

Nano-Verheißungen – Nano-Risiken

Aspekte des gesundheitlichen und rechtlichen Verbraucherschutzes
beim Einsatz von Nanotechnologie

von Hartmut König

An Verheißungen zum Nutzen der Verbraucher ist die Nanotechnologie reich gesegnet. So soll sie noch kleinere und leistungsfähigere Computer, neue Materialien mit außergewöhnlichen Eigenschaften sowie effizientere medizinische Therapien hervorbringen und damit einen Milliarden-Markt mit vielen Arbeitsplätzen erobern. Einige Experten sehen schon die dritte industrielle Revolution anbrechen, und auf allen Ebenen wird die Forschung in diesem Bereich vorangetrieben. Im September 2007 hat das Europaparlament grünes Licht für die Verdoppelung der EU-Fördermittel für Nanotechnologie gegeben und Bundesregierung sowie Länder legten ebenfalls Förder- und Forschungsprogramme in Millionenhöhe auf. Vergleichbare Fördermittel für die Risikoforschung und ein Schutzkonzept für die Verbraucher fehlen jedoch. Auch ist wenig über den wirklichen Nutzen oder über die Risiken dieser Technologie für Gesundheit und Umwelt bekannt. Nachfolgender Beitrag gibt aus Sicht des Verbraucherschutzes einen Überblick über den Einsatz von Nanotechnologie im Lebensmittelbereich, mögliche Risiken und darauf bezogene Gesetzeslücken.

Bei der Nanotechnologie geht es um kleinste Strukturen ab 100 Nanometer und kleiner (Kasten). Sie erfahren derzeit in allen Bereichen der Technik, der Medizin und Lebenswissenschaften ein hohes Interesse. Bau-, Werk- und Wirkstoffe mit neuartigen Eigenschaften werden erforscht und entwickelt.

Gründe für die hohen Erwartungen an die Nanotechnik sind die neuartigen Eigenschaften, die kleine Teilchen gegenüber ihren größeren Brüdern annehmen können. Zum Beispiel besitzen Nanopartikel eine im Vergleich zu ihrem Volumen geradezu gigantische Oberfläche. Außerdem findet sich an ihrer Oberfläche eine größere Anzahl von Atomkernen als in ihrem Inneren. Atome in einer solchen instabilen Situation werden sich zu verändern versuchen und dies wiederum begründet die enorme Reaktionsfreudigkeit dieser kleinsten Partikel.

Vergleichbar der Gentechnik ist auch die Nanotechnologie ein „hochgradig visionäres Thema“, wie das Büro für Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages deutlich macht (1). Ihre Verheißungen lauten daher ganz ähnlich: Durch neue, nanotechnologiegestützte Diagnose- und Therapieverfahren werden Krankheiten bei Menschen, Tieren und Pflanzen überwunden, die landwirtschaftlichen Erträge werden erhöht sowie Qua-

lität und Sicherheit der Lebensmittel verbessert etc. Auf dem Boden der Tatsachen sieht es nüchterner aus: Die praktische Anwendung erfolgt bisher vorwiegend im Bereich Elektrotechnik, Datenspeicherung, Oberflächenbeschichtungen etc. Aber es fließen derzeit verstärkt nanotechnologische Erkenntnisse in die Bereiche der Biochemie, Chemie, Pharmazie, Medizin, Agrar- und Ernährungssektor ein.

Widersprüchliche Meldungen gibt es zu der Anzahl der marktfähigen Produkte. Die Zahlen schwanken zwischen 150 und 500 (2, 3). In verbraucherrelevanten Bereichen handelt es sich bei den konkreten Anwendungen um spezielle, kratzfeste Farben und Reinigungs- und Imprägniermittel, um Kosmetika wie Sonnenschutz sowie Nahrungsergänzungsmittel.

Nano in Lebensmitteln

Nanotechnologie in Lebensmitteln wird derzeit vorrangig zur Verbesserung der technischen Produkteigenschaften eingesetzt. Dazu wird unter anderem das so genannte „trockene Wasser“ benutzt, ein Beispiel für das veränderte Verhalten kleinster Strukturen. Degussa hat

es bereits seit mehreren Jahren mit dem Namen *Aerosil* auf den Markt gebracht. Es handelt sich um eine wasser-abstoßende Silicatverbindung (Siliziumdioxid). Wird dieses weiße, feinst zermahlene Silicat-Pulver mit Wasser im Mixer gemischt, schließen die Staubteilchen winzige Wassertropfen ein. Beim Umgießen staubt es, weil sich die Flüssigkeit scheinbar in Pulver verwandelt hat. Zerreibt man das feine Pulver zwischen zwei Fingern, wird es wieder zu Wasser (4). Dieses Produkt kann für Kosmetik, Pflegeprodukte, aber auch bei Lebensmitteln eingesetzt werden. Nanoskaliges Silicatpulver bewirkt beispielsweise bei Ketchup ein verbessertes Fließverhalten. Aufgrund des hohen Adsorptionsvermögens kann derartige kolloidale Kieselsäure zudem als Rieselhilfsmittel oder zur Klärung von Fruchtsäften eingesetzt werden.

Mit Hilfe von Nanotechnologie kann unter Umständen auch eine erhöhte biologische Verfügbarkeit von Vitaminen und anderen Nährstoffen erreicht werden. Diese Stoffe werden dann den Lebensmitteln zur Verbesserung der Löslichkeit und der Resorption in nanoskaliger Form oder auch verkapselt als Nanocontainer (z. B. als Liposom) zugesetzt (2).

Nano als Werbetrick

Mit „Nano“ wird inzwischen vielfach geworben – doch nicht immer ist wirklich drin, was drauf steht. So verkaufte der FC Bayern München in den letzten Jahren Nahrungsergänzungsmittel der Firma Neosino über seinen Sport-Shop. Sie sollten angeblich ganz besondere Wirkungen entfalten, denn ihre wichtigsten Bestandteile seien winzig klein zermahlene Nano-Mineralien. In diesem Fall waren es ultrafeine Aggregate aus Partikeln kleiner als zehn Nanometer aus Siliziumdioxid, Calcium- und Magnesiummineralien – so die Werbung damals (5).

Doch weder in Gutachten des Max-Planck-Instituts noch von der TU Braunschweig konnte bestätigt werden, dass Mineralien in der Größe von unter zehn Nanometern in dem Produkt enthalten waren. Außerdem hatte der Hersteller damit geworben, dass die Mineralstoffe in Form von Nanopartikeln besser und schneller in den Organismus gelangten. Bei Kontrolluntersuchungen an Probanden wurden die Kapseln daher mit Calcium- sowie Magnesium-Brausetabletten aus dem Supermarkt verglichen, die in etwa dieselbe Menge an Mineralstoffen enthielten. Das Ergebnis war, dass im Harn der Probanden die Calcium- und Magnesiumwerte nach Einnahme der Brausetabletten höher waren als bei dem Nano-Produkt. Die Autoren der Studie kommen daher zu dem Schluss, dass in diesem Fall die Mineralstoffe aus Nanomaterialien weder verstärkt noch schneller resorbiert werden als aus gängigen Brausetabletten (6). Heute hat die Firma ihre Angaben korrigiert und wirbt

auf ihrer Homepage nur noch mit der Angabe „kleiner als 100 Nanometer“.

Nano in Sonnenschutzmitteln ein Risiko?

Entscheidend für ein gutes Sonnenschutzmittel ist die Fähigkeit, die schädlichen kurzwelligen und Sonnenbrand verursachenden UVB-Wellen (Ultraviolette Lichtwellen) und die tiefer in die Haut eindringenden UVA-Wellen zu neutralisieren. Dies gelingt entweder durch chemische Lichtschutzfaktoren, indem die schädlichen Lichtstrahlen in Wärme umgewandelt werden, oder durch so genannte Reflektoren, die aus feinst zermahlendem und damit nanoskaligem Titandioxid oder Zinkoxid bestehen und das Sonnenlicht wie zahllose Schutzschilde reflektieren (7, 8, 9).

Nanoskaliges Zink- und Titanoxid hielten Experten bisher für unbedenklich. Sowohl in einer Stellungnahme der wissenschaftlichen Kosmetik-Kommission der EU als auch der Kosmetik-Kommission am Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) wurde zuletzt im März 2006 der bedenkenlose Einsatz der beiden UV-Filter-Pigmente in kosmetischen Sonnenschutzmitteln bestätigt (11). Die bisherigen Bewertungen begründen sich aber hauptsächlich auf Untersuchungen bei gesunder Haut.

Aus Tierversuchen ist jedoch bekannt, dass Titanoxid schädigend auf Nervenzellen wirken kann, wenn es in den Stoffwechsel gelangt – was bei kleinsten Partikeln zu erwarten ist. An der Universität Leipzig wird deshalb im Rahmen des EU-Forschungsprojekts „NANO-DERM“ derzeit untersucht, ob Titanoxid-Partikel kleiner als 20 Nanometer durch vorgeschädigte Haut in den Körper gelangen können. Da gerade Sonnenbrand oft zu nässender Haut führt, könnte dies den Titanoxid-Partikeln den Weg in den Körper erleichtern (10).

So bleibt die Frage, warum die Studien über das Verhalten von Titanoxid in Abhängigkeit von der Partikelgröße bei vorgeschädigter Haut erst jetzt erfolgen und warum diese Risiken nicht schon vor Jahren, vor dem ersten Einsatz des Titanoxids als Sonnenschutzmittel, geklärt wurden.

Die beschriebenen Beispiele zeigen, dass sich der konkrete Markt für Nano-Partikel bei Lebensmitteln und in Kosmetika zwischen verbesserter Gebrauchsfähigkeit, Werbetricks und bisher kaum kalkulierbaren Verbrauchergefährdungen bewegt.

Risikoforschung entwickeln und rechtlich verankern

Die Einsatzmöglichkeiten von Nanostoffen in Lebens- und Nahrungsergänzungsmitteln, als Rieselhilfen, als

Trennmittel oder Fließregulierungsmittel bedeutet jeweils, dass diese Stoffe in den Organismus aufgenommen werden.

Zum jetzigen Zeitpunkt ist jedoch noch nicht bekannt, wie konkret der menschliche Organismus auf regelmäßig zugeführte Nanopartikel reagiert. Klar ist nur, dass diese Partikel die heikle Eigenschaft besitzen, mit abnehmender Größe andere und zum Teil toxische Eigenschaften anzunehmen und damit auch generell reaktionsfähiger im Stoffwechsel wie auch im Zusammenhang mit der Erbsubstanz (DNA) zu werden.

Grundsätzlich gilt, dass je kleiner die Partikel, desto mehr aufgenommen werden können und desto weiter kommen sie im Organismus und können spezifische Wirkungen entfalten (11). Riskante Wege der Nanoteilchen im Organismus sind daher:

- Die Aufnahme kleinster körperfremder Partikel über die Haut oder die Lungenalveolen. Sie können weiter ins Blut und damit in den Stoffwechsel gelangen.
- Der Weg über die Nasenschleimhaut. Er ist noch gravierender, da dieser Weg über die Riechfasern der Nervenzellen möglicherweise direkt in das Riechzentrum des Gehirns führt (11).
- Kleinste nanoskalige Partikel können über das lymphatische System des Darms aufgenommen werden, in das Blutssystem übertreten und so zu den Organen gelangen (11).
- Sie können die Plazenta- wie auch die Blut-Hirnschranke überwinden und so direkt in zentralen Bereichen des Stoffwechsels wirksam werden.

In einem Bericht der Bundesregierung vom 12. Dezember 2006 wird von möglichen nachteiligen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit gesprochen, wenn vor allem so genannte unlösliche Nanopartikel über Lebensmittel aufgenommen werden (13). Tatsache ist, dass bei den beschriebenen Anwendungen jeweils „unlösliche“ Strukturen aufgenommen werden. Bevor deshalb weitere Produkte im Lebensmittel- und Bedarfsgegenstandsbereich auf den Markt kommen, muss das Vorsorgeprinzip ernst genommen und angewendet werden. Neue toxikologische Prüfverfahren für die Gefahren- und Risikobeurteilung müssen entwickelt werden, die den Größenordnungen und den Wirkweisen der Nanostrukturen gerecht werden. Diese müssen dann Grundlage eines Zulassungsverfahrens werden. Erst dann – nach positivem Abschluss eines Zulassungsverfahrens – sollte ein Nano-Produkt vermarktet werden dürfen.

Untersuchungen über den ganzen Lebenszyklus nanoskaliger Produkte müssen sich anschließen, um festzustellen, wie sich Nanoteilchen in der Umwelt verhalten.

Rechtliche Lücken schließen

Chemikaliengesetz und Zusatzstoffzulassungsverordnung
Wie alle chemischen Wirkstoffe unterliegen auch nanoskalige Wirkstoffe den bestehenden Prüf-, Kontroll- und Warn- bzw. Kennzeichnungsregelungen des bundesdeutschen Chemikaliengesetzes. Dort wird jedoch nach Stoffarten und nicht nach Teilchengrößen unterschieden. Die spezifischen Eigenschaften der Nanopartikel werden also nicht gesondert bewertet. Nanopartikel tragen deshalb in der Regel dieselbe Chemikaliennummer (CAS-Nummer) wie die größeren Partikelfractionen des gleichen Stoffes. Grundlage des Chemikaliengesetzes ist die EU-Chemikalienverordnung „REACH“ (= (R)egistrieren, (E)valuieren, (A)utorisieren von (Ch)emikalien). REACH durchläuft gerade ein umfangreiches Novellierungsverfahren in den zuständigen Gremien der EU und wurde inzwischen verabschiedet. Leider ist es auch dort bisher nicht gelungen, in die Risikobewertung auch die besonderen chemisch-physikalischen Wirkungsweisen der Nanopartikel mit einzubeziehen (12). Dies muss dringend verändert werden.

Eine weitere Lücke zeigt sich auch in der Zusatzstoffzulassungsverordnung und dem Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB), welche die Zulassung von Lebensmittelzusatzstoffen regeln. Grundsätzlich gilt, dass Zusatzstoffe keine Gefahr für die Verbraucherinnen und Verbraucher darstellen dürfen. Spezielle Regelungen für Lebensmittel (z. B. Nahrungsergänzungsmittel), die nanoskalige Partikel enthalten oder unter Einsatz der Nanotechnologie hergestellt worden sind, sind bisher in diesen Regelwerken nicht berücksichtigt. Auch diese Lücke sollte möglichst schnell geschlossen werden.

Zulassungspflicht für neuartige Nano-Lebensmittel

Wird Nanotechnik bei Lebensmitteln eingesetzt, so muss nach Auffassung der Verbraucherzentralen die *Verordnung für neuartige Lebensmittel (Novel-Food-Verordnung)* Anwendung finden. In der Verordnung ist ausgeführt, dass Lebensmittel, die mit einem „nicht üblichen“ Herstellungsverfahren eine bedeutende Veränderung der Zusammensetzung oder Struktur erfahren haben, einer Sicherheitsbewertung und Zulassung nach der Novel-Food-Verordnung unterliegen. Wie von den Herstellern von Nahrungsergänzung selbst ausgeführt, werden die Silicium-, Magnesium- und Calciumbestandteile durch Nanotechnologie so bedeutend verändert, dass sie angeblich besser als vergleichbare Produkte vom Organismus aufgenommen werden. Damit sind die Voraussetzungen für eine Novel-Food-Zulassung mehr als erfüllt.

Kennzeichnung notwendig

Vergleichbar der Gentechnologie müssen Verbraucher auch beim Einsatz der Nanotechnologie in Lebensmit-

Nanotechnologie – was ist das?

Nano ist griechisch und bedeutet „Zwerg“. Folgerichtig bewegt sich die Nanotechnologie im „Reich des Allerkleinsten“ und ist ein Sammelbegriff für alle Technologien, die sich mit Strukturen und Prozessen auf der Nanometerskala befassen, d. h. im Bereich unterhalb von 100 Milliardsten Teilen eines Meters (10^{-7}) und damit im Bereich der Atome und Moleküle. Nanopartikel enthalten einige bis mehrere hundert Atome oder Moleküle. Diese können eindimensional angeordnet sein (Schichten), zweidimensional (Nanoleitungen, Quantendrähte) oder dreidimensional (Quantenpunkte, Nanopulver, funktionale supramolekulare Systeme). Sie können fest, flüssig oder gasförmig sein (15).

Begonnen hat alles in den 1920 und -30er Jahren, als Physiker immer weiter in den Aufbau der Atome und Elektronen eingedrungen sind. Sie fanden heraus, dass auf der Ebene der Einzelbestandteile der Atome völlig andere physikalische Gesetze (Quantenphysik) herrschen. Der entscheidende Unterschied zu größeren Partikeln ist daher, dass sich die bisher bekannten Eigenschaften der Materialien wie zum Beispiel Metalle verändern, wenn sie im Nanobereich vorliegen. Unter 20 Nanometer benehmen sie sich nicht mehr wie Kristalle oder Festkörper – sie werden zu einer neuen Stoffklasse. Ihre elektrische Leitfähigkeit, ihre Energie und Farbe, ihre Härte und Reaktionsfähigkeit wird eine andere: Aluminium wird beispielsweise hochexplosiv, Kohlenstoff härter als Stahl etc. Unter bestimmten Voraussetzungen beginnen die Moleküle, sich selbständig zu bestimmten Strukturen zu ordnen und neue Eigenschaften anzunehmen. Da Nanopartikel im Vergleich zu ihrem Gewicht eine große Oberfläche haben, eignen sie sich besonders zur Absorption, als Sensoren oder Katalysatoren. Sie können daher auch giftiger sein als in Makro-Strukturen. Auch sind sie mobiler als diese und können daher körper- und zelleigene Barrieren leichter durchdringen. Eine Eigenschaft, die sich die Medizin für neuartige Therapie zunutze machen möchte. Diese Eigenschaften bzw. Wirkungen auf Mensch und Umwelt sind bislang kaum erforscht.

Da es aus atomarer Sicht keinen Unterschied zwischen toter (anorganischer) und lebendiger (organischer) Materie gibt, tref-

fen in der Nanowelt Physik, Biologie und Chemie aufeinander, erweitert durch die Anwendungen und Erkenntnisse aus der Informatik. Dabei gibt es zwei grundlegende Strategien: Es gibt den so genannten „Top-down“-Ansatz. Hier werden von der Mikrotechnik ausgehend Strukturen und Komponenten immer weiter verkleinert, damit unter anderem künftig ganze Computer auf einen Chip passen oder Sensoren von Staubpartikelgröße die Umweltdaten erfassen und speichern können. Auf der anderen Seite steht der „Bottom-up“-Ansatz, bei dem immer komplexere Strukturen gezielt aus atomaren bzw. molekularen Bausteinen aufgebaut werden (16). Die größten wirtschaftlichen Erfolge hat derzeit die Nanotechnologie auf ihrer Suche nach neuen Materialeigenschaften zu verbuchen: kratzfestere Lacke, Antireflexschichten auf Autoscheiben, UV-Strahlen abwehrende Partikel in Sonnencreme oder Farbverstärker in Lacken. Als großer Anwendungsbereich gilt auch die Medizin, Biotechnologie, Pharmazie und der gesamte Agrar- und Ernährungssektor.

Ähnlich der Gentechnik soll (und kann) die sich hierfür entwickelnde „Agrofood“-Nanotechnologie die bereits vorhandenen Modelle einer industriellen Land- und Ernährungswirtschaft unterstützen (3): die Wirksamkeit von Pestiziden, Tierarzneimitteln und Futtermittelzusatzstoffen soll verbessert werden sowie das Design von „functional food“. Beispielsweise werden Pestizid- oder Impfwirkstoffe mit nanodünner Hülle umgeben, die durch einen Auslöser, wie es beispielsweise ein bestimmter pH-Wert sein kann oder der gezielte Einsatz von Ultraschall, zum Aufbrechen gebracht werden. So kann der Wirkstoff direkter platziert werden, beispielsweise in den sauren Insekten- oder Tiermagen. Zugleich erhoffen Teile der Wissenschaft, sich ihren alten Traum mit Hilfe von Nanotechnologie (2004) erfüllen zu können: den Neuaufbau von Leben. Kein Traum, denn bereits marktfähig ist hingegen eine neu konstruierte und der Baumwolle ähnliche Kunstfaser der Firma „Nanotex“. Andere Nanomaterialien, die Naturstoffe wie Öle, Aromen, Kautschuk ersetzen können, sind bereits in der Entwicklung (17).

teln grundsätzlich die Wahl haben, traditionelle Produkte oder Produkte nach neuen technologischen Verfahren erwerben zu können. In diesem Zusammenhang ist die Kennzeichnung des Nanoverfahrens, der eingesetzten Nanobestandteile, der Größenordnung und deren Wirkungsweise zu fordern (14).

Anbieter müssen Wirkung und Untersuchungsmethoden nachweisen

Gutachten und Gegengutachten, Werbung und Wirklichkeit, nur fein zermahlener Quarzsand oder wirkliche Winzteilchen aus Silizium-, Magnesium- und Calcium-

verbindungen? Hersteller täuschen Verbraucher, wenn nicht nachweisbare Eigenschaften und Wirkweisen behauptet werden. Der Paragraph 11 des Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuches (LFGB) bestimmt diesen Zusammenhang klar und deutlich: „Lebensmittel dürfen nicht unter irreführender Bezeichnung in den Verkehr gebracht werden oder mit irreführenden Darstellungen beworben werden.“ Dabei gilt zum Beispiel als Irreführung, wenn „einem Lebensmittel Wirkungen beigelegt werden, die ihm nach den Erkenntnissen der Wissenschaft nicht zukommen oder die wissenschaftlich nicht gesichert sind“ oder wenn „zu verstehen gegeben

wird, dass ein Lebensmittel besondere Eigenschaften hat, obwohl alle vergleichbaren Lebensmittel dieselben Eigenschaften haben“.

Aus Verbrauchersicht muss daher nachvollziehbar enthalten sein, was versprochen wird, und folglich müssen die den Nanoteilchen zugesprochenen Wirkungen wissenschaftlich überprüfbar sein. Die Anbieter sollen hierbei der Beweisspflicht unterliegen und sowohl eine anerkannte, von den Behörden überprüfbare Methodik zur Analyse der fraglichen Nanosubstanz liefern als auch die behauptete Wirksamkeit eines Produktes und dessen gesundheitliche Unbedenklichkeit belegen. Im Rahmen eines vorsorglichen gesundheitlichen Verbraucherschutzes ist zu fordern, dass diese Nachweise erbracht werden müssen, *bevor* das jeweilige Produkt auf den Markt gelangt.

Fazit

Trotz Erkenntnissen über mögliche Gesundheitsgefahren werden Produkte, die Nanopartikel enthalten, weiter auf den Markt gebracht. Ein zwingend notwendiger zusätzlicher Rechtsrahmen, der die speziellen Eigenschaften der Nanopartikel und deren besondere Reaktionsfähigkeit – und damit potentielle Giftigkeit – berücksichtigt, fehlt noch. Dies ist ein klarer Verstoß gegen das Vorsorgeprinzip. Statt Fördermittel in die Risikoforschung zu geben und entsprechende Präventionskonzepte zu entwickeln, sollen teilweise öffentliche Gelder für Kampagnen bereitgestellt werden, um der Bevölkerung die Angst vor Nanotechnologie zu nehmen. Diese Absichten sind aus Verbrauchersicht zynisch und bewirken gerade das Gegenteil. Ein realistischer Umgang mit den Risiken der Nanotechnologie, die ohne Zweifel bestehen, wird dadurch verhindert.

Nachbesserungen bei der EU-Chemikalienverordnung „REACH“, die den besonderen Anforderungen und veränderten Reaktionsbedingungen der Nanotechnologie Rechnung trägt, sind ebenso notwendig wie grundlegende ökotoxikologische Untersuchungen und Überprüfungen entlang der Nahrungskette und in Bezug auf die physiologische Wirksamkeit. Zulassungsverfahren für alle nanotechnologischen Zutaten und Zusatzstoffe in Lebensmitteln (Nahrungsergänzung) müssen entwickelt werden. Die Novel-Food-Verordnung kann und muss Anwendung finden.

Gegen irreführende Marketingkonzepte mit Nano-Produkten müssen die Lebensmittelüberwachungen der Länder Untersuchungs- und Schwerpunktaktivitäten einleiten, da die Verbraucher im Moment nicht ausreichend geschützt sind.

Anmerkungen

- (1) TAB-Brief (2003): Utopien und Visionen zur Nanotechnologie, Büro für Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages, TAB-Brief Nr. 24, Juni 2003.
- (2) Potentiale und Risiken der Nanotechnologie. Antwort der Bundesregierung auf die kleine Anfrage der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen vom 31. Juli 2006; Drucksache 16/2322.
- (3) Reiche, A.: Im Reiche des Allerkleinsten. In: Nanotechnologie – Aufbruch ins Ungewisse; Politische Ökologie 101, 2006, S. 14 ff.
- (4) N.N.: Patent für trockenes Wasser In: Maintaler Tagesanzeiger vom 3. November 2006.
- (5) Tagesschau: Neosino: Das Nano-Wunder bleibt geheim (Meldung vom 31. März 2006; www.tagesschau.de/aktuell/meldungen/).
- (6) Becker, C.: Nano-Mineralien – „Bayern-Pillen“ in Studien gescheitert. In: Pharmazeutische Zeitung 2006, Nr. 34.
- (7) Lichtschutzmittel für empfindliche Haut. In: Stiftung Warentest, test Heft Nr. 6, 1999.
- (8) Sommerfreude ohne Reue. In: Öko-Test Heft Nr. 7, 2000.
- (9) Nanotechnologie: Klein, kleiner – nano, Kosmetik & Mode. In: Öko-Test Heft Nr. 9, 2006.
- (10) Prof. Dr. Tilman Butz, Leiter der Arbeitsgruppe Festkörperphysik an der Universität Leipzig. Pers. Mitt. vom 8. und 10. November 2006.
- (11) Hett, A. et al.: „Nanotechnologie: Kleine Teile – große Zukunft?“ Hrsg. Schweizerische Rückversicherungs-Gesellschaft, Zürich 2004.
- (12) Breyer, H.: Nanotechnologie und REACH, EU-Verbraucherinfo Oktober 2006, Heft Nr. 2.
- (13) Bericht der Bundesregierung über die Verwendung der Nanotechnologie bzw. von nanoskaligen Partikeln bei der Herstellung von Lebensmitteln, kosmetischen Mitteln und Bedarfsgegenständen an den Ausschuss für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz vom 12. Dezember 2006.
- (14) Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR): Verbraucher fordern verständliche Kennzeichnung und begleitende Risikoforschung für „Nano“-Produkte, Pressemitteilung Nr. 30 vom 24. November 2006.
- (15) Reiche, A.: siehe oben Anm. (3), S. 14–18.
- (16) Nordmann, A.: Die Welt als Baukastensystem. In: Nanotechnologie, Politische Ökologie Heft 101, September 2006, S. 20–23.
- (17) Thomas, J. (2007): Kleine Teilchen, die unsere Welt verändern. In: Ökologie und Landbau, Heft Nr. 143, 3, 2007, S. 43–46.

Weiterführende Literatur und Links

- Brooker, R. und E. Boysen: Nanotechnologie für Dummies. Weinheim 2006.
- Boeing, N.: Alles Nano?! Die Technik des 21. Jahrhunderts. Hamburg 2006.
- www.bfr.bund.de/cd/8552
www.nano-zukunftsforum.de
www.risiko-dialog.ch
www.nanopartikel.info
www.nanotechprojekt.org/&44/consumer-nanotechnology

Autor

Hartmut König

Leiter der Ernährungsabteilung in der Verbraucherzentrale Hessen e.V.

Große Friedberger Straße 13–17
60313 Frankfurt am Main
E-Mail: koenig@verbraucher.de

