eines Nanoteilchens...



verhält sich wie...



die einer Ameise...

...auf einem Streichholzkopf...



... auf dem Großglockner

Querschnitt/Breite (Nanometer/nm)	Objekt	Übliche Einheiten
220.000.000	Fußball 	22 cm
23.000.000	1-Euro-Münze	2,3 cm
1.000.000	Stecknadelkopf 	1 mm
300.000	Staubmilbe 	300 µm*
50.000	Haar 	50 µm
3.000	Rotes Blutkörperchen	3 µm
500	Bakterium 	0,5 µm
65-130	Computer-Leiterbahn	65-130 nm
50	Hepatitis-Virus 	50 nm
1-50	Nanoröhrchen	1 nm
0,4	Wasserstoffmolekül 	0,4 nm
0,1	Wasserstoffatom	0,1 nm

1 nm = 1 Millionstel mm = 0,000.001 mm; *µm = Mikrometer

Der Begriff „Nano“ ist nicht geschützt. Oft steht er als Synonym für „fortschrittlich“. Ob es sich bei solcherart beworbenen Artikeln aber auch wirklich um Nanoprodukte handelt, ist nicht immer sicher. Andererseits müssen Nanomaterialien bisher nicht deklariert werden. Es gibt also Produkte, die Nanomaterialien enthalten, ohne dass es jemand erfährt.

Die vorliegende Broschüre hat die so genannten synthetischen Nanopartikel zum Gegenstand. Diese werden mit einer ganz bestimmten Absicht hergestellt – das heißt, man will ihre speziellen Eigenschaften für ganz bestimmte Zwecke einsetzen.

Synthetische Nanopartikel unterscheiden sich von:

- Nanopartikeln, die durch natürliche Prozesse, wie etwa Waldbrände oder Vulkanausbrüche entstehen. Und natürliche Nanopartikel, die überall in der Umwelt vorhanden sind, wie beispielsweise Tonminerale als Bodenbestandteile.
- Nanopartikeln, die bei fast jedem Verbrennungsprozess entstehen: in Autoabgasen, im Zigarettenrauch, beim Lagerfeuer.



NATÜRLICHE NANOMATERIALIEN	VOM MENSCHEN VERURSACHTE NANOMATERIALIEN	BEWUSST HERGESTELLTE SYNTHETISCHE NANOMATERIALIEN
Proteine	Ruß	Metalloxide (Titandioxid, Zinkoxid etc.)
Viren	Flugasche	Metalle (Silber..)
Mineralien	Feinstaub	Nanotubes
Huminsäure	Abrieb von Reifen	Fullerene
Polysaccharide	Abrieb von Schuhen, etc.	Quantenpunkte (nanoskalige Halbleitermaterialien)

Synthetische Nanopartikel – Wie wirken sie?

Über die möglichen Wirkungen synthetischer Nanopartikel auf Lebewesen und Umwelt gibt es nur unzureichende Informationen. Eine verlässliche umfassende Risikoabschätzung für den Arbeits-, Umwelt- und Gesundheitsbereich ist derzeit nicht möglich.

Ganz unwissend sind wir jedoch nicht. Abgesehen von der wachsenden Anzahl toxikologischer Studien gibt es bereits viele Erkenntnisse zur Feinstaubproblematik, zur Wasseranalytik und zur Kolloidchemie, aus denen Rückschlüsse möglich sind. Eines ist jedoch auch durch einschlägige Untersuchungen dokumentiert: Gewisse Nanopartikel können Gesundheits- und Umweltschäden verursachen.

Freie Nanopartikel, Fullerene und Kohlen-

stoff-Nanoröhrchen gelten als gesundheitlich besonders bedenklich. Ein geringeres Besorgnispotenzial wird bei Nanomaterialien vermutet, die fest in eine Produktmatrix eingebunden sind, oder zu unbedenklichen Substanzen abgebaut werden können. Weitestgehend unbekannt sind die Risiken von Nanoprodukten am Ende ihres Lebensweges, etwa ihr Verhalten in Kläranlagen, bei der Müllverbrennung oder bei Recyclingprozessen.

Es ist sehr schwer Nanomaterialien zu bewerten, da sie alle ihre ganz speziellen Eigenschaften besitzen. Diese ergeben und verändern sich durch ihre unterschiedliche Kristallstruktur, Beschichtungen und Verunreinigungen beim Herstellungsprozess.



Wie verhalten sich synthetische Nanopartikel ...

Synthetische Nanopartikel sind teilweise hochreaktiv und können über unterschiedliche Wege in Wasser, Boden und Luft gelangen. Sie haben auch zum Teil die Fähigkeit, nach ihrer Freisetzung Schadstoffe zu mobilisieren. Außerdem weiß man nichts über ihr langfristiges Verhalten in der Umwelt.



... in der Luft

Der Einfluss staubbelasteter Umgebungsluft auf die menschliche Gesundheit wird seit Jahrzehnten untersucht. Im Zusammenhang mit der Luftverschmutzung stellen speziell ultrafeine Stäube eine potenzielle Gesundheitsgefahr dar. Und ultrafein sind eben auch synthetisch hergestellte ungebundene Nanopartikel.

... in der Kläranlage

In Kläranlagen werden Nanopartikel nur zum Teil aus dem Abwasser entfernt und die derzeit vorliegenden Daten ermöglichen keine generelle Quantifizierung des Gefährdungspotentials. Über Kläranlagen könnten jedoch Böden und Gewässer mit Nanopartikeln kontaminiert werden. Andererseits ist aber wiederum der Einsatz von Nanopartikeln bei der



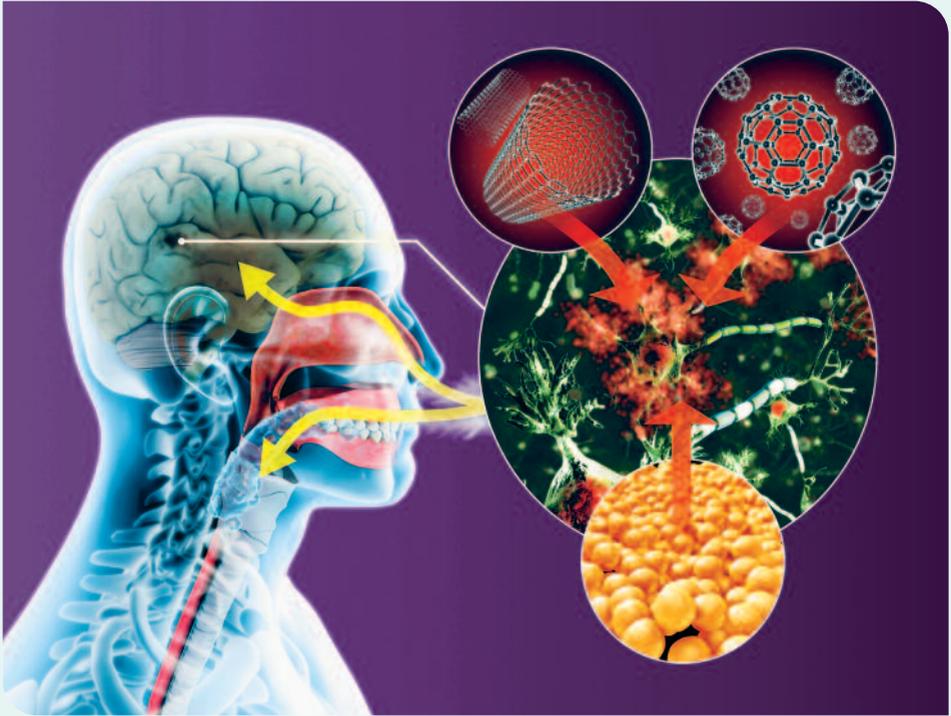
Wasseraufbereitung im Gespräch, wie etwa bei der Reinigung der Abwässer von Arzneimitteln, die bis heute noch in großen Mengen über die Abwässer in unsere Flüsse gelangen.

... in Gewässern

Bisherige Untersuchungen zeigen, dass synthetische Nanopartikel in Seen und Grundwasser dazu neigen, sich mit anderen Teilchen zusammenzuballen. Dadurch könnten sie zwar kürzer unterwegs sein, sie könnten sich aber auch mit toxischen Teilchen zusammenballen und neue toxische Konglomerate bilden.

Wie die verschiedenen Nanopartikel auf Fische und Kleinstlebewesen in Gewässern wirken, ist noch nicht klar.





... und beim Menschen

Nanopartikel können über die Atmung in die Lunge und über den Verdauungstrakt in den Blutkreislauf und von da in alle Organe gelangen. Wie sie dort wirken, muss jedoch für jeden Stoff einzeln erforscht werden.

Ob eine Aufnahme über die Haut erfolgen kann, ist umstritten und je nach Material unterschiedlich. Bei gesunder Haut scheint dies beispielsweise für Titandioxid unwahrscheinlich, während von Fullerenen angenommen wird, dass sie auch durch gesunde Haut gehen können.

Gewisse Nanopartikel können unter bestimmten Umständen die Blut-Hirn-Schranke überwinden. Über die Riechfasern der Nasenschleimhaut gelangen manche Nanopartikel direkt ins Gehirn. Was sie dort bewirken, ist

ebenfalls nicht bekannt. Einige Nanopartikel durchdringen die Zellmembrane und können so in den Zellkern gelangen.

In der EU gibt es mehrere Forschungsprogramme zur Erforschung der Toxikologie von Nanopartikeln. Die Nano-Risikoforschung hinkt aber der Markteinführung von Nano-Produkten hinterher. Ein vor- und umsichtiger Umgang mit synthetischen Nanopartikeln ist angebracht. Massenproduktion und Massenverwendung sollten wohl überlegt sein. Die Nano-Risikoforschung muss ausgeweitet, bestehende Gesetze müssen angepasst werden. Dies geschieht derzeit beispielsweise für den Bereich der Lebensmittel, der Kosmetika und der Testmethoden der Chemikaliengesetzgebung (REACH).

Nanotechnologien – Wo werden sie eingesetzt?

In der Energieversorgung

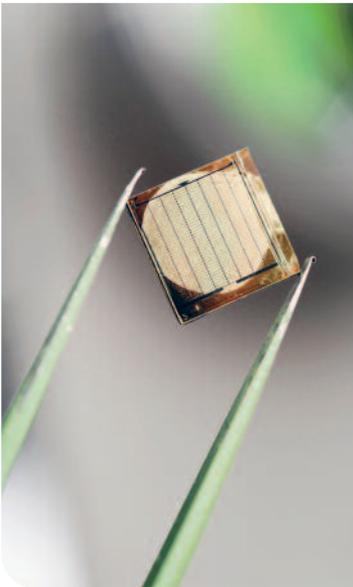
Der Energiebereich ist ein ganz wesentlicher Einsatzbereich der Nanotechnologien.

In der Solarzellentechnik finden Nanotechnologien schon seit langer Zeit Anwendung. Durch zahlreiche unterschiedliche Strategien ist es möglich, die Energieausbeute zu erhöhen, beziehungsweise den Energiepreis zu senken.

- Nano-Oberflächenstrukturierung von Solarzellen zur Verminderung von Reflexionsverlusten (CIGS-Solarzellen). Diese neuen Materialien werden bereits produziert.
- PlasticPower der US-Firma Konarka ist ein Polymer-Fullerene-Gemisch als Photovoltaik-

Zelle. Es ist leicht und flexibel, gut transportierbar und lässt sich unterwegs an Handys und Laptops anschließen. Dieses Produkt steht kurz vor der Markteinführung.

- Grätzel-Zelle: Elektrochemische Flüssigkeitszelle mit Titandioxid als Elektrolyten und einem Farbstoff zur Verbesserung der Lichtabsorption. Die Grätzel-Zelle ist in Entwicklung.
- Nano-Antennen aus Gold, die auf einem Gitter angeordnet, Licht aus der Umgebung einfangen und daraus Strom produzieren. Diese sind in Forschung.



In der Landwirtschaft

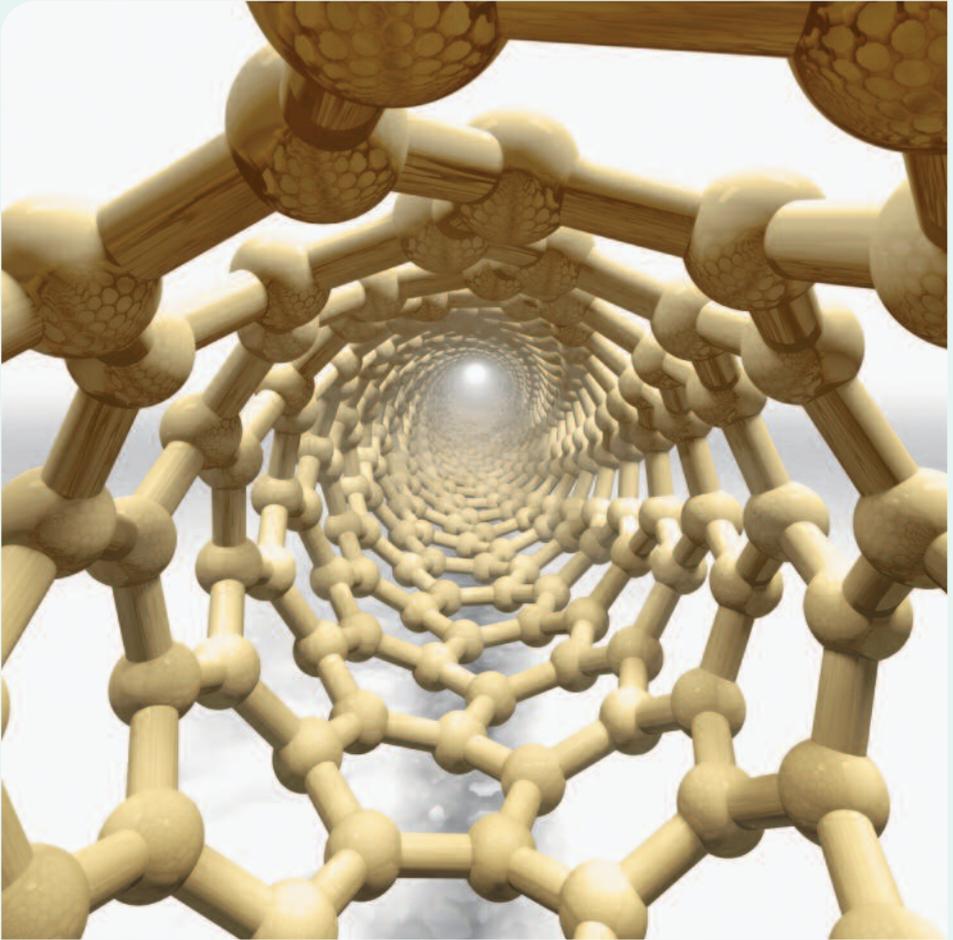
Durch Nanotechnologien wird eine neue Generation von Agrochemikalien eingeführt und in die Umwelt entlassen. Herkömmliche Pestizide, Wachstumsregulatoren und Mittel zur Saatgutbehandlung können von den Herstellern auf Nano-Größe verkleinert oder in Nanokapseln verpackt werden, um sie wirksamer einzusetzen.

So können etwa Pestizide in Emulsionen aus Nanotröpfchen in einer Trägerflüssigkeit eingesetzt werden. Man geht davon aus, dass Nanotröpfchen besser von den Pflanzen absorbiert werden und die Spritzgeräte nicht so schnell verstopfen. In Österreich gibt es zur Zeit keinen Antrag auf Zulassung eines auf Nanotechnologie basierenden Pflanzenschutzmittels.

In Entwicklung sind auch Systeme, die es ermöglichen, der Pflanze unter bestimmten Bedingungen eine genau definierte Menge eines Wirkstoffs zuzuführen. Fungizide würden etwa nur bei hoher Feuchtigkeit abgegeben, weil dann die Gefahr von Pilzbildung steigt. Hier wird die selbe Technik angewendet, die auch in der Medizin zur gezielten Verabreichung von Medikamenten eingesetzt werden soll.

Darüber hinaus sind für die Landwirtschaft spezielle Sensoren in Entwicklung, die Pflanzenzucht und Tierzucht überwachen sollen, um so den Ausbruch von Krankheiten frühzeitig zu erkennen oder detaillierte Informationen über Bodenfeuchtigkeit, Temperatur, Stickstoffverfügbarkeit, Unkräuter, Krankheiten etc. zu erhalten.





In der Umwelttechnik

In der Umwelttechnik könnten Nanotechnologien in folgenden Bereichen Einsatz finden:

- in Autoabgaskatalysatoren: Nanoskalige Edelmetalle wie Platin, Palladium und Rhodium auf Trägermaterial könnten möglicherweise den Ausstoß an Kohlenwasserstoffen, Kohlenmonoxid und Stickoxiden verringern.
- Nano-Katalysatoren in der Industrie: Nano-Katalysatoren könnten Energie sparen und Nebenprodukte mindern.
- Nano-Membrane und -Filter zur Wasseraufbereitung und zur Entfernung von Umweltgiften und Pharmaabfällen.
- Lacke mit Nanomaterialien auf Metallen ermöglichen möglicherweise den Verzicht auf Chrom VI und andere Schwermetalle.



In der Medizin

Durch den Einsatz von Nanotechnologie im Medizinbereich werden Verbesserungen bei medizinischen Diagnosen und Therapien erwartet. Diagnosen sollen schneller und zu einem früheren Zeitpunkt gestellt werden und spezifischere und genauere Ergebnisse liefern.

Folgende Neuerungen (Auswahl) werden beforscht, einige wenige sind schon im Einsatz:

Sensortechnik

- Nano-Glukosesensor zur Bestimmung des Blutzuckergehaltes.
- regelmäßige Überwachung der mütterlichen Blutwerte während der Schwangerschaft mittels Nano-Sensoren.

Ortsgeauer Wirkstofftransport

- Schilddrüsenzellen und Inselzellen der Bauchspeicheldrüse werden heute bereits in teildurchlässige „Nano-Hüllen“ verkapselt implantiert. Im Körper produzieren sie die fehlenden Hormone.
- Einzuatmende Nanoteilchen, in die Wirkstoffe gegen Asthma und Bronchitis

eingekapselt sind, würden in der Lunge über einen längeren Zeitraum wirken.

- Textilien mit Cyclodextrinen (Stärke), in denen Pharmazeutika eingeschlossen sind, die dann durch Körperwärme langsam an die Haut abgegeben werden.
- Chitosan-Nanopartikel könnten als Transportmittel für Medikamente genutzt werden, die direkt über die Nasenschleimhaut aufgenommen werden können, und etwa das Insulin-Spritzen überflüssig machen würden.
- Liposome als Transportvehikel für unterschiedlichste Wirkstoffe.

Wirkstoffe, Verfahren und Instrumente

- Zerstörung von Tumorzellen mit Hilfe magnetischer Nanopartikel.
- Entwicklung eines Hepatitis B-Impfstoffes, der nicht gekühlt werden muss. Da er über die Nasenschleimhaut aufgenommen werden kann, muss er nicht mit sterilen Spritzen verabreicht werden. Dies ist für die Tropen besonders interessant.





Materialien und Oberflächen

- Nano-Beschichtungen für Oberflächen, die antimikrobiell wirken, kaum verschmutzen und/oder leicht zu reinigen sind.
- Chancen ergeben sich möglicherweise bei Mensch-Maschinen-Schnittstellen, für Menschen mit körperlichen Einschränkungen, die eine Verbesserung ihrer Lebensqualität mit sich bringen können, z.B. die Steuerung eines Rollstuhls mit Nervenimpulsen.

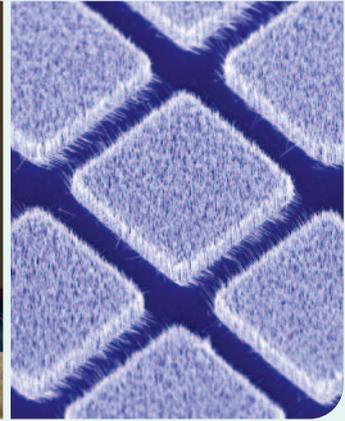
Mit wenigen Ausnahmen sind jedoch die möglichen positiven Auswirkungen der Nanotechnologien auf die menschliche Gesundheit bisher rein hypothetisch. Da in diesem Bereich viele Forschungsgelder fließen, sind die Heilversprechen groß – in wieweit diese in Erfül-

lung gehen, wird sich im Laufe der Zeit zeigen.

Nanotechnologische Medikamente werden vor der Zulassung gründlich getestet, da sie unter das Arzneimittelgesetz fallen. Jedes Medikament hat Nebenwirkungen und eine Kosten/Nutzen-Abwägung muss immer erfolgen.

Zweifelsohne werden Nanotechnologien zu einer weiteren Technisierung der Medizin führen.

Cyclodextrine sind eine Gruppe von Verbindungen, die Abbauprodukte von Stärke sind. Sie sind toxikologisch eher unproblematisch. In Nanoform können sie als Trägersysteme für Medikamente oder Duftstoffe verwendet werden.



Informations- und Sicherheitstechnik

Die Computertechnologie ist eine Entwicklung der konsequenten Miniaturisierung der Bauteile. Die Mikroelektronik bewegt sich kontinuierlich hin zur Nanoelektronik. Schon heute sind einige Abmessungen von Bauelementen klar im Bereich der Nanotechnologie anzusiedeln.

- Hochwertige Lithium-Ionen Akkus enthalten bereits heute einen Anteil von fünf Prozent Kohlenstoff-Nanoröhren (Nanotubes). Akkus lassen sich dadurch ohne Verluste häufiger wiederaufladen.
- Quantenpunkte (nanoskalige Halbleitermaterialien) sollen für neueste Generationen an Bildschirmen eingesetzt werden. Diese sollen schärfer und energieeffizienter sein als herkömmliche LCD-Bildschirme.
- Flachbildschirme mit Kohlenstoff-Nanoröhren ermöglichen hochauflösende Displays, die hinsichtlich Farbqualität und Kontrast den konventionellen Röhrenbildschirmen überlegen und durch die neue

Technologie gegenüber LCD-Bildschirmen konkurrenzfähiger sind.

- Entwicklungen in der Speichertechnologie von nur 50 nm-großen DRAM (Dynamic Random Access Memory)-Chips erhöht die Speicherleistung derselben und steigert damit die Produktionseffizienz.
- Die Wärmeableitung in Computern ist für Chiphersteller ein großes Problem geworden. Silizium-Chips mit Nanotubes ermöglichen eine überaus hohe Wärmeabgabe an die Umgebung und können als Kühlelemente direkt am Chip angebracht werden.

Für den Bereich der Sicherheitstechnik ist die Nano-Sensortechnik höchst interessant. Es könnten etwa elektrisch leitfähige Nano-Fasern in Teppichen eingearbeitet werden, die als Drucksensoren Räume überwachen könnten. Nano-Sensortechnik kann nicht mehr wahrgenommen werden. Sie ist daher unter Datenschutz Gesichtspunkten kritisch zu betrachten.

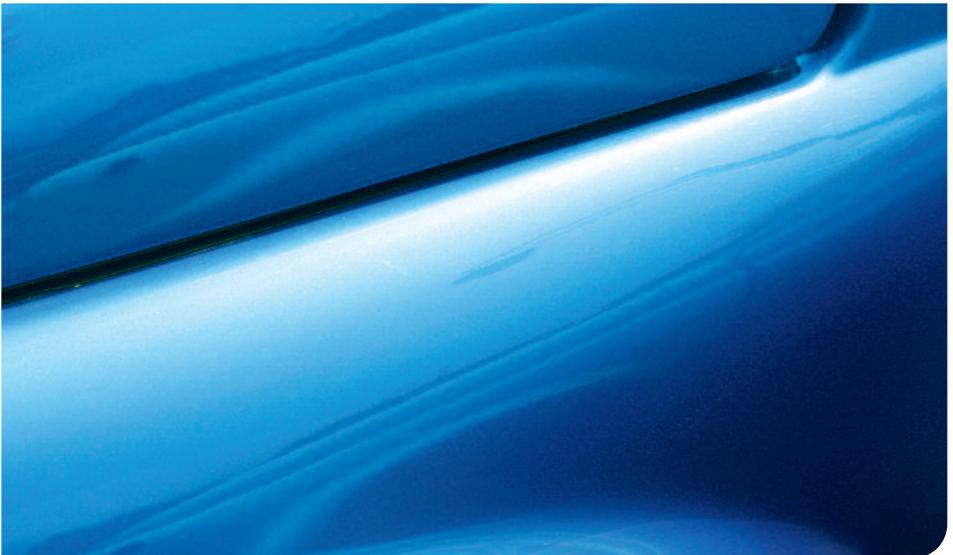


Lacke, Farben, Oberflächenbeschichtungen

In Lacken und Farben kommen Nanomaterialien zum Einsatz, die die Kratzfestigkeit von Autolacken oder lackierten Holzfußböden erhöhen. Außerdem wurden selbstreinigende Oberflächen entwickelt.

Man kann mit Nano-Titandioxid Lacke mit

blauen Effektpigmenten herstellen. In solchen Metallic-Lackierungen erzeugen die Nanopartikel eine vom Beobachtungswinkel abhängige Farbwahrnehmung. Geforscht wird auch an einem neuen Korrosionsschutz aus nanostrukturierten Beschichtungsmaterialien, der den bisher üblichen umweltschädlichen Korrosionsschutz aus Chrom ersetzen soll.



Nutzen und Risiko für KonsumentInnen

Lebensmittel

Lebensmittel sind eindeutig der sensibelste Nano-Einsatzbereich. Während in anderen Bereichen der Begriff „Nano“ durchaus positiv besetzt ist, wird er hier von VerbraucherInnen äußerst kritisch bis ablehnend gesehen. Das weiß auch die Lebensmittelindustrie. Die von VerbraucherInnen geforderte Transparenz wird aber nur sehr zögerlich umgesetzt. Ausnahme sind Nahrungsergänzungsmittel, die häufig mit „Nano“ beworben werden.

Hinsichtlich des Einsatzes von Nanomaterialien in neuartigen Lebensmitteln (Novel Food) gibt es auf der rechtlichen Ebene Veränderungen. Das Europäische Parlament hat am 25. März 2009 über die neue Novel-

Food-Verordnung abgestimmt. Nanomaterialien für Lebensmittel müssen zukünftig nach umfangreichen Prüfungen zugelassen und dann gekennzeichnet werden. Dies gilt für Nanomaterialien, die nach 1997 auf den Markt gekommen sind. Allerdings muss die neue Novel-Food-Verordnung noch durch den EU-Rat abgesegnet werden.

Nanotechnologien werden sich in der Lebensmittelindustrie voraussichtlich noch weiter etablieren. Die Lebensmittelbranche sieht im Bereich der Nahrungsergänzungsmittel und bei so genanntem „Functional Food“ das größte Marktpotential für nanotechnische Anwendungen.





Im Lebensmittelsektor kommen neuartige nanoskalige Materialien in drei verschiedenen Bereichen zum Einsatz:

- Als Zutaten für Lebensmittel: beispielsweise als Rieselhilfsmittel, Fließhilfsmittel, Füllstoffe, Nano-Verkapselung und als Konservierungsmittel.
- Auf und in Lebensmittelbedarfsgegenständen wie Verpackungen.
- Im Prozess der Lebensmittelproduktion.

Folgende nanoskalige Substanzen sind bereits als Zusatzstoffe im Einsatz:

- Amorphe Kieselsäure (Siliciumdioxid, E551) in raffinierten Speisesalzen zur Verbesserung der Rieselfähigkeit, in Hart- und Schmelzkäsen zur Verbesserung der Sämigkeit und in Ketchup zur Verringerung der Haftfähigkeit.
- Carotinoide (E160a) in Limonaden, Fruchtsäften oder Margarinen zur Orangefärbung und längeren Frischhaltung.

- Mizellen, eine Art Nanokapsel, die beispielsweise Vitamine, Mineralstoffe oder Aromen umhüllen. Mizellen können die Wirkung der zu transportierenden Substanzen verändern oder erhöhen. In der Lebensmitteltechnologie eingesetzte Mizellen bestehen aus Polysorbat 20 (E 432) oder Polysorbat 80 (E 433). Sie werden eingesetzt um Vitamine, Omega-3-Fettsäuren, ätherische Öle, Co-Enzym Q10 oder andere Stoffe einzukapseln.
- LycoVit, synthetisches Lycopin, wird als Antioxidationsmittel in Lebensmitteln eingesetzt.
- Im Bereich der Nahrungsergänzungsmittel sind viele Produkte mit Kupfer, Silber, Gold und anderen Schwermetallen auf dem internationalen Markt. Der Nutzen dieser Produkte ist jedoch unerwiesen.

Anhand der E-Nummern auf der Verpackung kann nicht erkannt werden, ob Partikel in Nanogröße eingesetzt wurden oder nicht.



Der Großteil der in den Medien beschriebenen nanotechnologischen Anwendungen im Bereich der Lebensmittel ist noch im Entwicklungsstadium. Es werden Lebensmittel entwickelt, die je nach Bedarf ihre Farbe, ihr Aroma oder ihren Nährwert verändern. Nestlé hält beispielsweise ein Patent an einem Verfahren für Tiefkühlprodukte, die dank Nanoteilchen in der Mikrowelle gleichmäßiger auftauen.

Verpackungen

Um Kunststoffe für die verschiedensten Anwendungen im Verpackungsbereich zu optimieren, werden ihnen Stoffe, so genannte Additive zugesetzt. Nanomaterialien bieten hier

neue Möglichkeiten. Sie sollen Verpackungen reißfester, schlagfester und UV-beständiger machen. Und sie sollen die Dampf- und Sauerstoffdurchlässigkeit regeln.

Das Hauptaugenmerk liegt jedoch auf der Verlängerung der Haltbarkeit von Produkten. Nano-Additive sollen den Inhalt der Verpackung vor Mikroben oder UV-Strahlung schützen oder verhindern, dass Wasserdampf oder Sauerstoff eindringen können. Die Beschichtungen bestehen aus mineralischen oder metallischen Nanopartikeln, die außen, innen oder zwischen zwei Verpackungsschichten angebracht werden. Bei Innenbeschichtungen besteht die Gefahr, dass Nanopartikel in die Nahrungsmittel gelangen.





Auf dem Markt sind auch bereits verschiedenste PET-Flaschen für Saft, Bier und Wein, die mit Nanopartikeln beschichtet sind. Coca-Cola, Granini und Perrier nutzen bereits solche nanobeschichteten PET-Flaschen. Inwieweit sie auf dem österreichischen Markt erhältlich sind, ist nicht gesichert.

Ein großer Trend liegt im Bereich von antibakteriell wirkenden Verpackungen mit Nano-Silberbeschichtung, Nano-Zinkoxid oder Nano-Titandioxid. Sie sollen die Haltbarkeit der Lebensmittel verbessern.

Es ist nicht geklärt, ob und wie Nanopartikel aus den Verpackungen in die Nahrungsmittel gelangen können. Bei der antibakteriellen Beschichtung ist ein Übergang der Nanopartikel auf die Lebensmittel jedoch gewollt, um einen konservierenden Effekt zu erzielen.

Welche gesundheitlichen Risiken dies birgt, ist ungewiss. Nano-Verpackungen sind für KonsumentInnen nicht erkennbar.

In Entwicklung befinden sich darüber hinaus auch Kunststoffe, die gezielt Zusatzstoffe, wie etwa Geruchs- oder Geschmacksstoffe, an die Lebensmittel abgeben sollen, und „intelligente“ Verpackungen mit Nano-Sensoren, die Lebensmittel während der Produktion bis zu den EndverbraucherInnen mittels winziger Sender überwachen. Sie sollen Verderb, Bakterien oder Nährstoffverluste aufspüren, indem sie zum Beispiel durch Farbumschlag die Unterbrechung der Kühlkette anzeigen. Solche Produkte sind bisher noch nicht auf dem Markt, geben aber einen Hinweis auf zukünftige Entwicklungen.

Kosmetik

Die Nanotechnologie hält unaufhaltsam Einzug in die Kosmetikindustrie. Wie in der Medizin werden auch hier Verkapselungs- oder Trägersysteme dazu eingesetzt, um Wirkstoffe in tiefere Hautschichten zu transportieren. Nanopartikel werden als UV-Filter in Sonnenschutzmitteln verwendet. Nanoskaliges Calciumphosphat, Nano-Pigmente, Keramik-Nanopartikel, nanopartikuläres Gold und Silber oder Fullerene sollen zu Schönheit, Gesundheit und junger Haut verhelfen.

Das Europäische Parlament hat eine neue Kosmetikverordnung verabschiedet, die 2012 in Kraft tritt. Darin werden erstmals auch Sicherheitsprüfungen und Kennzeichnung für Nanopartikel vorgeschrieben. Hersteller, die Nanopartikel einsetzen, müssen dies der EU-Kommission mitteilen.

Sonnencremes

Schon seit einigen Jahren werden Nano-Substanzen als mineralische UV-Filter in Sonnenschutzmitteln verwendet. Titandioxid, landläufig als Weißmacher in Wandfarben bekannt, ist in der Nanoform transparent, so dass sich auf der Haut kein weißer Film bildet und die Sonnencreme sich besser verteilen lässt. Nach heutigem Forschungsstand dringt Nano-Titandioxid nicht durch die gesunde Haut, ob sie durch verletzte Haut in den Körper gelangen kann, ist allerdings umstritten. Die Entscheidung fällt nicht leicht: Sonnenbaden ohne Sonnenschutz ist bekanntlich ungesund, chemische UV-Filter wirken im Tierversuch oft wie Hormone – bleibt also noch Nano-Titandioxid als UV-Filter. Der wissenschaftliche Ausschuss für Konsumgüter der EU (SCCP) empfiehlt eine neuerliche Evaluierung von nanoskaligen mineralischen UV-Filtern in Kosmetika.





Dekorative Kosmetik und Anti-Aging-Produkte

Hier gibt es bereits eine lange Liste von Nano-Produkten, die aufgrund fehlender Kennzeichnungs- und Registrierungspflicht jedoch sicherlich unvollständig ist:

- Nano-Glanzpigmente in Cremes und Puder (Wismutoxidchlorid).
- Titandioxid in Anti-Aging-Kosmetika: Titandioxid lagert sich in die Falten – die diffuse Lichtstreuung soll dazu führen, dass die Sichtbarkeit der Falten reduziert wird.
- Nano-Gold und -Silber in bestimmten Cremes: sollen der Haut ein frischeres Aussehen verleihen.
- Nanopartikel aus Vulkanasche für Wimperntusche.
- Keramik-Nanopartikel für Nagellacke.

- Mizellen und Nanosome, die Wirkstoffe in tiefere Hautschichten transportieren sollen: werden in Haut- und Haarpflegeprodukten eingesetzt.
- Fullerene als Radikalfänger zur Verhinderung von Faltenbildung: Studien zeigen, dass Fullerene in die Haut eindringen können und bei Versuchen an Bakterien toxisch wirken.

Zahncremes

In speziellen Zahncremes für sensible Zahnhälse wird Apatit (nanoskaliges Calciumphosphat) verwendet. Dieses erzeugt eine dem natürlichen Zahnmaterial ähnelnde dünne Schicht und soll so die Schmerzempfindlichkeit reduzieren.

Zahncremes mit diesem Wirkstoff sind unter den Marken Theramed, Vademecum, Bio-repair und Licor del Polo in verschiedenen europäischen Ländern auf dem Markt. Bio-repair hat auch eine Zahn- und Mundspülung mit diesem Wirkstoff im Programm.



Haushalt

In Haushalts- und Küchenartikeln, wie Kühlschränken, Pfannen, Frischhalteboxen, Reinigungsmitteln, Frischhaltefolien, etc., können Nanomaterialien enthalten sein, die direkt als antibakterieller Wirkstoff fungieren.

Neben den bestehenden Risiken antibakteriell ausgerüsteter Haushaltsprodukte ist laut dem Bundesinstitut für Risikoforschung in Deutschland nicht einmal gesichert, dass antimikrobielle Substanzen etwa in Kühlschrankschrankwänden überhaupt eine effektive desinfizierende Wirkung entfalten.

Textilien

Schon lange bestehen Textilien nicht mehr nur aus natürlichen Fasern. Textilien werden chemisch gefärbt, knitterfrei ausgerüstet, mit Kunstharzen behandelt, usw. Nanomaterialien bieten den Herstellern neue Möglichkeiten, den Textilien bestimmte Eigenschaften zu verleihen.

Decken und Kissen, Unterwäsche und Socken werden mit Nano-Silber antibakteriell ausgerüstet, Krawatten, Hemden, Berufsbekleidung und Outdoorkleidung mit schmutzabweisender und wasserabweisender Nano-Beschichtung versehen.

Während Hersteller und Handel neue Zielgruppen und Umsatzchancen sehen, stellt sich für die VerbraucherInnen die Frage nach dem Risiko. Da über Gesundheits- und Umwelt Risiken zur Zeit noch wenig bekannt ist, ist hier Vorsicht geboten. Folgende Anwendungen werden zur Zeit beforscht bzw. sind schon auf dem Markt erhältlich:

- Nano-Siliziumdioxid und Nano-Fluorcarbone für schmutzabweisende Textilien.
- Nano-Cyclodextrine und Nano-Silber zur Bindung unangenehmer Gerüche.

- Nano-Silber für die antibakterielle Wirkung (Desinfektion).
- Nano-Titandioxid und Nano-Zinkoxid für UV-Schutz-Kleidung.
- Wasserabweisende Nano-Oberflächen.
- Textilien mit Schadstoffreinigern: Organische Schadstoffe werden durch katalytische Effekte von Nano-Titandioxid unter Lichteinfluss zersetzt.
- Elektromagnetische und Infrarot-Abschirmung für Schutzkleidung (Nano-Indiumzinnoxid).
- Leitfähigkeit und magnetische Eigenschaften: beispielsweise Nano-Eisen und Nano-Eisenoxid zur Wärmung von Outdoorkleidung.
- Hochfeste oder halbleiterartige Fasern (Nanotubes).

Wie wissen nun KonsumentInnen, welche Textilien Nanomaterialien enthalten und welche nicht? Leider gar nicht, denn manche HerstellerInnen weisen ihr Produkt als Nanoprodukt aus, andere wiederum nicht. Und wieder andere schreiben „Nano“ drauf, obwohl es gar nicht drin ist, weil sie sich einen Marktvorteil dadurch erhoffen.

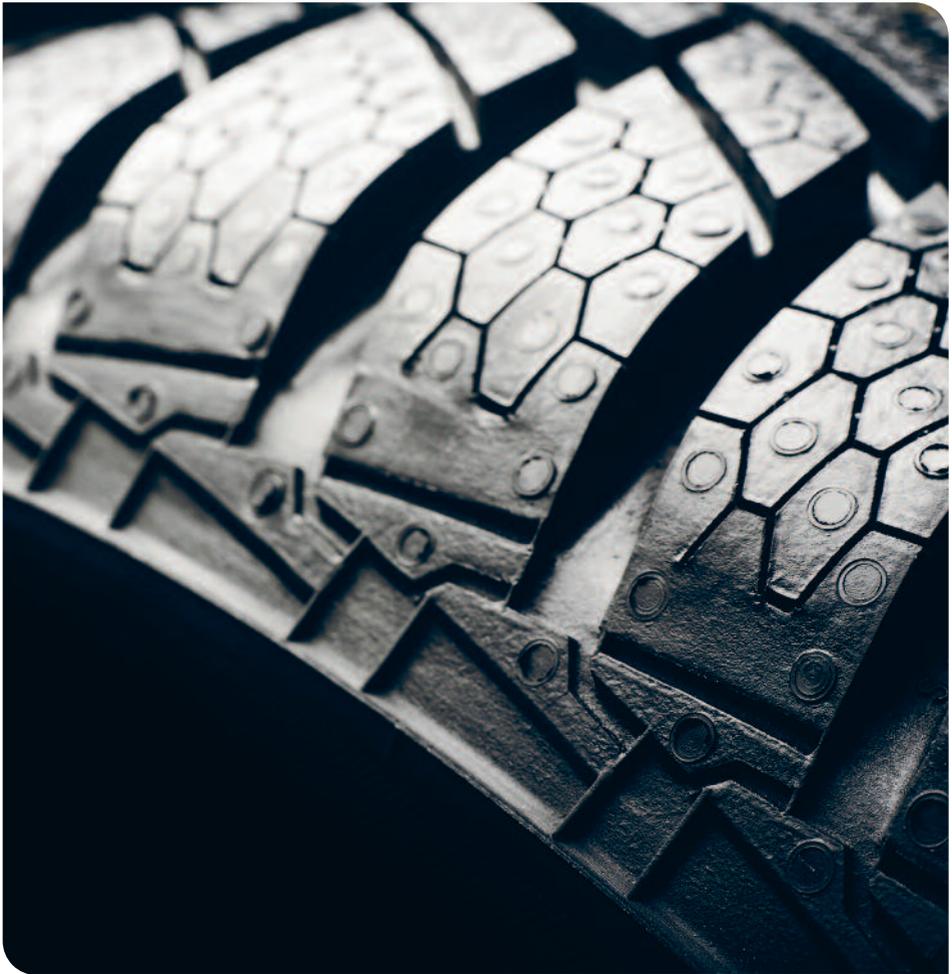


Welche Nano-Partikel wofür verwendet werden

Carbon Black (Industrieruß)

Carbon Black wird bereits seit geraumer Zeit als Füllstoff in Gummireifen, aber auch für kratzfeste Lacke und Antireflexbeschichtungen eingesetzt. Carbon Black ist ein Standard-

farbstoff für Kunststoffe, Textilien und in der Druckindustrie, zum Beispiel in Tonerkassettensystemen für Laserdrucker. Wird Carbon Black eingeatmet, kann er Krebs auslösen.



Titandioxid (TiO₂)

Titandioxid kennen wir alle. In seiner großen Form ist es der Farbstoff, der an den weißen Wänden der meisten Zimmerwände zu sehen ist. Nano-Titandioxid erscheint dagegen transparent und absorbiert UVA- und UVB-Strahlen. Das macht es für die Herstellung von Sonnencremes, Kunststoffen und Lacken so interessant. Außerdem fördert Nano-Titandioxid die Radikalbildung. Diesen Effekt nutzt man in der Wasseraufbereitung und in chemischen Produktionsprozessen. Für den Menschen ist die Radikalbildung im Körper unerwünscht, denn Radikale können zu Zellschädigungen führen. Um die Aufnahme über die Haut und die Radikalbildung zu unterbinden, werden die Nano-Titandioxidpartikel häufig zusätzlich mit Polymeren ummantelt.

Nano-Titandioxid kommt in folgenden Produkten als UV-Filter zum Einsatz:

- In Kosmetika.
- In Holzschutzmitteln: Hier verhindert es Ausbleichen und Vergilben.
- In Textilien.
- In Farben und Lacken.
- In Kosmetikfarben und Autolacken als Perlglanzpigmente.
- In Kunststoffen:
z.B. in Kunststoff-Fenstern, in Frischhaltefolien für Lebensmittel, etc.

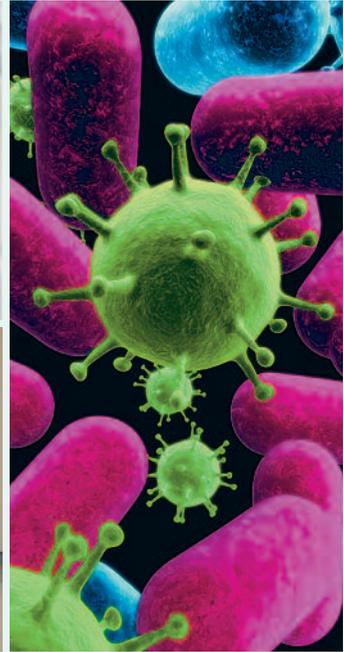
Nano-Titandioxid wird in folgenden Bereichen aufgrund seiner Radikalbildung eingesetzt:

- In der Wasseraufbereitung: Nano-TiO₂ zerstört Mikroorganismen und andere toxische Substanzen in Abwässern, wie z.B. polychlorierte Biphenyle PCB, Pestizide, etc.
- In der Abgastechnik:
Nano-TiO₂ zersetzt Stickoxide.

Die gesundheitlichen Risiken und Umweltwirkungen von Nano-Titandioxid sind umstritten.

Die Internationale Krebsforschungsagentur hat TiO₂ im Falle der Aufnahme in den Körper durch Einatmung als für den Menschen möglicherweise krebserregend eingestuft, und zwar unabhängig von der Partikelgröße. Wird Nano-Titandioxid in Kosmetika eingesetzt, liegt es entweder als Dispersion oder Suspension vor, und ist dann nicht lungengängig. Es stellt sich aber die Frage nach der Aufnahme über die Haut, insbesondere der geschädigten, und was dann im Körper damit passiert. Darüber ist ein Wissenschaftsstreit im Gange, der noch nicht endgültig entschieden ist. Bis dato läuft TiO₂ innerhalb der EU als gesundheitlich unbedenklich. Die Europäische Kommission fordert jedoch weitere Daten zum Verhalten von Nano-TiO₂ auf verletzter Haut und droht mit Entzug der Zulassung von Titandioxid für Kosmetika.





Silber

Silber wird als Biozid in verschiedensten Produkten eingesetzt und zwar sowohl in Nanogröße als auch in größerer Form. Die biozide Wirkungsweise von Silber ist seit langem bekannt. Die Wirkungsweise von Nano-Silber ist komplexer und effektiver als die normalen Silbers. Bisher werden erst rund 10 Prozent des eingesetzten Silbers in Form von Nano-Silber in Produkten eingesetzt – die Tendenz ist stark steigend.

Silber kommt als antibakterielle Beschichtung in Kühlschränken, Lichtschaltern, Zahnbürsten, Badezimmer- und Küchenmöbeln, Kochgeschirr, Putzschwämmen, Weichspülern, Kinderspielzeug, Babyschnullern, etc. oder in Verpackungen zum Einsatz.

Silber wird auch gegen Schweißgeruch in Textilien, Schuhen, Socken, Unterwäsche, etc., insbesondere im Outdoorbereich, eingesetzt.

Außerdem gibt es auch Wand- und Fassadenfarben, die durch den Einsatz von Silber antimikrobiell wirken.

Silber wirkt in jeder Größe antibakteriell. Der Einsatz mag im medizinischen Bereich gerechtfertigt sein, im Haushalt ist er jedoch nicht notwendig und sollte in Anbetracht der Risiken unterlassen werden.

Resistenzbildung

Seit den 1950er-Jahren gibt es immer wieder Berichte über silberresistente Bakterien und Viren. In Krankenhäusern und Abwasserströmen wurden silberresistente Keime gefunden. Kommt es zu vermehrtem Einsatz von Silber, werden sich vermehrt Resistenzen bilden. Ein wichtiges Desinfektionsmittel in Krankenhäusern und Arztpraxen könnte wirkungslos werden.

Silber in der Umwelt

Silber aus Textilien, Putzschwämmen oder anderen Produkten gelangt ins Wasser. Auch wenn zur Zeit im gesamten Silberabwasserstrom Nano-Silber nur einen geringen Teil ausmacht, ist durch den steigenden Anteil dieser Produktpalette mit relevanten Anteilen im Abwasser zu rechnen. Gelangt Silber ins Wasser, kann es in der Umwelt eine Vielzahl von Wechselwirkungen eingehen. Über die Mobilität und das Verhalten von Nano-Silber liegen noch keine gesicherten Erkenntnisse vor. Da es aber antimikrobiell wirkt, ist zu erwarten, dass es sich auf die Mikroorganismen in Gewässern auswirkt. Und über die Ausbringung von Klärschlamm in der Landwirt-

schaft kann Silber auch auf Ackerböden gelangen und dort auf Bodenorganismen wirken.

Da immer mehr Produkte mit Nano-Silber ausgerüstet werden, die am Ende ihrer Nutzung im Müll landen, ist auch das Verhalten von Nano-Silber in Müllverbrennungsanlagen bzw. im Recyclingprozess zu untersuchen. Bei der Müllverbrennung kann Silber in die Luft und über das Regenwasser wieder auf die Erde gelangen.

Silber und auch Nano-Silber sind also ein Biozid, mit dem genauso vorsichtig umgegangen werden sollte wie mit jedem anderen Biozid bzw. Antibiotikum auch.



Carbon-Nanotubes

Kohlenstoff-Nanoröhren (Carbon-Nanotubes, CNT) sind Röhren mit einem Durchmesser von einem bis zu 50 Nanometern. Sie bestehen gänzlich aus Kohlenstoff, sind fester als Stahl und leiten Strom besser als Kupfer und Wärme besser als Diamant.

Nanotubes werden bereits in zahlreichen Industrieprodukten eingesetzt:

- Sie machen Elektroden von Laptop-Akkus leistungsfähiger.
- Sie machen Fahrradrahmen oder Tennisschläger bei gleichem Gewicht stabiler.
- In der Autoindustrie werden sie den Kunststoffen von Benzinleitungen zugesetzt, da sie Kunststoff elektrisch leitfähig machen. Eine elektrostatische Aufladung findet nicht mehr statt, also auch kein Funkenflug.
- Sie werden in der Display-Herstellung eingesetzt.
- Sie werden zu Membranen verarbeitet, um als Filter in der Wasserreinigungstechnik eingesetzt zu werden.

In der Lebensmittelindustrie finden Nanotubes zur Zeit noch keine Anwendung, dennoch werden sie bereits wegen ihrer antibakteriellen Wirkung für den Einsatz in der Lebensmittelherstellung und -verpackung zur Verlängerung der Haltbarkeit von Lebensmitteln angepriesen. Die Produktionszahlen für Nanotubes steigen.

Es gibt Untersuchungen dazu, dass Nanotubes, wenn sie eingeatmet werden, wie Asbest wirken können. Unter dem Gesichtspunkt des Arbeitsschutzes ist der Kontakt mit

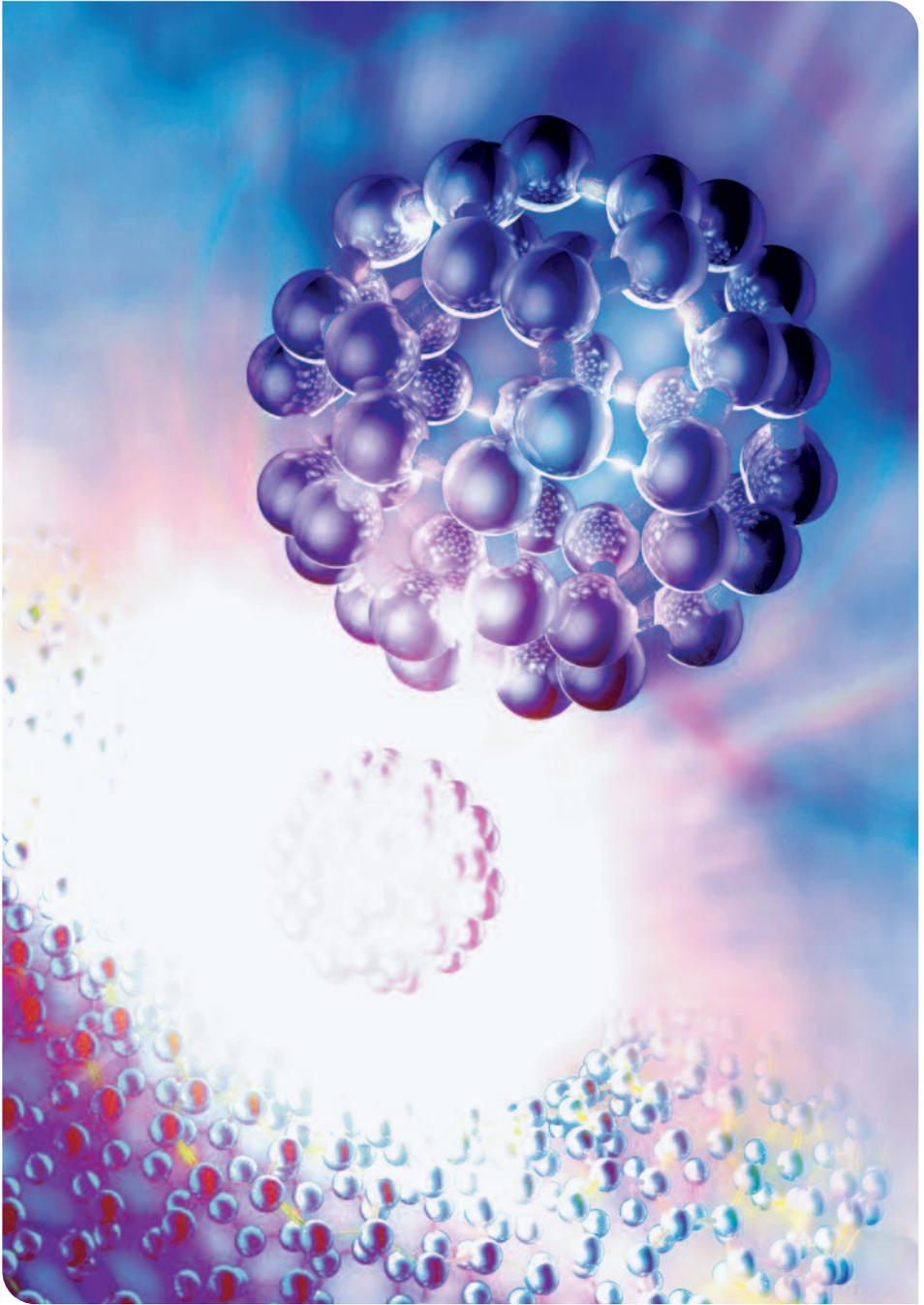
Nanotubes kritisch zu sehen. Die physikalisch-chemischen Eigenschaften von Nanotubes legen eine Anreicherung entlang der Nahrungskette und eine lange Lebensdauer nahe.

Fullerene

Seit etwa 30 Jahren weiß man, dass reiner Kohlenstoff nicht nur in Form von Graphit und Diamant existiert, sondern in einer weiteren Modifikation als Fullerene.

Fullerene sind ausschließlich aus Kohlenstoff-Atomen bestehende kugelförmige Makromoleküle. Sie sollen für den zielgenauen Transport von Wirkstoffen eingesetzt werden. Das macht sie für medizinische Anwendungen, aber auch für die Kosmetikindustrie besonders interessant. Das so genannte C60-Molekül, das wichtigste synthetisch hergestellte Fullerene, kann extrem viele Radikale binden, die für den Alterungsprozess der Haut verantwortlich sein sollen. Daher werden C60-Moleküle in Anti-Aging-Cremes eingesetzt. Die Wirkung von Fullerenen ist jedoch nicht wissenschaftlich belegt.

Zur Toxizität von Fullerenen gibt es verschiedene Studien, die aber auch wegen der sehr unterschiedlichen Versuchsbedingungen schwer interpretierbar sind und zu widersprüchlichen Ergebnissen kommen. Sicher ist, dass Fullerene die Gehirnschranke überwinden können. Das kann für die Medizin hilfreich sein, birgt aber auch große Risiken. Studien zeigen auch, dass Fullerene durch die Haut aufgenommen werden können. In Versuchen schädigten schon geringe Konzentrationen das Gehirn von Fischen. Auf Grund der schlechten Datenlage empfiehlt das Öko-Institut auf den Einsatz von Fullerenen zu verzichten, bis sich die Datenlage verbessert hat.



Möglichkeiten der KonsumentInnen

Nano-Produkte werden zwar nicht in einem eigenen Nano-Gesetz geregelt, sie werden jedoch von anderen Gesetzen miterfasst. So bestehen etwa Sorgfaltspflichten im Rahmen der Produktsicherheit. Andere bestehende Gesetze müssen darüber hinaus angepasst werden. Zur Zeit sind die Möglichkeiten der KonsumentInnen beim Einkauf zu entscheiden, ob sie ein Nano-Produkt möchten oder nicht, eher als gering zu bezeichnen. Zudem wird der Begriff „Nano“ auch für alles Mögliche als Werbung verwendet, ohne dass das Produkt etwas mit Nanotechnologie oder Nanopartikeln zu tun hat.

Wenn Sie Nanoprodukte meiden möchten, gibt es aber dennoch ein paar Möglichkeiten:

- Auch wenn nicht gesichert ist, dass in jedem mit „Nano“ bezeichneten Produkt

auch „Nano“ enthalten ist, sollte aus Vorsorgegründen das Einatmen dieser Produkte vermieden werden (Sprays).

- Antibakterielle Textilien, Putzmittel, Kühlschränke etc. sind in normalen Haushalten nicht notwendig. In der Regel werden antibakterielle Eigenschaften beworben und können so gemieden werden.
- Bei Nanomaterialien die im Verpackungsbereich eingesetzt werden, haben KonsumentInnen derzeit noch keine Möglichkeit, diese zu erkennen. Die Verpackungshersteller kommunizieren nicht, ob sie Nanomaterialien einsetzen oder nicht. Wenn Sie jedoch zu frischen, unverpackten Lebensmitteln greifen, können Sie sicher sein, dass diese keine synthetischen Nanomaterialien enthalten.

Weiterführende Adressen und Links

IFZ – Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur

Dr. Manfred Klade

Tel. (0316) 813 909-27

E-Mail: klade@ifz.tugraz.at

Website: www.ifz.tugraz.at

Nutzen und Risiken von Nano-Produkten

NanoTrust-Team

E-Mail: nano.ita@oeaw.ac.at

Website: www.nanotrust.ac.at

**Mögliche Gesundheits- und
Umweltauswirkungen der Nanotechnologien**

die Umweltberatung

DI (FH) Harald Brugger

Tel. (01) 803 32 32-42

E-Mail: harald.brugger@umweltberatung.at

Website: www.umweltberatung.at

Anfragen zur Nanotechnologie

ppm forschung+beratung

Tel. (0732) 78 20 78

E-Mail: nanoinfo@ppm.at

Website: www.nanoinfo.at

**Sicherheit und Gesundheit
am Arbeitsplatz**

Weiterführende Adressen und Links

ÖGB-Sozial- und Gesundheitspolitik

Tel. (01) 534 44 – 461

E-Mail: sozialpolitik@oegb.at

ArbeitnehmerInnenschutz

VKI – Verein für Konsumenteninformation

Dr. Susanne Stark

Tel. (01) 588 77 – 208

E-Mail: sstark@vki.at

Team Umweltzeichen

AGES Risikobewertung

Dr. DI MSc Werner Brüller

E-Mail: werner.brueller@ages.at

Website: www.ages.at

**Risikobewertung für nanostrukturierte
Materialien bei Lebensmitteln,
Lebensmittelverpackungsmaterialien,
Gebrauchsgegenständen, usw.**

Umweltbundesamt

E-Mail: chemikalien@umweltbundesamt.at

**Methoden zur Risikobewertung von
potenziellen Risiken durch Nanomaterialien**

Lebensministerium

Dr. Thomas Jakl

Tel. (01) 515 22 – 23 30

E-Mail: thomas.jakl@lebensministerium.at

Chemikalienpolitik

Mag. Ing. Renate Paumann

Tel. (01) 515 22 – 17 30

E-Mail: renete.paumann@lebensministerium.at

**Chemikalienpolitik und EU-Umwelt-
Angelegenheiten**

Gesundheitsministerium

Dr. Hans Dietmar Österreicher

Tel. (01) 711 00 – 47 92

E-Mail: dieter.oesterreicher@bmg.gv.at

**Gebrauchsgegenstände
(Lebensmittelkontaktmaterialien, Spielzeug)**

Dr. Karin Gromann

Tel. (01) 711 00 – 42 48

E-Mail: karin.gromann@bmg.gv.at
und kosmetik@bmg.gv.at

Kosmetische Mittel

Dr. Michael Sulzner

Tel. (01) 711 00 – 47 93

E-Mail: michael.sulzner@bmg.gv.at

Neuartige Lebensmittel

Dr. Sigrid Amann

Tel. (01) 711 00 – 44 57

E-Mail: sigrid.amann@bmg.gv.at

Aromen und Zusatzstoffe in Lebensmitteln

Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz

Abt. Arbeitsmedizin & Arbeitshygiene

Mag.^a Reinhild Pürgy

Tel. (01) 711 00 – 23 20

E-Mail: reinhild.puergy@bmask.gv.at

Website: www.arbeitsinspektion.gv.at
und www.bmask.gv.at

Nanotechnologien und ArbeitnehmerInnenschutz

Weiterführende Informationen

BUND: Endstation Mensch. Aus dem Labor auf den Teller. Die Nutzung der Nanotechnologie im Lebensmittelsektor. www.bund.net/bundnet/themen_und_projekte/chemie/nanotechnologie/

BUND: Für einen verantwortungsvollen Umgang mit der Nanotechnologie. Eine erste Diskussionsgrundlage am Beispiel der Nanopartikel. Mai 2007 www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/nanotechnologie/20070500_nanotechnologie_position.pdf

TA-SWISS: Zentrum für Technikfolgenabschätzung: Es ist angerichtet. Nanotechnologie in der Küche und im Einkaufskorb. Kurzfassung der Studie von TA-Swiss Nanotechnologie im Bereich der Lebensmittel. 2009 www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/nanotechnologie/20070500_nanotechnologie_position.pdf

Literaturtipps

Uwe Hartmann: Faszination Nanotechnologie. *Spektrum Akademischer Verlag 2006*
wenig kritisch, aber gut für die naturwissenschaftlichen Grundlagen und Hintergründe und Informationen zu Herstellungsprozessen.

Toby Shelly: Nanotechnologie: Neue Möglichkeiten – Neue Gefahren. *Parthas Verlag Berlin 2007.*
Das Buch stellt Risiken, Chancen und mögliche Entwicklungen dar, insbesondere vor dem Hintergrund existierender Herrschaftsverhältnisse und gesellschaftlicher Prozesse.

André Gzásó, Sabine Grebler, Fritz Schiemer: Nano. Chancen und Risiken aktueller Technologien. *Springer Verlag Wien 2007*

Links

Friends of the Earth Nanotechnology Project <http://nano.foe.org.au> englisch

Friends of the Earth Europe www.foeeurope.org/activities/nanotechnology/index.htm englisch

ETC Group (Kanadische Nichtregierungsorganisation): PionierInnen in der kritischen Auseinandersetzung mit Nanotechnologien. www.etcgroup.org/en/issues/nanotechnology.html englisch

Österreichisches Nanoforum und österreichische Nanoinitiative
www.nanoinitiative.at Website in englisch, viele Veröffentlichungen auch in deutsch

Nanotechnologie im Risikodialog
www.risikodialog.at/nanotechnologie/nanotechnologie-dialog0/ deutsch

Produktdatenbanken

www.nanodaten.de/index.php?plD=11

www.nanoproducts.de/

www.nanotechproject.org/inventories/consumer/