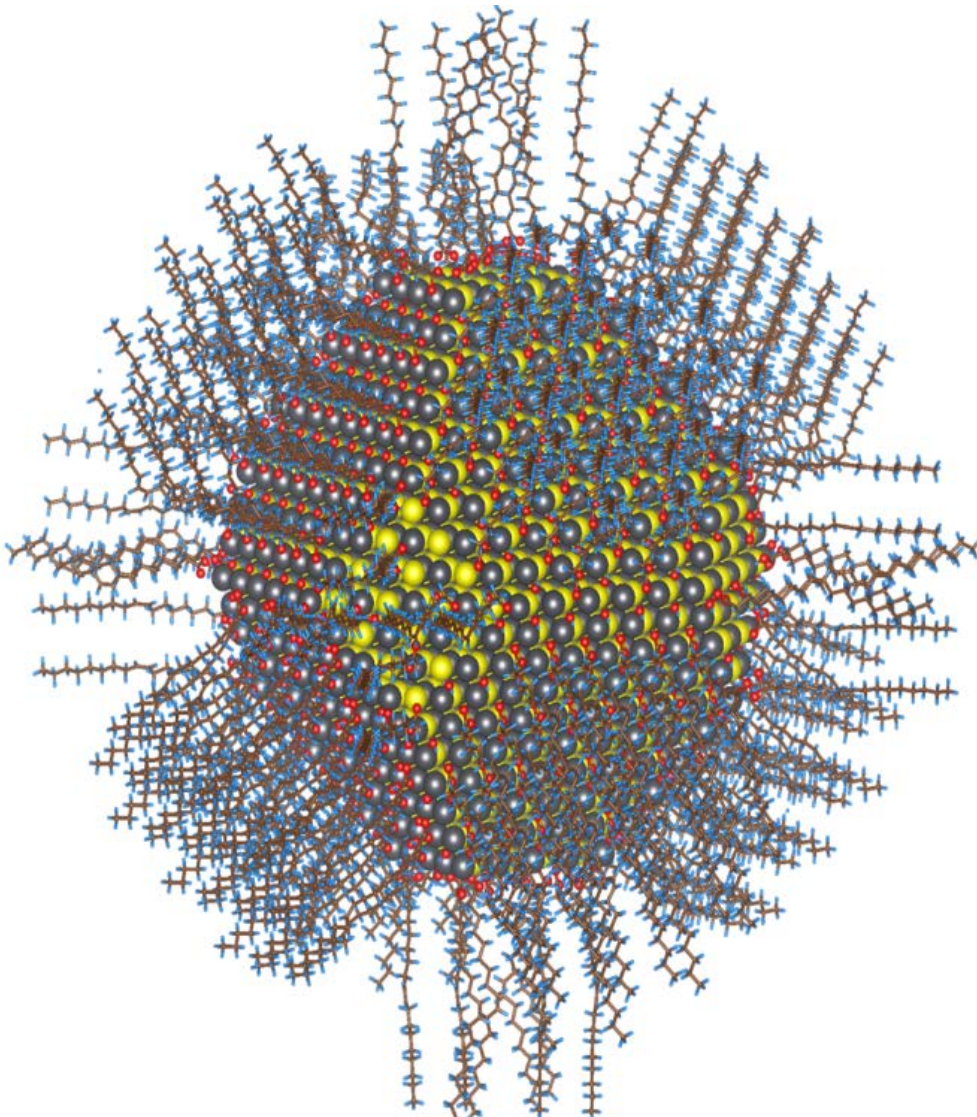


## Gesundheitliche Aspekte der Nanotechnologie



Complete atomistic model of the colloidal lead sulfide (selenide) nanoparticle, Zherebetsky [CC BY-SA 3.0  
(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)]

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Colloidal\\_nanoparticle\\_of\\_lead\\_sulfide\\_\(selenide\)\\_with\\_complete\\_passivation.png?use\\_lang=de](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Colloidal_nanoparticle_of_lead_sulfide_(selenide)_with_complete_passivation.png?use_lang=de)

Die Nanotechnologie ist eine zukunftssträchtige Technologie, mit deren rasanter Entwicklung in den nächsten Jahren zu rechnen ist. Mensch und Umwelt werden künftig verstärkt synthetischen Nanopartikeln ausgesetzt sein. Bereits jetzt befinden sie sich in zahlreichen Produkten wie Sonnencremes (UV-Filter), im kratzfesten Autolack, als Beschichtung von Outdoorjacken, als Datenspeicher in Festplatten oder als Kontrastmittel in der Medizin. Dabei sind derzeit noch viele Fragen in Bezug auf mögliche Chancen und Risiken ungeklärt.

Nanotechnologien bzw. Nanomaterialien bringen einerseits Chancen für den Umwelt-, Ressourcen- und Gesundheitsschutz und gleichzeitig mögliche Risiken u.a. für die Gesundheit mit sich.

## Inhaltsverzeichnis

Was versteht man unter Nanomaterialien?

Was versteht man unter Nanotechnologie?

In welchen Produkten kommen Nanoteilchen vor?

Kann der Verbraucher erkennen, ob in einem Produkt Nanomaterial steckt?

Was sind die Vorteile von Nanoteilchen in Produkten?

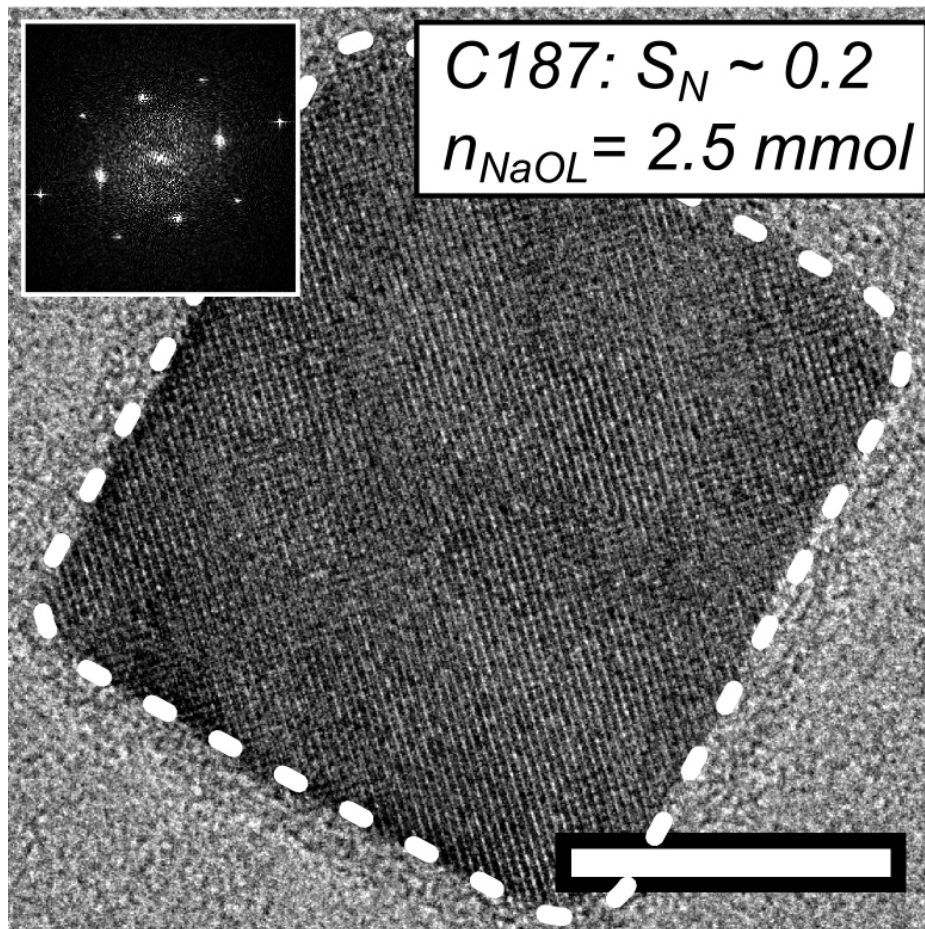
Was sind die gesundheitlichen Bedenken?

Was sind die Bedenken in Hinsicht auf den Umweltschutz?

Was ist die Konsequenz aus der schlechten Datenlage in Hinsicht auf die Gesundheits- und Umweltauswirkungen von Nanomaterial?

Ausblick

Weiterführende Links

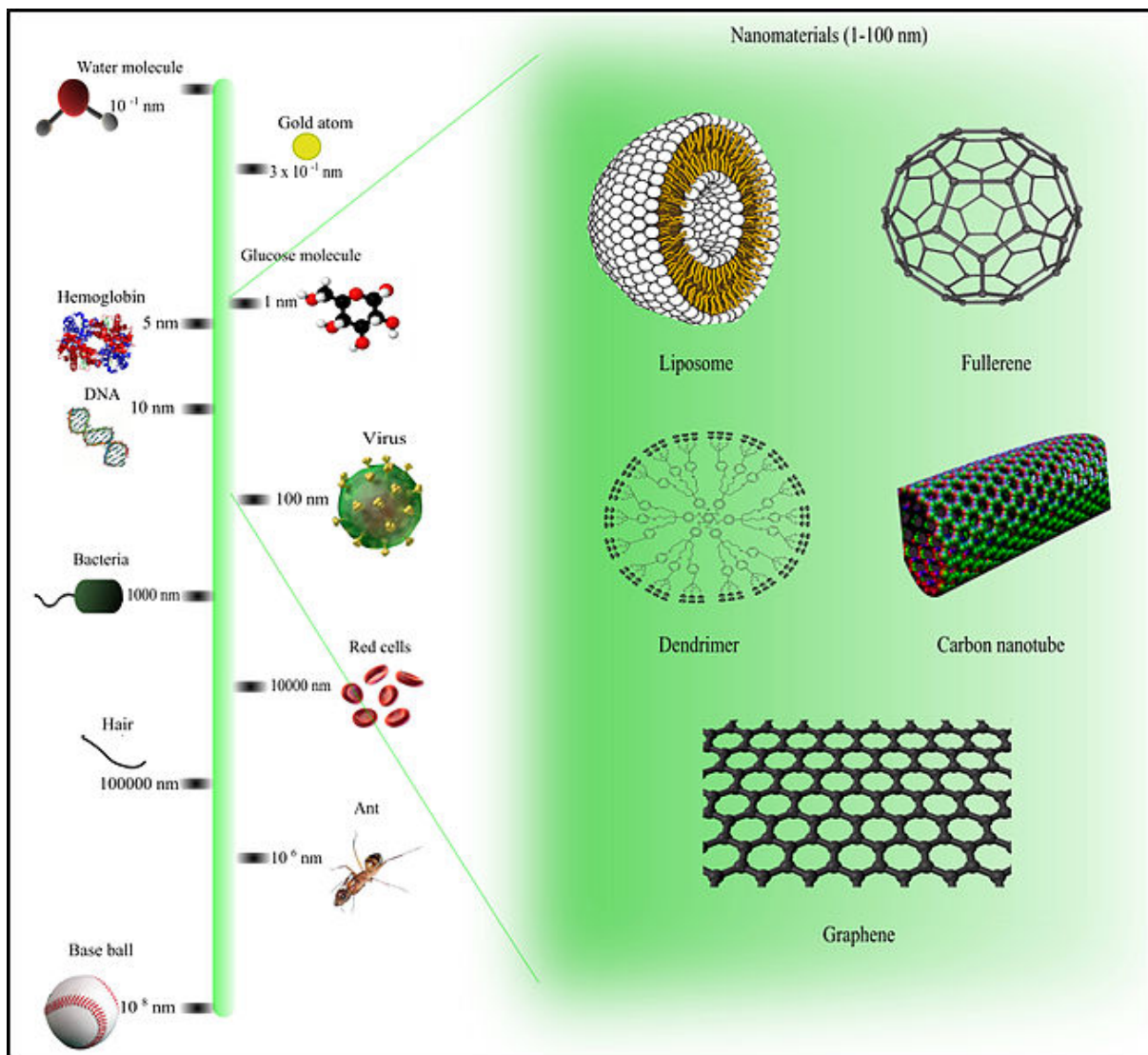


Eisenoxid-Nanopartikel, Erik Wetterskog et al. / commons wikimedia

[https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=Erik+Wetterskog+et+al&title=Special%3ASearch&go=Go&ns0=1&ns6=1&ns12=1&ns14=1&ns100=1&ns106=1#/media/File:Iron\\_oxide\\_nanocube.jpg](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=Erik+Wetterskog+et+al&title=Special%3ASearch&go=Go&ns0=1&ns6=1&ns12=1&ns14=1&ns100=1&ns106=1#/media/File:Iron_oxide_nanocube.jpg)



## Was versteht man unter Nanomaterialien?



Größenvergleich Nanomaterial und andere Objekte  
Sureshbup / wikimedia commons

[https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=Sureshbup&title=Special%3ASearch&go=Go&ns0=1&ns6=1&ns12=1&ns14=1&ns100=1&ns106=1#/media/File:Comparison\\_of\\_nanomaterials\\_sizes\\_-\\_ta.png](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=Sureshbup&title=Special%3ASearch&go=Go&ns0=1&ns6=1&ns12=1&ns14=1&ns100=1&ns106=1#/media/File:Comparison_of_nanomaterials_sizes_-_ta.png)

Nano ist die Vorsilbe für die Maßeinheit Nanometer (nm), d.h. ein Milliardstel von einem Meter. Im Oktober 2011 veröffentlichte die Europäische Kommission eine Empfehlung, nach der Nanomaterialien auf eine Größe von etwa 1 – 100 Nanometern definiert werden (Ausnahmen sind möglich). In der Empfehlung lautet die Definition wie folgt: „ein natürliches, bei Prozessen anfallendes oder hergestelltes Material, das Partikel in ungebundenem Zustand, als Aggregat oder als Agglomerat enthält, und bei dem mindestens 50 Prozent der Partikel in der Anzahlgrößenverteilung ein oder mehrere Außenmaße im Bereich von 1 nm bis 100 nm haben.“

Zur Verdeutlichung: die Nano-Teilchen oder- Schichten, sind über 1.000 Mal dünner als der Durchmesser eines Menschenhaares!

Obwohl das Europäische Umweltbüro (EEB) und der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) die Kommissionsempfehlung als zu eng kritisieren, ist die Definition bis heute gültig.

## **Was versteht man unter Nanotechnologie?**

Nanotechnologie bezeichnet die Herstellung, Untersuchung und Anwendung von Strukturen, molekularen Materialien, inneren Grenzflächen mit mindestens einer kritischen Ausdehnung (Dimension) von kleiner als 100 nm. Sie nutzt synthetisch hergestellte Nanomaterialien, um in Produkten, Anwendungen und Analysetechniken deren größenspezifische Eigenschaften zu nutzen. Es handelt sich um eine Querschnittstechnologie.

## **In welchen Produkten kommen Nanoteilchen vor?**

Produktinnovationen auf der Basis von Nanotechnologie spielen in vielen Lebensbereichen eine zunehmend wichtige Rolle, zum Beispiel in der Gesundheit (Pharmazie und Medizin) und Ernährung, der Arbeit, dem Wohnen, der Mobilität, der Energieerzeugung, der Elektronikbranche (Informations- und Kommunikationstechnik), der Kosmetik, der Flächenveredelung und der Chemie.

Produkte wie kratzfeste Beschichtungen oder organische Solarzellen, Batterien, Beschichtungen, Textilien (z.B. antibakterielle Kleidung), Farben und Lacke, Wasch- und Reinigungsmittel, Wandfarben, Tierpflegemittel bis hin zu Zahnpasta werden mit Nanomaterial versehen. Sonnenschutzmittel enthalten zum Beispiel Titan- und Zinkoxidpartikel als UV-Filter.

Nanopartikel in Kunststoffen oder Keramiken ermöglichen neue mechanische, thermische oder elektrische Werkstoffeigenschaften.



Natürlicher Nanoversiegelungseffekt / Peter Röhl / [pixelio.de](http://pixelio.de)

## **Kann der Verbraucher erkennen, ob in einem Produkt Nanomaterial steckt?**

Bislang mussten Herstellerinnen und Hersteller Produkte, die Nanopartikel enthalten, nicht kennzeichnen. Verbraucherinnen und Verbraucher erfuhren daher nicht, in welchen Produkten Nanoteilchen enthalten waren.

Inzwischen gibt es zahlreiche nanohaltige Gebrauchsgegenstände und Lebensmittel auf dem Markt, weshalb der Gesetzgeber nachgezogen hat:

- Seit Mai 2012 legt die Verordnung über **Biozidprodukte** (i.w.S. Schädlingsbekämpfungsmittel) Bestimmungen für Wirkstoffe und nicht wirksame Stoffe mit folgenden Eigenschaften fest:

- Mindestens 50 % der Partikel haben in mindestens einer Dimension eine Größe von 1 nm bis 100 nm.
- Die Partikel befinden sich in einem ungebundenen Zustand oder liegen als Aggregat oder Agglomerat vor.

Trifft dies auf den/die Wirkstoff/e eines Biozidprodukts zu, so müssen neben der Notwendigkeit der Wirkstoff- und der Produktgenehmigung auf dem Etikett des Produkts die Namen aller Nanomaterialien mit der anschließenden Angabe „Nano“ in Klammern angegeben sein.

- Seit Juli 2013 müssen alle **Kosmetik- und Körperpflegeprodukte**, die Nanomaterialien enthalten, gekennzeichnet werden. Dies schreibt die neue Kosmetikverordnung vor.

- Seit Dezember 2014 gilt die neue **Lebensmittelinformationsverordnung** der EU. Alle technisch hergestellten Nanomaterialien müssen seither auf der Zutatenliste mit dem Zusatz 'Nano' kenntlich gemacht werden. (Hinweis: Viele Lebensmittel wie Instant-Suppen, Salz oder Kaffeeweißer enthalten Partikel aus Siliziumdioxid, damit sie nicht verklumpen. Winzige Titandioxidkrümel lassen Kaugummis, Dragees und Joghurt-Dressings weiß strahlen.)

Wann ein Stoff als "Nanomaterial" auf v.g. Weise kennzeichnungspflichtig wird, hängt von der Definition im jeweiligen Gesetz ab (diese sind nicht einheitlich!).

### Was sind die Vorteile von Nanoteilchen in Produkten?

Aufgrund der größeren spezifischen Oberfläche je Volumen können Nanomaterialien im Vergleich zu demselben Material ohne Nano-Merkmale andere Eigenschaften aufweisen. Die Umwelt kann von der Nanotechnik profitieren, z.B. durch die Einsparung stofflicher Ressourcen, die Verringerung des Anfalls umweltbelastender Nebenprodukte, die Verbesserung der Effizienz bei der Energieumwandlung, die Verringerung des Energieverbrauchs und die Entfernung umweltbelastender Stoffe aus der Umwelt.

### Was sind die gesundheitlichen Bedenken?

Über die Wirkung von Nanoteilchen auf die Menschen und die Umwelt ist bisher nur wenig bekannt. Die Partikel sind entweder fest in einen Stoff eingebunden oder liegen in freier Form vor. Die größten Risiken für Mensch und Umwelt können nach Ansicht des Umweltbundesamtes diejenigen Nanomaterialien bergen, die als freie Teilchen in Produkten enthalten sind - zum Beispiel in Sprays - und unkontrolliert freigesetzt werden. Sie können sich über die Luft verbreiten und über die Atemwege aufgenommen werden.

Unklar ist, ob giftige Substanzen, die den Teilchen anhaften könnten, über die Haut in den Körper gelangen können.

Durch den Mund zugeführte Nanopartikel – z.B. in Arzneimitteln - können über den Darm aufgenommen werden und von dort ins Lymphsystem gelangen und ins Blut übertreten.



Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) stellt fest, dass die für die technologischen Zwecke sehr günstige Eigenschaft der Nanomaterialien, ein sehr günstiges Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnis zu haben, sich prinzipiell nachteilig auf die menschliche Gesundheit auswirken kann. Immer dann, wenn freigesetzte Partikel in den Körper gelangen, sich dort feinst verteilen und in den verschiedenen Organen anreichern, können sie wegen ihrer großen Reaktionsfreudigkeit möglicherweise auch Schäden anrichten.

Vermutet wird z.B., dass die geringe Größe der nanoskaligen Primärpartikel ursächlich dafür sein könnte, dass sie besser in den Organismus aufgenommen und leichter oder anders als nicht-nanoskalige Formen im Körper verteilt werden. Weiter wird vermutet, dass Nanomaterialien wegen ihrer besonderen Reaktivität besonders toxisch sein könnten. Auch können gezielte Modifizierungen der Oberfläche die Eigenschaften von Materialien verändern und Bioverfügbarkeit und Toxizität ungünstig beeinflussen.

Für einige Nanomaterialien der ersten Generation, die schon längere Zeit vermarktet werden, ist aus in vivo\* Studien bekannt, dass sie nach Einatmen zu Entzündungen und Tumorbildungen in der Lunge führen. Besonders ausgeprägt sind diese Effekte bei rigiden (straffen/harten) biobeständigen Fasern. Bei granulären (körner- oder kugelartigen) nanoskaligen Materialien sind ähnliche Effekte zu beobachten.

\* am lebenden Objekt

Die Agglomeratgröße und eine mögliche Freisetzung von Nanopartikeln aus Agglomeraten können einen Einfluss auf die Verteilung von Nanopartikeln und die Wirkung im Organismus haben. Eine Toxikokinetikstudie mit  $\text{TiO}_2$ -Nanomaterialien ergab, dass kleinere Agglomerate nach Inhalation nicht nur in der Lunge als primäres Zielorgan verbleiben, sondern in geringem Ausmaß auch in andere innere Organe gelangen können. Die anteilmäßige Verteilung auf die inneren Organe und die Geschwindigkeit der Ausscheidung muss noch weiter untersucht werden.

Solange Nanopartikel fest in Materialien eingebunden sind und nicht freigesetzt werden, ist nach Ansicht des Umweltbundesamtes eine Gefährdung des Menschen kaum zu erwarten.

## **Was sind die Bedenken in Hinsicht auf den Umweltschutz?**

Grundsätzlich ist die Nanoskaligkeit eines Stoffes nicht zwangsläufig gleichbedeutend mit einer Gefährdung oder einem Risiko.

Über Umweltgefährdungen, die von den Nanotechnologien ausgehen, ist jedoch bisher wenig bekannt: Testverfahren, die für chemische Substanzen in größerer Form entwickelt wurden, können nur bedingt zur Bewertung von Nanomaterialien eingesetzt werden.

Erste Studien haben aufgezeigt, dass Nanomaterialien für verschiedene Lebewesen schädlich sein können. So wirken sich Titandioxid und Zinkoxid in Nanoform giftig auf Wasserflöhe aus. Antibakteriell wirkende Nanomaterialien wie das Nano-Silber, haben sich als schädlich für nützliche Bakterien herausgestellt, welche im Süßwasser-Ökosystem eine wichtige Rolle spielen.

Was der steigende Eintrag von Nanopartikeln in die Umwelt jedoch für die Artenvielfalt bei Tieren und Pflanzen bedeutet, ist derzeit nicht absehbar. Weitere Studien sind erforderlich.



derhueby / [pixelio.de](http://pixelio.de)

Solange Nanopartikel fest in Materialien eingebunden sind und nicht freigesetzt werden, ist nach Ansicht des Umweltbundesamtes eine Gefährdung der Umwelt unwahrscheinlich. Über die Freisetzung ursprünglich fest eingebundener Teilchen aus Produkten durch Alterungs- oder Abbauprozesse liegen bisher keine Informationen vor.

### **Was ist die Konsequenz aus der schlechten Datenlage in Hinsicht auf die Gesundheits- und Umweltauswirkungen von Nanomaterial?**

Da derzeit kaum Daten vorliegen, wurden im Auftrag des UBA eine Reihe von Studien erarbeitet, die die Chancen und Risiken nanotechnischer Verfahren und nanotechnisch hergestellter Produkte für die Umwelt und den Umweltschutz qualitativ und zum Teil auch quantitativ zeigen: „Entlastungseffekte für die Umwelt durch nanotechnische Verfahren und Produkte“ (Universität Bremen), „Untersuchung des Einsatzes von Nanomaterialien im Umweltschutz“ (Golder Associates, Celle), „Analyse und strategisches Management der Nachhaltigkeitspotenziale von Nanoprodukten – NachhaltigkeitsCheck von Nanoprodukten“ (Öko-Institut, Freiburg).

Auf die Zukunft gerichtet hat das UBA im Jahr 2013 zusammen mit dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) und der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) 85 Projekte zur Sicherheitsforschung auf dem Gebiet der Nanotechnik ausgewertet. Im Ergebnis wurden Schwerpunkte für die zukünftige Ausrichtung der Sicherheitsforschung des Bundes abgeleitet:

### **Ausblick**

Aufgrund der unzureichenden Datenlage ist eine abschließende Risikobewertung zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, auch wenn Hinweise auf mögliche gesundheitliche Auswirkungen durch synthetische Nanopartikel vorliegen.

### **Weiterführende Links**

Nanotechnologie in der BAM <https://www.bam.de/Navigation/DE/Themen/Analytical-Sciences/Dossier-Nanotechnologie/nanotechnologie.html>

Nanotechnologie im UBA <http://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/innovative-produktionsverfahren/nanotechnologie>

LGL Bayern / Nanomaterialien in Lebensmitteln und Verbraucherprodukten  
[http://www.lgl.bayern.de/publikationen/doc/nanomaterialien\\_lebensmittel\\_produkte.pdf](http://www.lgl.bayern.de/publikationen/doc/nanomaterialien_lebensmittel_produkte.pdf)

Nanoproduktdatenbank des BUND  
<https://www.bund.net/themen/chemie/nanotechnologie/nanoprodukte-im-alltag/nanoproduktdatenbank/>

Nanomaterialien in der Umwelt – Aktueller Stand der Wissenschaft und Regulierungen zur Chemikaliensicherheit - Empfehlungen des Umweltbundesamtes  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/nanomaterialien\\_in\\_der\\_umwelt.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/nanomaterialien_in_der_umwelt.pdf)

Aktionsplan Nanotechnologie 2020 - Eine ressortübergreifende Strategie der Bundesregierung  
[https://www.bam.de/SharedDocs/DE/Downloads/as-nano-aktionsplan-nanotechnologie-2020.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bam.de/SharedDocs/DE/Downloads/as-nano-aktionsplan-nanotechnologie-2020.pdf?__blob=publicationFile)





Institut d'électronique de microélectronique et de nanotechnologie  
Wikimedia commons - Kyesa51

[https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Institut\\_d%27%C3%A9lectronique\\_de\\_micro%C3%A9lectronique\\_et\\_de\\_nanotechnologie#/media/File:Centrale\\_de\\_Technologie\\_IEMN.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Institut_d%27%C3%A9lectronique_de_micro%C3%A9lectronique_et_de_nanotechnologie#/media/File:Centrale_de_Technologie_IEMN.jpg)

Herausgeber:

@ Stadt Oberhausen  
Bereich Gesundheit  
Fachbereich Ärztlicher Dienst, Hygiene, Umweltmedizin  
Ansprechpartnerin:  
Monika Zirngibl, Tel. 0208/825-2697

Stand: August 2019