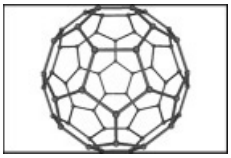


Nanotechnologien

Quelle:
SCENIHR (2006)

Übersicht & Details:
GreenFacts

Kontext - Nanotechnologien sind Technologien, die die einzigartigen Eigenschaften von winzigen Partikeln in Nanometergröße (Millionstel Millimeter) nutzen.

Nanotechnologien stellen einen wachstumsstarken Markt dar; sie werden bereits in einer Vielzahl von Technologien und Konsumgütern angewendet. (Klicken Sie hier [siehe http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/] für eine Auflistung solcher Produkte)

Nanopartikel enthaltende Materialien könnten jedoch Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt haben. Daher ist es notwendig, die Risiken dieser erst seit kurzem entwickelten Materialien abzuschätzen.

Sind die vorhandenen Methodologien zur Abschätzung dieser Risiken angemessen?

Eine Bewertung des Wissenschaftlichen Ausschusses "Neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken" (SCENIHR) der Europäischen Kommission.

1. Was ist Nanotechnologie?.....3
2. Was ist der aktuelle Stand der Nanowissenschaften und der Nanotechnologie?.....3
3. Welche physikalischen und chemischen Eigenschaften haben Nanopartikel?.....4
4. Wie entstehen Nanopartikel?.....4
5. Welche Anwendungen finden Nanopartikel in Konsumprodukten?.....4
6. Was sind mögliche schädliche Wirkungen von Nanopartikeln?.....5
7. Wie kann die Exposition gegenüber Nanopartikeln gemessen werden?.....5
8. Sind die gegenwärtigen Methodologien zur Risikoabschätzung angemessen?.....6
9. Fazit – Sind die vorhandenen Methodologien angemessen?.....7

Die Antworten auf diese Fragen sind eine sinngetreue Zusammenfassung eines wissenschaftlichen Gutachtens, das in 2006 durch den wissenschaftlichen Ausschuss "Neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken" (SCENIHR) veröffentlicht wurde:

"modified Opinion (after public consultation) on the appropriateness of existing methodologies to assess the potential risks associated with engineered and adventitious products of nanotechnologies"

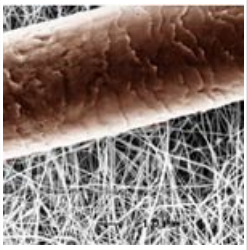
Die vollständige Veröffentlichung ist erhältlich unter https://copublications.greenfacts.org/de/nanotechnologien/ und unter: http://ec.europa.eu/health/opinions2/de/nanotechnologien/

Dieses PDF Dokument ist die 1. Stufe einer Kopublikation von GreenFacts. Die Kopublikationen bestehen aus einer benutzerfreundlichen, immer detaillierter werdenden Drei-Stufen Struktur, die in verschiedenen Sprachen in einem Frage-und-Antwort Format veröffentlicht werden.

- Jede Frage wird in der 1. Stufe mit einer kurzen Zusammenfassung beantwortet.
- Die 2. Stufe bietet ausführlichere Antworten.
- Die 3. Stufe besteht aus dem Originaldokument, dem international anerkannten wissenschaftlichen Gutachten das wahrheitsgetreu in der 2. und 1. Stufe zusammengefasst ist.

Alle GreenFacts Kopublikationen sind erhältlich unter: https://copublications.greenfacts.org/de/ und unter: http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/policy/opinions_plain_language/index_de.htm

1. Was ist Nanotechnologie?


Ein menschliches Haar hat etwa einen Durchmesser von 80 000 nm
Quelle: eSpin Technologies, Inc.

1.1 Nanotechnologie ist die Wissenschaft, die sich der Entwicklung, Produktion und Nutzung von Strukturen und Bausteinen widmet, die eine oder mehrere Abmessungen von etwa hundert Millionstel Millimetern (100 Nanometern) oder weniger haben.

Nanotechnologie hat das Potenzial, erheblichen Einfluss auf die Gesellschaft auszuüben. In der Informations- und Kommunikationsbranche beispielsweise wird diese Technologie bereits genutzt. Desweiteren kommt sie in Kosmetikprodukten und Sonnenschutzmitteln, in Textilien, Beschichtungen, in einigen Lebensmittel- und Energietechnologien sowie in Medizinprodukten und Medikamenten zur Anwendung. Darüber hinaus könnte die Nanotechnologie dazu beitragen, die Umweltverschmutzung zu reduzieren.

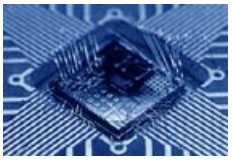
Synthetisch hergestellte Nanopartikel können ganz andere Eigenschaften und Wirkungen aufweisen als der gleiche Stoff in größeren Abmessungen. Damit könnten sie neue Gesundheitsrisiken für Menschen und andere Lebewesen mit sich bringen. Tatsächlich könnten die normalen Abwehrmechanismen des menschlichen Körpers nicht in der Lage sein, adäquat auf diese synthetisch hergestellten Partikel zu reagieren, die möglicherweise bislang unbekannte Eigenschaften haben.

Zudem könnten Nanopartikel in die Umwelt gelangen, sich dort verteilen und dadurch die Umwelt beeinflussen.

2. Was ist der aktuelle Stand der Nanowissenschaften und der Nanotechnologie?

Unsere gegenwärtigen Kenntnisse auf dem Gebiet der Nanowissenschaften stammen aus Entwicklungen in den Bereichen Chemie, Physik, Biowissenschaften, Medizin und Ingenieurswesen. Nanotechnologie wird in mehreren Bereichen aktiv entwickelt oder bereits praktisch angewendet:

In der **Werkstoffkunde** dienen Nanopartikel dazu, Produkte mit neuen mechanischen Eigenschaften herzustellen. Dazu gehören veränderte Oberflächenreibung, Strapazierfähigkeit und Haftvermögen.


Die kleinsten Bausteine eines Computerchips sind weniger als 100 nm groß
Quelle: NanoPrism Technologies, Inc.

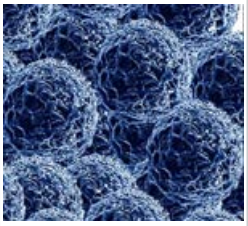
In der **Biologie** und **Medizin** werden Nanomaterialen zur Medikamentenentwicklung und zur Verbesserung der Wirkstofffreisetzung am Zielort genutzt. Andere Nanopartikel werden für analytische und instrumentelle Anwendungen entwickelt.

Konsumgüter wie Kosmetikprodukte, Sonnenschutzmittel, Fasern, Textilien, Farbstoffe und Anstrichfarben enthalten bereits Nanopartikel.

In der **Elektronik** werden Nanotechnologien beispielsweise genutzt, um kleinere und schnellere Datenspeicher mit geringerem Stromverbrauch zu entwickeln.

Optische Geräte, beispielsweise Mikroskope, profitieren ebenfalls von der Nanotechnologie.

3. Welche physikalischen und chemischen Eigenschaften haben Nanopartikel?


Nanopartikel können in Gruppen vorkommen
Quelle: NanoPrism Technologies, Inc.

Oft haben Nanopartikel physikalische und chemische Eigenschaften, die sich von denen des gleichen Stoffes in größeren Abmessungen stark unterscheiden.

Die Eigenschaften von Nanopartikeln hängen von ihrer Form, Größe, ihren Oberflächeneigenschaften und ihrer inneren Struktur ab. Sie können sich in Gegenwart bestimmter Chemikalien verändern.

Der Aufbau und die Zusammensetzung von Nanopartikeln und die an ihrer Oberfläche stattfindenden chemischen Prozesse können sehr komplex sein.

Nanopartikel kommen einzeln oder in Gruppen vor, je nachdem ob die Partikel einander anziehen oder abstoßen.

4. Wie entstehen Nanopartikel?

Freie Nanopartikel können auf natürlichem Weg entstehen, unabsichtlich in industriellen oder häuslichen Prozessen, wie z.B. Kochen, Produktion und Transport, freigesetzt werden oder gezielt für Konsumgüter und Hochtechnologien entwickelt werden.

4.1 In der **Flüssigphase** werden synthetische Nanopartikel hauptsächlich durch kontrollierte chemische Reaktionen hergestellt. Dagegen entstehen natürlich vorkommende Nanopartikel durch die Erosion und durch chemische Abbauprozesse von Pflanzen, Lehm usw.

In städtischen Gebieten stammen Nanopartikel meist aus Dieselmotoren oder Autos mit defektem oder kaltem Katalysator

4.2 In der **Gasphase** werden sowohl natürlich vorkommende als auch synthetische Partikel in chemischen Reaktionen erzeugt, in denen aus Gasen feinste Tröpfchen entstehen, die dann kondensieren und weiter wachsen. Selten entstehen sie durch Zerfall größerer Partikel.

4.3 Ein Liter Luft kann sowohl in ländlichen als auch in städtischen Gebieten Millionen von Nanopartikeln enthalten. In städtischen Gebieten stammen die Nanopartikel meist aus Dieselmotoren oder Autos mit defektem oder kaltem Katalysator. An einigen Arbeitsplätzen könnte die Belastung durch Nanopartikel in der Luft ein Gesundheitsrisiko darstellen.

5. Welche Anwendungen finden Nanopartikel in Konsumprodukten?

Nanopartikel können die Reifenhaftung auf der Straße erhöhen

Nanopartikel können dazu beitragen, dass **Oberflächen und Systeme** stärker, leichter, sauberer und "intelligenter" werden. Sie werden bereits angewendet, um kratzfeste Brillengläser, rissfeste Anstrichfarben, Anti-Graffiti-Beschichtungen für Wände, transparente Sonnenschutzmittel usw. herzustellen.

Sie können zur Sicherheit von **Autos** beitragen, indem sie beispielsweise die Reifenhaftung auf der Straße und die Formsteifigkeit der Karosserie erhöhen oder Reflektionen und Feuchtigkeitskondensation auf Anzeigeinstrumenten und Scheiben verhindern.

Zudem können sie bei **Lebensmitteln** die Sicherheit und Verpackung verbessern.

Ferner kommen sie auf ganz unterschiedliche Weise in der **Biologie** und der **Medizin** zur Anwendung, zum Beispiel um Medikamente zielgerecht zu bestimmten Organen oder Zellen zu führen.

6. Was sind mögliche schädliche Wirkungen von Nanopartikeln?

6.1 Nanopartikel können die gleiche Größe besitzen wie gewisse Biomoleküle und mit ihnen in Wechselwirkung treten. **Beim Menschen** und bei anderen Lebewesen können Nanopartikel in den Körper gelangen, dann in das Blut und in Organe wie beispielsweise die Leber oder das Herz übertreten und Zellmembranen passieren. Unlösliche Nanopartikel sind aus gesundheitlicher Sicht von besonderer Bedeutung, da sie lange Zeit im Körper verbleiben können.

6.2 Die für gesundheitliche Wirkungen maßgeblichen Parameter von Nanopartikeln sind die Partikelgröße (kleinere Partikel können gefährlicher sein), die chemische Zusammensetzung und die Oberflächenstruktur sowie die Form.

6.3 Inhalierte Nanopartikel können sich in der Lunge ablagern und möglicherweise in andere Organe wie das Gehirn, die Leber und die Milz sowie bei schwangeren Frauen unter Umständen zum Fötus gelangen. Einige Stoffe können toxisch wirken, wenn sie in Form von Nanopartikeln eingeatmet werden. Eingeatmete Nanopartikel könnten Lungenentzündung und Herzprobleme verursachen.

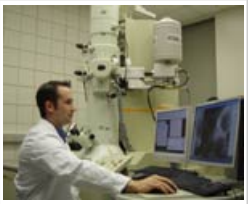
6.4 Nanopartikel werden als Träger für Medikamente eingesetzt, um diese verstärkt in die Zellen des Zielgewebes zu transportieren, um Nebenwirkungen von Medikamenten auf andere Organe zu vermindern oder um beides gleichzeitig zu erreichen. Manchmal ist es schwierig, die Toxizität des Medikaments und die Toxizität der Nanopartikel voneinander abzugrenzen.

6.5 Wenn man von Luftpartikeln in der Lunge einmal absieht, ist unser Wissen über das Verhalten von Nanopartikeln im Körper noch gering. Eine Abschätzung der von Nanopartikeln ausgehenden gesundheitlichen Konsequenzen sollte berücksichtigen, dass das Alter, Atemwegsprobleme und die Anwesenheit anderer Umweltschadstoffe die gesundheitlichen Wirkungen beeinflussen können.

6.6 Informationen über die Wirkungen von Nanopartikeln auf die **Umwelt** sind spärlich. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass Schlussfolgerungen aus Studien am Menschen auf andere Lebewesen übertragen werden können. Allerdings besteht hier Forschungsbedarf.

7. Wie kann die Exposition gegenüber Nanopartikeln gemessen werden?

7.1 Der Nachweis von Nanopartikeln ist schwierig. Das gilt sowohl für Gase als auch für Flüssigkeiten. Nanopartikel sind so klein, dass sie nur durch Elektronenmikroskope nachgewiesen werden können. Instrumente, die in der Lage sind, Partikel von wenigen Nanometern Größe zu erfassen und zu analysieren, wurden erst vor Kurzem entwickelt.


Handhabung eines Elektronenmikroskops
Quelle: Thames-Rawlins Polymer Research

7.2 Die meisten Menschen sind regelmäßig Nanopartikeln in der Umgebungsluft (vor allem durch Dieselabgase) ausgesetzt. Bezüglich der Partikelmasse ist die Belastung durch Nanopartikel in der Luft gering, bezüglich

der Partikelanzahl ist sie jedoch beträchtlich. Für die Wechselwirkung mit Lebewesen sind die Anzahl der Partikel, ihre Größe und ihre Oberflächeneigenschaften bestimmend.

Es herrscht noch keine Einigkeit darüber, welche Messgröße die Exposition am besten erfasst. Ferner sind keine geeigneten tragbaren Messinstrumente zur Erfassung der Nanopartikelexposition verfügbar. Daher sollten neue Probennahmetechniken und Strategien für die Erfassung von Nanopartikeln am Arbeitsplatz und in der Umwelt erarbeitet werden.

7.3 Gegenwärtig ist die Inhalation von Nanopartikeln der vorwiegende Expositionspfad für den Menschen. Die bedeutendste Nanopartikelquelle in städtischen Gebieten ist die Emission durch Kraftfahrzeuge. Auch am Arbeitsplatz kann eine Exposition gegenüber luftgetragenen Nanopartikeln erfolgen, hierzu liegen allerdings kaum Daten vor. Über andere Expositionspfade ist bislang wenig bekannt. Es geht hier insbesondere um die Exposition über die Haut (hauptsächlich durch nanopartikelhaltige kosmetische oder pharmazeutische Hautpräparate) und um die Einnahme durch den Mund.

8. Sind die gegenwärtigen Methodologien zur Risikoabschätzung angemessen?

Chemikalien in Nanopartikelform können andere Eigenschaften aufweisen als die gleichen Stoffe in größeren Abmessungen. Sie könnten sich daher in biologischen Systemen anders verteilen und es könnten andere Wechselwirkungen entstehen. Es ist daher notwendig, die von Nanopartikeln ausgehenden Risiken bei Kontakt mit Menschen, anderen Lebewesen und der Umwelt abzuschätzen, auch wenn die schädlichen Wirkungen der Ausgangssubstanzen bekannt sind.

8.1 Für jede Methodologie zur Risikoabschätzung ist es wichtig, verschiedene Aspekte zu betrachten, die mit der Exposition und den Wirkungen auf die Gesundheit zusammenhängen. Zu den Aspekten gehören beispielsweise die verschiedenen Expositionspfade, die Fähigkeit der Nanopartikel, sich innerhalb des Körpers zu bewegen, ihr Potenzial zur Bioakkumulation, aber auch mögliche Probleme in Zusammenhang mit einem Verbleiben in der Umwelt oder einer eventuell erhöhten Empfindlichkeit bestimmter Menschen gegenüber nachteiligen Wirkungen von Nanopartikeln.

8.2 Für eine Risikoabschätzung von Nanopartikeln oder von Nanopartikel enthaltenden Produkten ist es erforderlich, die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Produkte klar anzugeben und detaillierte Informationen zu dem beabsichtigten Gebrauch, zur Produktionsmenge, zu wahrscheinlichen Expositionsszenarien und zum Bioakkumulationspotenzial im Körper und in der Umwelt zu liefern.

8.3 Um das von der Nanopartikelform einer gut bekannten Substanz ausgehende Gefährdungspotenzial bestimmen zu können, ist eine Testmethode erforderlich, mit deren Hilfe festgestellt werden kann, ob diese Nanopartikelform im Vergleich zu größeren Partikeln der gleichen Substanz wesentlich andere nachteilige Wirkungen hervorrufen kann.

Zu diesem Zeitpunkt sind allgemeine, auf alle nanopartikelbasierten Produkte anwendbare Schlussfolgerungen bezüglich der Risiken nicht möglich. Aus diesem Grund müssen alle Produkte und Prozesse, die auf Nanopartikeln beruhen, einzeln betrachtet werden. Wenn geeignete Informationen zur Gefährdung fehlen, ist besondere Vorsicht bei Nanopartikeln mit einer Neigung zum Verbleib in Menschen und anderen Lebewesen notwendig.

8.4 Für die Erstellung detaillierter Handlungsrichtlinien zur Risikobewertung von Nanopartikeln müssen erhebliche Wissenslücken gefüllt werden, zum Beispiel in Hinblick auf das Verhalten von Nanopartikeln im Körper und in der Umwelt sowie auf die

Expositionsszenarien. Um Wissenslücken zu identifizieren und zu füllen, ist internationale Kooperation und auch eine Kooperation mit der Industrie erforderlich.

9. Fazit – Sind die vorhandenen Methodologien zur Abschätzung von Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt, die möglicherweise von nanotechnologiebasierten Produkten ausgehen, angemessen?

Zusammenfassend hat der Wissenschaftliche Ausschuss "Neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken" (SCENIHR) der Europäischen Kommission folgende Stellungnahme abgegeben:

- Obwohl die vorhandenen **Methoden** dazu geeignet sind, viele der mit nanotechnologiebasierten Produkten und Prozessen verbundenen Gefährdungspotenziale abzuschätzen, **reichen** sie zur Erfassung aller Gefahren **möglicherweise nicht aus**. Ferner sind die bestehenden Methoden für die Abschätzung der Umweltexposition nicht unbedingt geeignet. Daher müssen die gegenwärtigen Vorgehensweisen zur Risikobewertung im Hinblick auf Nanopartikel modifiziert werden.
- **Die bestehenden Methodologien müssen modifiziert oder neue Methodologien entwickelt werden**, um die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Nanopartikeln besser bestimmen zu können, die Exposition gegenüber solchen Partikeln zu messen, ihr Gefährdungspotenzial zu bestimmen und ihre Bewegung innerhalb des Ökosystems zu erfassen, sei es im menschlichen Gewebe oder in der Umwelt.
- Im Allgemeinen sind - trotz einer rasch ansteigenden Zahl wissenschaftlicher Publikationen zur Nanowissenschaft und Nanotechnologie – **das Wissen und die Datenlage** zu Eigenschaften von Nanopartikeln, ihrer Erfassung und Messung, ihrem Verhalten in Lebewesen und zu allen Aspekten ihres Gefährdungspotenzials für den Menschen und die Umwelt **unzureichend**, um zu einer befriedigenden Risikobewertung für den Menschen und das Ökosystem zu gelangen.

Cogeneris sprl [siehe https://www.greenfacts.org/] ist Inhaber des Urheberrechts der leserfreundlichen Drei-Stufen Struktur in welcher dieses SCENIHR Gutachten präsentiert ist.