

## Gefährdungen beurteilen bei Tätigkeiten mit Nanomaterialien

Die Nanotechnologie gilt als eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Vor ca. 20 Jahren wurde damit begonnen, auf diesem Gebiet eine Reihe innovativer Forschungsprojekte zu fördern. Mittlerweile finden immer mehr Anwendungen aus der Forschung zur Nanotechnologie Eingang in die betriebliche Praxis.

**Nanotechnologie – was ist das?** Die NanoKommission der Deutschen Bundesregierung versteht unter dem Begriff der Nanotechnologie verschiedene Verfahren zur Untersuchung, gezielten Herstellung und Anwendung von Prozessen, Strukturen, Systemen oder molekularen Materialien, die in mindestens einer Dimension unterhalb von 100 Nanometern ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) liegen.

■ Als **Nanomaterialien** werden künstlich hergestellte Materialien verstanden, die vor allem durch das veränderte Oberflächen-Volumen-Verhältnis neuartige Eigenschaften entfalten. Nanomaterialien werden in Nanoobjekte und nanostrukturierte Materialien untergliedert.

Faseragglomerat,  
20.000 fach  
vergrößert

Foto: S.Plitzko,  
BAuA

■ **Nanoobjekte** sind Materialien, die entweder in ein, zwei oder drei äußeren Dimensionen nanoskalig (im Bereich 1 bis 100 nm) sind. Typische Vertreter sind Nanopartikel, Nanostäbchen und Nanoplättchen. Zu den Nanostäbchen gehören z. B. elektrisch leitende Fasern (Nanowires) oder Nanoröhrchen (Nanotubes).

■ **Nanostrukturierte Materialien** haben eine innere nanoskalige Struktur und treten in der Regel als Verbundsysteme von Nanoobjekten auf.

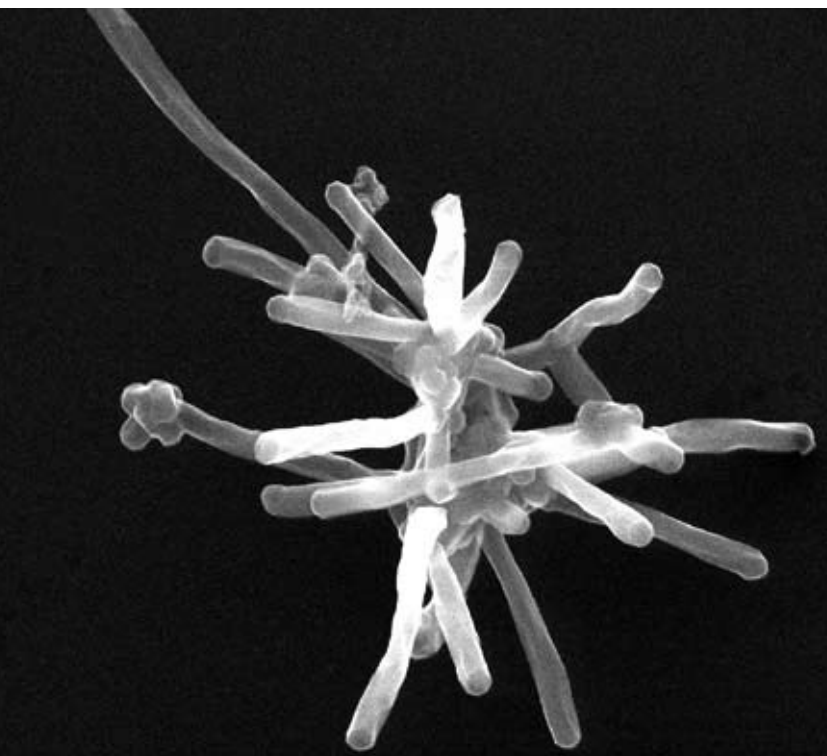
Alle oben definierten Begriffe zur Nanotechnologie werden ausschließlich über die Größe festgelegt. Hieraus ergibt sich, dass sich Nanomaterialien nicht nur in ihrer stofflichen Zusammensetzung, sondern auch in einer Vielzahl weiterer Eigenschaften, wie der Größenverteilung, der Oberflächenbeschaffenheit oder einer möglichen Beschichtung unterscheiden können. So fallen unter die Definition der Nanomaterialien metallische oder keramische Nanopulver, Kohlenstoff-Nanoröhrchen, elektrisch leitfähige Polymere, Quantenpunkte oder Sol-Gel-basierte Materialien.

### Nanotechnologie – wo wird sie eingesetzt?

Im Bereich des Arbeitsschutzes werden z. B. antibakteriell ausgerüstete Einwegschutzzüge angeboten. Die antibakterielle Wirkung beruht darauf, dass Silbernanopartikel in einer Polymermatrix auf dem Gewebe fixiert wurden. Wie auch in Sonnenschutzcremes können in den am Arbeitsplatz eingesetzten Hautschutzpräparaten beispielsweise Titandioxid oder Zinkoxid Nanopartikel zum besseren UV-Schutz enthalten sein. In Druckereien und Papier verarbeitenden Betrieben werden Nanopartikel z. B. in Druckfarben oder zur Veredelung von Oberflächen eingesetzt.

### Welche grundsätzlich neuen Eigenschaften können synthetische Nanopartikel aufweisen?

Im Vergleich zu größeren Partikeln können Nanopartikel im Bereich von 1 bis 100 nm ein verändertes quanten-



mechanisches Verhalten, z. B. in Bezug auf Farbe, Transparenz, Härte, Magnetismus oder elektrischer Leitfähigkeit, aufweisen. Die deutlich vergrößerte Oberfläche von Nanopartikeln kann zu einer Änderung physikalischer und chemischer Eigenschaften, wie Änderung des Schmelz- und Siedepunktes, der chemischen Reaktivität oder Katalysewirkung führen.

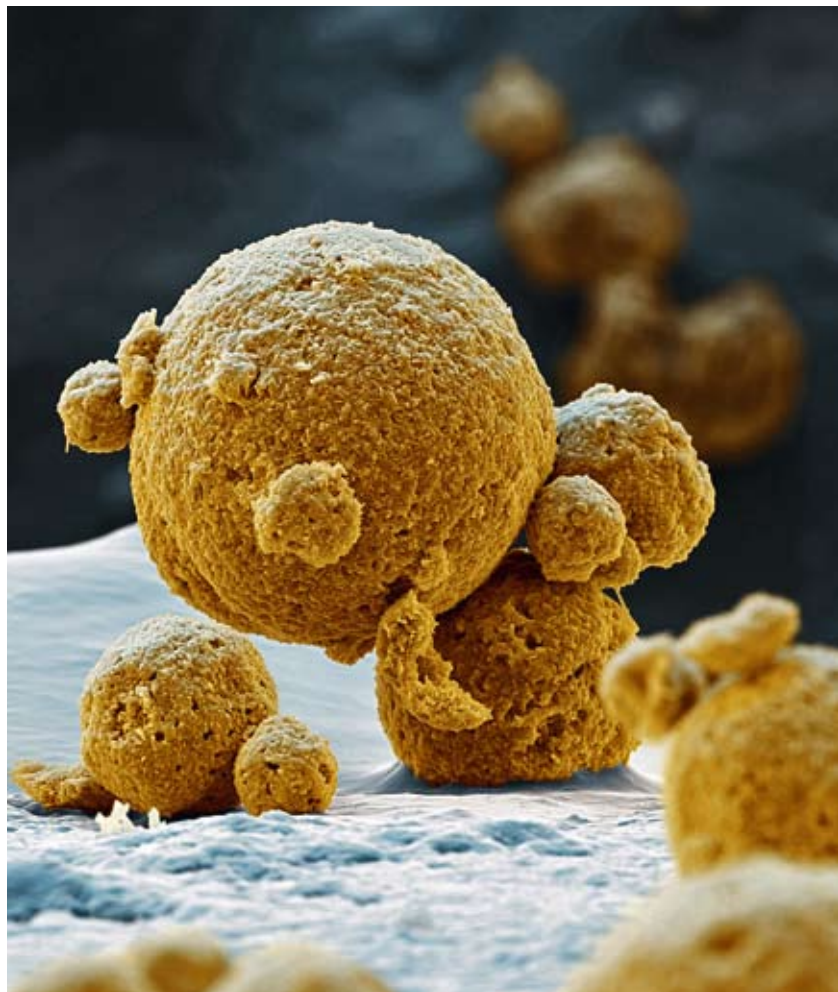
**Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Nanomaterialien** Derzeit existieren für Tätigkeiten mit Nanomaterialien keine gesonderten Vorschriften und Regelungen zum Arbeitsschutz. Auf der Grundlage der Gefahrstoffverordnung ist es die Aufgabe des Unternehmers, bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Danach sind angemessene und wirksame Schutzmaßnahmen festzulegen. Die Gefahrstoffverordnung fordert, dass erst nachdem die Gefährdungsbeurteilung durchgeführt und die erforderlichen Schutzmaßnahmen getroffen wurden, die jeweilige Tätigkeit aufgenommen werden darf. Diese Forderung wird in der TRGS 400 »Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen« und den weiteren Technischen Regeln für Gefahrstoffe der 400er Reihe, beispielsweise zum Hautkontakt (TRGS 401) oder zur inhalativen Exposition (TRGS 402), konkretisiert.

#### Die Gefährdungsbeurteilung besteht aus folgenden Schritten:

1. Ermittlung der Gefährdung
2. Bewertung der Gefährdung
3. Festlegung der Schutzmaßnahmen
4. Kontrolle der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen

Wie alle technologischen Innovationen ist auch die Nanotechnologie mit einem gewissen Risiko verbunden. Nanomaterialien oder Produkte mit Nanomaterialien können neue und besondere Eigenschaften besitzen. In welchem Ausmaß Mensch und Umwelt exponiert sind und ob negative Wirkungen daraus resultieren, ist derzeit Gegenstand intensiver Forschungsarbeit. Die technische Entwicklung ist auch bei der Nanotechnologie der wissenschaftlichen Wirkungserfassung einen Schritt voraus. Die gesellschaftliche Akzeptanz und damit der Erfolg der Nanotechnologie hängt entscheidend vom Nutzen der Chancen und gleichzeitig der wirksamen Minimierung möglicher Risiken ab.

**NanoKommission fordert Transparenz aller relevanter Informationen** Vor diesem Hintergrund hat die Deutsche Bundesregierung Ende 2006 die NanoKommission als zentrales Gremium zum nationalen Dialog zur Nanotechnologie eingerichtet. Die NanoKommission umfasst 16 Mitglieder aus Wissenschaft,



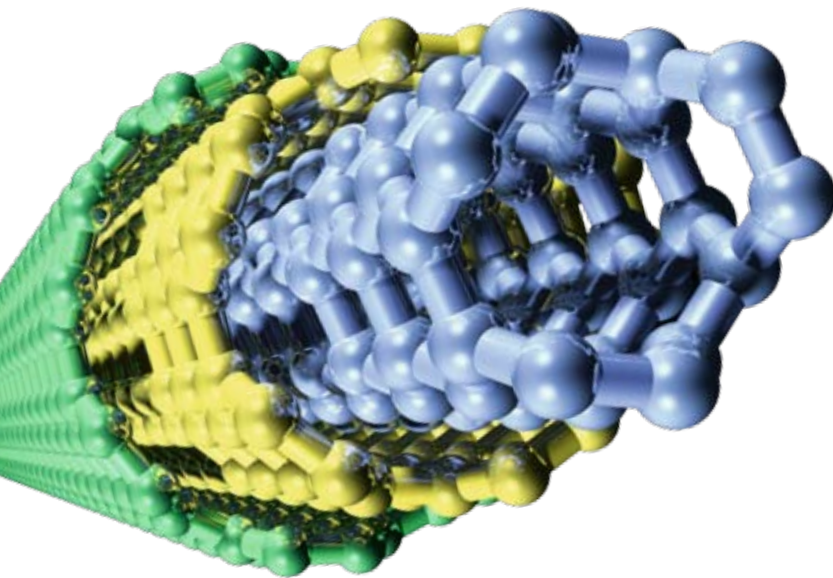
Wirtschaft, Gewerkschaften, Umwelt- und Verbraucherorganisationen sowie Ministerien. Unterstützt durch drei Arbeitsgruppen wurde eine intensive Diskussion über die Auswirkungen der Nanotechnologie und den derzeitigen Stand des Wissens geführt. Die Ergebnisse dieser Arbeit wurden im November 2008 im Bericht der NanoKommission »Verantwortlicher Umgang mit Nanotechnologien« veröffentlicht.

Die NanoKommission fordert, dass alle für die Sicherheitsbeurteilung relevanten Informationen an den Anwender weitergegeben werden:

- physikalisch-chemische Eigenschaften (inkl. nanospezifische Informationen)
- Toxizität
- Exposition, ggf. Betrachtungen zur unbeabsichtigten Freisetzung
- verwendete Testmethoden und Messverfahren
- Ergebnisse der Risikobewertung
- angewandte und empfohlene Maßnahmen zum sicheren Umgang.

Metalloxidpartikel als Energiespeicher für Batterien und Akkus.

Foto: Pressefoto BASF



Mehrwandiges  
Kohlenstoff-  
Nanoröhrchen

Foto:  
iStockphoto.com  
/Martin McCarthy

Sind im Sicherheitsdatenblatt von Nanomaterialien zu den oben genannten Punkten keine zusätzlichen Informationen aufgeführt, sollte der Anwender immer beim Hersteller oder Lieferanten gezielt nachfragen und um ergänzende Auskünfte bitten. Nur dann kann eine regelgerechte Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden und ein mögliches Risiko für die Beschäftigten durch wirksame Schutzmaßnahmen minimiert werden.

### **DGUV veröffentlicht häufig gestellte Fragen (FAQs) zu Tätigkeiten mit Nanomaterialien**

Ergeben sich im Sicherheitsdatenblatt Hinweise, dass in dem verwendeten Produkt Nanomaterialien enthalten sind, treten häufig gerade in Klein- und Mittelbetrieben eine Reihe von Fragen u. a. zu den verwendeten Fachbegriffen oder einer möglichen gesundheitsgefährdenden Wirkung auf. Einige dieser häufig auftretenden Fragen, gerade im Hinblick auf eine mögliche gesundheitsgefährdende Wirkung, werden in der Auflistung »FAQs zu Tätigkeiten mit Nanomaterialien« auf den Internetseiten

der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) allgemein verständlich beantwortet. So wird z. B. erläutert, wie Nanopartikel in den menschlichen Organismus aufgenommen werden und was mit den aufgenommenen Nanopartikeln im Organismus geschieht.

### **BGI/GUV-I 5149 Nanomaterialien am Arbeitsplatz**

Hilfen zur Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung enthält die Information »BGI/GUV-I 5149 Nanomaterialien am Arbeitsplatz«. In der BGI wird der derzeitige Wissensstand zu möglichen Gefährdungen durch Nanopartikel, die möglichen Aufnahmewege und das Vorkommen von Nanopartikeln am Arbeitsplatz kurz zusammengefasst. Neben einem Überblick über die derzeit gültigen gesetzlichen Regelungen bildet die Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung sowie eine Zusammenfassung wirksamer Schutzmaßnahmen einen Schwerpunkt der BGI. Abschließend bietet die BGI eine Liste mit weitergehenden Veröffentlichungen zum Themenbereich Nanomaterialien und Arbeitsschutz.

**Brand- und Explosionsschutz beachten** Bei Tätigkeiten mit Nanomaterialien sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung auch die Anforderungen zum Brand- und Explosionsschutz zu beachten, wenn es sich um brennbare Stoffe wie Kohlenstoffmodifikationen, Metallpulver oder organische Verbindungen handelt. Derzeit vorliegende Messergebnisse belegen, dass die Mindestzündenergie brennbarer Stoffe von der Partikelgröße abhängt. Umso mehr sich die Partikelgröße verringert, desto geringer wird die Mindestzündenergie. Es ist somit nicht auszuschließen, dass bei Tätigkeiten mit brennbaren Nanomaterialien in einer Konzentration oberhalb der unteren Explosionsgrenze Zündfunken mit vergleichsweise geringer Zündenergie zur Zündung ausreichen.

### **Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Nanomaterialien**

Beim Umgang mit Nanomaterialien ist darauf zu achten, durch geeignete Schutzmaßnahmen eine mögliche inhalative Exposition der Beschäftigten auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Dies kann durch eine Bindung von partikelförmigen Nanomaterialien in flüssigen oder festen Medien im Rahmen des Verarbeitungsprozesses erfolgen. Soweit technisch und wirtschaftlich möglich, sollten daher Dispersionen, Pasten oder Compounds anstatt pulverförmiger Nanomaterialien eingesetzt werden. Weiterhin sollten Arbeiten mit Nanomaterialien möglichst in geschlossenen Apparaturen durchgeführt werden. Bei Befüll- und Entleerungsvorgängen ist eine Absaugung möglicherweise freigesetzter Stäube an der Entstehungsstelle

vorzusehen. Selbstverständlich sind die Beschäftigten in den nach der Gefahrstoffverordnung festgelegten Zeiträumen anhand der Betriebsanweisung zu unterweisen und insbesondere über die zusätzlich zu treffenden Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Nanomaterialien zu unterrichten. Kann durch verfahrenstechnische, technische und organisatorische Schutzmaßnahmen, z. B. bei Leckagen oder Havarien an der Produktionsanlage, kein ausreichender Schutz der Beschäftigten gewährleistet werden, sind in Abhängigkeit von der jeweiligen Stoffeigenschaft geeigneter Atemschutz, Schutzhandschuhe, Schutzbrille sowie Schutzbekleidung zu tragen. Für Staubfiltermasken hat das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung IFA in einer Untersuchung die Wirksamkeit auch gegenüber ultrafeinen Partikeln nachgewiesen.

**Ermittlung der Exposition gegenüber Nanopartikeln** Zur Bewertung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Nanomaterialien hat die BG ETEM bereits 2008 zwei direkt anzeigende Messgeräte angeschafft. Mit dem tragbaren Kondensationspartikelzähler TSI 3007 CPC kann im Arbeitsbereich die Partikelanzahl von Nanopartikeln im Arbeitsbereich bestimmt werden. Mit dem Nanopartikel Aerosolmonitor TSI Aero Trak 9000 kann zusätzlich die Oberflächengröße der Nanopartikel gemessen werden. Mitgliedsbetriebe der BG ETEM, die Nanomaterialien in Labor, Technikum oder Produktion verwenden, können kostenlos durch den Messtechnischen Dienst der Berufsgenossenschaft eine messtechnische Bewertung der Exposition am Arbeitsplatz vornehmen lassen.

Weitere Informationen zu Nanomaterialien im Internet finden Sie bei der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA): [www.baua.de](http://www.baua.de) >Themen von A – Z >Nanotechnologie >Handlungshilfen für den Umgang mit Nanomaterialien [Dr. Neumeister]

### Weitere Informationen

- FAQ der DGUV: [www.dguv.de](http://www.dguv.de) >Prävention >Themen von A-Z >Nanotechnologie
- BGI/GUV-I 5149: [www.bgetem.de](http://www.bgetem.de) >Prävention Gesetze/Vorschriften >BG-Informationen (Suchbegriff: 5149)
- Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Nanomaterialien: [www.dguv.de/ifa/de](http://www.dguv.de/ifa/de) >Fachinfos >Nanopartikel

Nanowürfel dienen z. B. als Speichermedium für Wasserstoff.

Foto: Pressefoto  
BASF

