

Ausgewählte Fragen und Antworten zur Nanotechnologie

Aktualisierte FAQ vom 9. September 2008

Die Nanotechnologie gilt als eine wichtige Zukunftstechnologie. Dabei ist ihr Einsatz nicht neu: Sie hat bereits vor Jahrzehnten in Lacken oder Medikamenten Einzug gehalten, wenn auch noch nicht unter diesem Namen. Inzwischen wird die Nanotechnologie in vielen Bereichen des täglichen Lebens wie in kosmetischen Produkten, Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen gezielt eingesetzt, ohne dass dies für Verbraucher ersichtlich ist. Eine Kennzeichnungspflicht für Nanoprodukte gibt es nicht.

Industrie, Wissenschaft und auch Verbraucher versprechen sich durch den Einsatz von Nanomaterialien bessere Produkteigenschaften. Es stellt sich aber die Frage, ob von den neuen Nanoprodukten unbekannte Risiken für den Menschen ausgehen können. Insbesondere Nanopartikel, die in ungebundener Form vorliegen, könnten zu einem spezifischen Gesundheitsrisiko werden. Das BfR beteiligt sich an der Erforschung von Risiken der Nanotechnologie, insbesondere beschäftigt sich das Institut mit möglichen unerwünschten Wirkungen von Nanopartikeln im menschlichen Körper.

Obwohl Nanomaterialien in immer mehr Produkten Anwendung finden, weiß mehr als die Hälfte aller Deutschen kaum etwas über Nanotechnologie, ihren Einsatz und ihre möglichen Risiken. Im Folgenden hat das BfR ausgewählte Fragen und Antworten zur Nanotechnologie zusammengestellt.

Wie klein ist ein „Nano“?

„Nanos“ kommt aus dem Griechischen und bedeutet Zwerg. „Nano“ bezeichnet den milliardsten Teil von einem Meter (= 1 Nanometer).

Was versteht man unter Nanopartikeln?

Unter Nanopartikeln werden Teilchen mit einem Durchmesser kleiner als 100 Nanometern (nm) verstanden. Nanopartikel haben wegen ihrer geringen Größe andere physikalische Eigenschaften als größere Teilchen des gleichen Stoffes. Das macht sie für unterschiedliche Einsatzbereiche interessant. Zugleich kann die Kleinheit der Nanopartikel aber auch zu unerwünschten Wirkungen führen.

Was versteht man unter Nanotechnologie?

Nanotechnologie ist ein Sammelbegriff für eine breite Auswahl von Technologien, die in verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen wie Physik, Chemie, Biologie und Medizin angewendet werden – korrekterweise müsste eigentlich von Nanotechnologien gesprochen werden. In der Nanotechnologie geht es um die Erforschung, Bearbeitung und Produktion von Strukturen und Materialien, die in mindestens einer Dimension kleiner als 100 Nanometer (nm) sind. Zu Nanomaterialien werden „punktförmige“ Strukturen (Nanopartikel, Nanokapseln, Cluster oder Moleküle), „linienförmige“ Strukturen (Nanofasern, Nanoröhren, Nanogräben) und extrem dünne Schichten gezählt. Aber auch inverse Strukturen (Poren) gehören zur Nanotechnologie.

Mit Hilfe der Nanotechnologie ist es möglich, Strukturen, Techniken und Systeme zu entwickeln, die völlig neue Eigenschaften und Funktionen aufweisen. Von diesem Potenzial erhoffen sich Industrie, Medizin, Wissenschaft und Verbraucher nutzbringende Anwendungen,

beispielsweise in der Robotik, Sensortechnik, Prozesstechnik, Biotechnologie und Medizin sowie für die Weiterentwicklung von Lebensmitteln, Bedarfsgegenständen und kosmetischen Mitteln.

In welchen Produkten wird Nanotechnologie bereits eingesetzt?

Bereits heute kommen Verbraucher mit Produkten in Berührung, die Bestandteile enthalten, welche mit Hilfe nanotechnologischer Verfahren hergestellt wurden, sei es bei Kosmetika, Lebensmitteln oder Textilien. Der Markt für Nanoprodukte wächst rasant. Allein der Nanometermaßstab macht es möglich, Stoffe mit ganz neuen Eigenschaften herzustellen: So wird der Autolack kratzfest, die Krawatte schmutzabweisend und Sonnencremes schützen besser vor UV-Licht.

Eine Datenbank über Nanoprodukte, die derzeit erhältlich sind, findet sich unter <http://www.nanotechproject.org/44/consumer-nanotechnology>. Die Datenbank „A Nanotechnology Consumer Products Inventory“ ist ein Projekt des Woodrow Wilson International Center for Scholars.

Woran erkenne ich, dass ein Produkt Nanomaterialien enthält?

Für Verbraucher ist es nicht ersichtlich, ob Produkte Nanomaterialien enthalten. Es gibt keine Kennzeichnungspflicht für Nanoprodukte. Verbraucher erkennen die Verwendung von Nanomaterialien somit nur, wenn Hersteller mit dem Einsatz von Nanotechnologie für ihr Produkt werben. Allein aus der Werbung für ein Produkt lassen sich jedoch auch noch keine Aussagen darüber treffen, ob tatsächlich Nanopartikel oder andere Nanomaterialien enthalten sind.

Wozu werden Nanomaterialien in kosmetischen Mitteln eingesetzt?

Am weitesten verbreitet sind Nanopartikel wie Titandioxid und Zinkoxid als UV-Filter in Sonnenschutzcremes. Hier haben Nanopartikel eine hohe Wirksamkeit und dienen dem Schutz der Haut vor UV-Strahlung. Nanotechnologisch hergestellte Materialien (so genannte Biokomposite) in einer Zahncreme unterstützen den natürlichen Zahnreparaturmechanismus des Speichels. In Hautpflegeprodukten sollen Nanokapseln für den Schutz und den Transport aktiver Inhaltsstoffe sorgen und die pflegende Wirkung verbessern. Auch Fullerene (fußballförmige Käfigmoleküle aus Kohlenstoffatomen) werden in ersten kosmetischen Produkten zu diesem Zweck eingesetzt. An der Verbesserung der physikalischen Eigenschaften (z.B. Transparenz) von kosmetischen Fertigerzeugnissen durch Nanomaterialien wird geforscht.

Werden Nanomaterialien in Lebensmitteln eingesetzt?

Es wird berichtet, dass Nanomaterialien in Lebensmitteln als Hilfs- und Zusatzstoffe zum Einsatz kommen. So sollen beispielsweise Kieselsäure und andere siliziumhaltige Verbindungen als Rieselhilfe oder als Verdickungsmittel das Zusammenbacken von Kochsalzkristallen und pulverförmigen Lebensmitteln verhindern und Ketchup bessere Fließeigenschaften verleihen. Kieselsäure wird auch als Flockungsmittel in der Wein- und Fruchtsaftherstellung genutzt. Ob tatsächlich Nanopartikel eingesetzt werden und ob in den Lebensmitteln dann freie Nanopartikel vorkommen, ist bislang nicht klar.

Nanomaterialien werden auch gezielt als Nahrungsergänzungsmittel verwendet. Berichtet wird vom Einsatz von Siliziumdioxid, kolloidalem Silber, Calcium und Magnesium in Nano-

partikel-Form. Ob diese Stoffe allerdings im Lebensmittel als Nanopartikel oder in einer zusammengeballten Form vorliegen, ist unklar. Die Lebensmittelindustrie entwickelt derzeit funktionelle Lebensmittel, in denen Vitamine, Omega-3-Fettsäuren, Phytosterole und Aromen in Nanokapseln eingeschlossen werden, um sie dann im Körper gezielt freizusetzen.

Kommen Nanomaterialien auch in verbrauchernahen Produkten zum Einsatz?

Der Einsatz von Nanomaterialien in verbrauchernahen Produkten ist vielfältig. Nanomaterialien werden beispielsweise in Lebensmittelverpackungen, Textilien, Küchengeräten sowie Lacken und Farben verwendet. Sie kommen darüber hinaus in Produkten zur Versiegelung oder zur Reinigung von Oberflächen sowie als Poliermittel zum Einsatz.

Für die Verpackungsindustrie von Interesse ist die Anwendung von Nanopartikeln, die als Füllstoff in Kunststoffe und Lackschichten eingebunden oder als Beschichtungen auf Polymeroberflächen fest aufgetragen werden (Folien und Behälter). In Lebensmittelverpackungen verhindern Nanopartikel, dass Gase durch die Verpackung eintreten bzw. Feuchtigkeit austritt. Der Einsatz von Nanopartikeln könnte die mechanischen und thermischen Eigenschaften von Lebensmittelverpackungen verbessern und Lebensmittel gegen UV-Licht schützen. Unter Einsatz von Nanotechnologie sollen in Zukunft Verpackungsmaterialien für Lebensmittel entwickelt werden, die signalisieren, ob die Kühlkette unterbrochen oder das Haltbarkeitsdatum überschritten wurde.

Im Textilbereich werden spezielle Funktionstextilien entwickelt, die z.B. isolierende Wärmeschutzbekleidungen oder selbstreinigende Textiloberflächen ermöglichen sollen. Durch Erzeugung von nanostrukturierten Polymerschichten auf Textiloberflächen könnten Textilien in Zukunft neue Eigenschaften bekommen und vor UV-Strahlung schützen oder als Wasserbarrieren dienen. Antimikrobiell wirkende Silber-Nanopartikel werden bereits in Socken, Schuheinlagen und einigen Bekleidungstextilien verwendet.

Gehen von Nanoprodukten spezifische gesundheitliche Risiken aus?

Um abzuschätzen, ob von Nanoprodukten spezifische gesundheitliche Risiken ausgehen, ist es wichtig zu wissen, ob die eingesetzten Nanomaterialien in einer Matrix gebunden oder ungebunden im Produkt vorliegen. Insbesondere freie Nanopartikel, Nanoröhrchen oder Nanofasern könnten durch ihre geringe Größe, ihre Form, ihre hohe Mobilität und höhere Reaktivität gesundheitliche Risiken hervorrufen.

Ungebundene Nanopartikel könnten auf drei Wegen in den menschlichen Organismus gelangen und dort unter Umständen toxikologische Wirkung entfalten: über die Atemwege, die Haut und den Magen-Darm-Trakt. Die größten Risiken sehen Wissenschaftler in der Einatmung von Nanopartikeln. Das Eindringen von Nanopartikeln durch die menschliche Haut kann nach derzeitigem Stand des Wissens weitgehend ausgeschlossen werden. Ob es Risiken durch die Aufnahme von Nanopartikeln über den Magen-Darm-Trakt gibt, ist bislang nicht bekannt.

Nanoprodukte bestehen bislang meist jedoch aus Strukturen, in denen Nanopartikel fest in eine Matrix oder eine flüssige Suspension eingebettet sind. Zudem haben Nanopartikel die Tendenz, sich zu größeren Verbänden zusammenzuballen, die dann in der Regel größer als 100 nm sind. Toxische Wirkungen von Nanopartikeln, die auf ihrer geringen Größe und höheren Reaktivität beruhen, sind dann nicht mehr relevant.

Grundsätzlich sind Hersteller verpflichtet, die Sicherheit ihrer Produkte zu garantieren.

Gibt es bereits eine Bewertung des gesundheitlichen Risikos für Nanomaterialien, die in Verbraucherprodukten eingesetzt werden?

Für einige Nanopartikel, die im Kosmetik-Bereich eingesetzt werden, wurden bereits Untersuchungen durchgeführt. So ist das Verhalten von Nanopartikeln aus Titandioxid und Zinkoxid auf der Haut gut untersucht. In mehreren Experimenten wurde bestätigt, dass diese Nanopartikel nicht in gesunde Hautzellen des Menschen eindringen, sondern auf der Hautoberfläche verbleiben. In tiefere Hautschichten gelangen sie zwar über die Haarfollikel (Wurzelscheide), wo sie dann einige Zeit verbleiben, aber nicht weiterwandern. Das Haarwachstum befördert sie später wieder an die Hautoberfläche.

Bei der Bewertung des gesundheitlichen Risikos von Nanopartikeln sind momentan jedoch auch noch Fragen offen. Weitgehend unbekannt sind die denkbaren besonderen toxischen Eigenschaften, die auf der Nanoskaligkeit beruhen. Auch zur Exposition des Menschen gegenüber Nanopartikeln liegen nur wenige Daten vor. Die Wissenschaft arbeitet zurzeit an geeigneten Teststrategien zur Ermittlung möglicher gesundheitlicher Risiken, um offene methodische Fragen zu beantworten.

Gab es schon einmal ein Produkt, in dem die enthaltenen Nanomaterialien Gesundheitsschäden auslösten?

Bislang ist dem BfR kein Fall bekannt, in dem Gesundheitsschäden nachweislich durch Nanopartikel oder Nanomaterialien ausgelöst wurden. Die nach der Anwendung von so genannten Nano-Versiegelungssprays aufgetretenen, zum Teil schweren Gesundheitsstörungen sind nach Erkenntnissen des BfR nicht auf Nanopartikel zurück zu führen. Mehr als 110 zum Teil schwere Fälle von Gesundheitsstörungen waren den Giftinformationszentren und dem BfR Ende März 2006 gemeldet worden, nachdem Verbraucher die Produkte Magic-Nano-Glasversiegeler und Magic-Nano-Keramikversiegeler in Spraydosen mit Treibgas bestimmungsgemäß angewandt hatten. Zunächst wurde vermutet, dass Nanopartikel an den Lungenfunktionsstörungen beteiligt waren. Die Produkte enthielten jedoch nach Angaben der Hersteller und nach Untersuchungen, die das BfR veranlasste, keine Partikel in Nano-Abmessungen. Es ist noch immer unklar, wodurch die Atemstörungen ausgelöst wurden.

Was weiß der Verbraucher über Nanotechnologie?

Obwohl auf Basis der Nanotechnologie hergestellte neue Materialien zunehmend Verwendung in Verbraucherprodukten finden, können sich breite Teile der Bevölkerung nur wenig darunter vorstellen. Nach einer Umfrage können beispielsweise 50 % der Deutschen überhaupt nichts mit dem Kürzel „Nano“ anfangen. Diejenigen, die schon einmal etwas über Nanotechnologie gehört haben, nehmen die Technologie überwiegend positiv wahr und verweisen auf den Nutzen. Eine Mehrheit der Verbraucher wünscht sich allerdings, dass die Produkte, die auf Grundlage der Nanotechnologie hergestellt wurden, klar gekennzeichnet werden. (http://www.komm-passion.de/fileadmin/UL-AdvTec/Nanostudie_kurz.pdf)

Wie trägt das BfR zur Erforschung von Risiken der Nanotechnologie bei?

Das BfR hat zusammen mit der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin sowie dem Umweltbundesamt eine Forschungsstrategie zur Ermittlung potenzieller Risiken der Nanotechnologie entwickelt. Ziel dieser Forschungsstrategie ist es, das Forschungsgebiet zu strukturieren, Methoden zur Messung und Charakterisierung der Nanopartikel zu entwickeln,

Informationen zur Exposition, zu toxikologischen und ökotoxikologischen Wirkungen zu erheben und die Entwicklung einer risikobezogenen Test- und Bewertungsstrategie zu fördern.

Parallel dazu wird vom BfR im Jahr 2006 eine Befragung von Experten aus dem Gebiet der Nanotechnologie durchgeführt. Ziel ist es, die verwendeten oder potenziell verwendbaren Nanomaterialien zu erfassen, sie konkreten Anwendungen zuzuordnen und aus diesen Informationen Rückschlüsse auf die Exposition des Verbrauchers zu ziehen. Auf der Grundlage des verfügbaren Wissens zu Exposition und Gefährdungspotenzial unterteilt das BfR in Zusammenarbeit mit den befragten Experten die Anwendungen nach der Höhe des wahrscheinlichen Risikos und entwickelt Strategien zu dessen Minimierung.

Das BfR untersucht ebenfalls, wie das Thema Nanotechnologie in der Öffentlichkeit wahrgenommen wird. In einer Verbraucherkonferenz wurde ermittelt, welche Risiken Verbraucher mit der Anwendung der Nanotechnologie verbinden. Als nächste Schritte sollen eine repräsentative Befragung der Bevölkerung und eine Medienanalyse durchgeführt werden.

In welchem Zusammenhang stehen Liposomen, Mizellen oder Vesikel zur Nanotechnologie?

Organische Verbindungen wie Liposomen, Mizellen oder Vesikel werden in Lebensmitteln eingesetzt, um andere Substanzen wie z.B. Vitamine oder Geschmacksstoffe einzukapseln, sie durch den Körper zu transportieren und zielgenau freizusetzen. Da die Größe dieser „Transportbehälter“ häufig im Nanometer-Bereich liegt, spricht man auch von Nanokapseln. Von ihrer Nanoskaligkeit gehen aber, anders als bei anorganischen, unlöslichen Nanopartikeln, keine neuen Eigenschaften aus und damit auch keine neuen biologischen Wirkungen. Deshalb wird die Verwendung nanoskaliger organischer Verbindungen vom BfR nicht zur Nanotechnologie im engeren Sinne gezählt. Für die Kapselhülle werden häufig organische Stoffe wie Beta-Cyclodextrin oder Polysorbate genutzt. Diese sind toxikologisch geprüft und bewertet und als Lebensmittelzusatzstoffe (E 459 und E 432 bis E 436) zugelassen.