



ARBEIT UND GESUNDHEIT

spezial 06 2009

Infos für Arbeitsschutzprofis

„Kein Grund zur Verunsicherung“

Es gibt keine abschließenden Antworten zum sicheren Umgang mit Nanopartikeln. Dazu fehlen zum einen ein gesicherter wissenschaftlicher Erkenntnisstand über mögliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, zum anderen gesetzliche und technische Regeln. Trotzdem – oder gerade deshalb – ist eine Betrachtung des aktuellen Kenntnisstandes wichtig für den Arbeitsschutz. ARBEIT UND GESUNDHEIT befragte dazu Thomas Peter.

Wie gefährlich sind Nanopartikel für Beschäftigte?

Allgemeine Aussagen sind schwierig zu treffen, da bereits verschiedenste Arten von Nanopartikeln hergestellt werden. Es gibt jedoch Untersuchungen, die belegen, dass bisher unkritische Stoffe als Nanopartikel reaktive Eigenschaften zeigen, die die Aufnahmewege in den Menschen verändern und Zellen schädigen können.

Wo sehen Sie den möglichen Gefährdungsschwerpunkt?

Aufgrund ihrer Größe könnten sie beim Einatmen tief in die Lunge eintreten. Gefährlich könnte es werden, wenn Partikel die natürliche Selbstreinigung der Lunge stören und dauerhafte Entzündungen auslösen.

Warum ist es so schwierig, die Frage nach der Gefährlichkeit von Nanopartikeln zu beantworten?

Toxikologische Daten können im Tierversuch oder durch Zellkulturtests erstellt werden, jedoch müssen die gängigen, vorgeschriebenen Messverfahren auf ihre Aussagekraft überprüft werden. Die Übertragbarkeit dieser Daten auf den Menschen, um

daraus Langzeitwirkungen abzuschätzen, ist derzeit noch widersprüchlich.

In Ihrem Institut arbeiten zahlreiche Mitarbeiter tagtäglich mit Nanopartikeln. Sehen Sie für diese eine besondere Gefährdung?

Für die momentan weitverbreitete Verunsicherung gegenüber Nanomaterialien im Allgemeinen sehe ich

keinen Grund. Wir arbeiten in normalen Laboratorien und beachten die Regeln der Betriebsanweisung und Sicherheitsdatenblätter der Hersteller, wie es auch für andere Stoffe notwendig ist. Es ist wichtig, auf die noch andauernde Toxizitätsabschätzung von Nanopartikeln hinzuweisen, um auch für notwendigen Arbeitsschutz zu sensibilisieren.

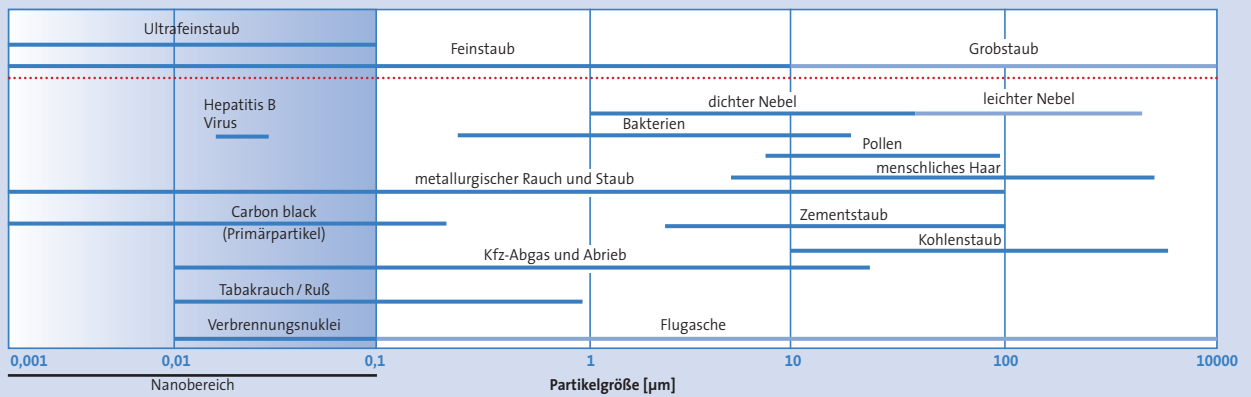
Experte

Dipl.-Ing. Thomas Peter arbeitet in der Abteilung Zellsysteme des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB) und beschäftigt sich seit Jahren mit Toxizitätsbewertungen von Carbon Nanotubes. Er ist Mitglied im Forschungsverbund Life Science.

Einsatz von Partikelfiltern

Falls es beim Umgang mit Nanopartikeln zu einer Staubeentwicklung kommt, kann das Tragen von Persönlichen Schutzausrüstungen sinnvoll oder erforderlich sein. Das wirft die Frage auf, ob einfache Partikelfilter ausreichen oder ob ein Pressluftatmer getragen werden muss, was zum Teil in Sicherheitsdatenblättern empfohlen wird. Fakt ist, dass normale Partikelfilter auch gegen Nanopartikel wirksam sind. So absorbieren P2-Filter oder FFP2-Masken 99,8 und P3-Filter oder FFP3-Masken sogar 99,99 Prozent der Nanopartikel. Der Grund für die hohe Abscheidungsleistung der üblichen Filter auch bei den winzigen Nanopartikeln ist, dass Filter nicht wie ein Sieb arbeiten. Vielmehr bewirken physikalische Effekte wie Diffusion und Trägheit, dass auch solche Partikel gebunden werden, die viel kleiner sind als der Porendurchmesser des Filtermaterials. Dieser Effekt ist allerdings bei einer Teilchengröße um 200 nm weniger stark, was sowohl für Filtermaterialien als auch für die Lunge gilt: In demselben Größenbereich, bei dem die Filter weniger effektiv sind, werden auch von der Lunge weniger Partikel zurückgehalten.

**ARBEIT UND
GESUNDHEIT**



↑ Stäube und Schwebstoffe nach Größe geordnet

Herausforderung für den Arbeitsschutz

Aufgrund ihrer geringen Größe werden Nanopartikel von einigen Fachleuten als „neue Gefahr“ angesehen. So ist es denkbar, dass Stoffe in normaler Partikelgröße unkritisch sind, jedoch als Nanopartikel für den Menschen gesundheitsschädlich sein können. Deshalb sollten Arbeitsschutzmaßnahmen getroffen werden.

Nanopartikel sind kleinste Partikel in der Größe von etwa 1 bis 200 Nanometern (1 nm = 1 milliardstel Meter).

Nanopartikel können sehr homogen durch Zerkleinern verschiedener Materialien oder durch chemische Synthese künstlich hergestellt werden. Man unterscheidet sie von den unabsichtlich als Nebenprodukt entstehenden ultrafeinen Stäuben gleicher Größe, die bei thermischen Prozessen (z. B. Motorabgase, Hausfeuerung, Schweißen) freigesetzt werden.

Nanopartikel werden aktuell schon in Lacken, Sonnencremes und Werkstoffen eingesetzt. Aufgrund ihrer geringen Größe und ihrer Eigenschaften ist es durchaus denkbar, dass Stoffe in Form normalgroßer Partikel unkritisch sind, jedoch die gleichen Stoffe als Nanopartikel für den Menschen gesundheitsschädlich sein können. Wie kann also in der betrieblichen Praxis mit der möglichen Gefährdung durch Nanopartikel umgegangen werden? Dabei muss zuerst die Frage stehen, auf welchem Weg und bei welcher Tätigkeit die Nanopartikel in den Körper gelangen können.

Aufnahmewege

Die Aufnahme über die Haut ist ein denkbarer Pfad für Nanopartikel in den Körper. Bisherige Erkenntnisse weisen jedoch darauf hin, dass Nanopartikel die intakte Haut nicht durchdringen können. In der Praxis wird dieser Aufnahmeweg die geringste Bedeutung haben.

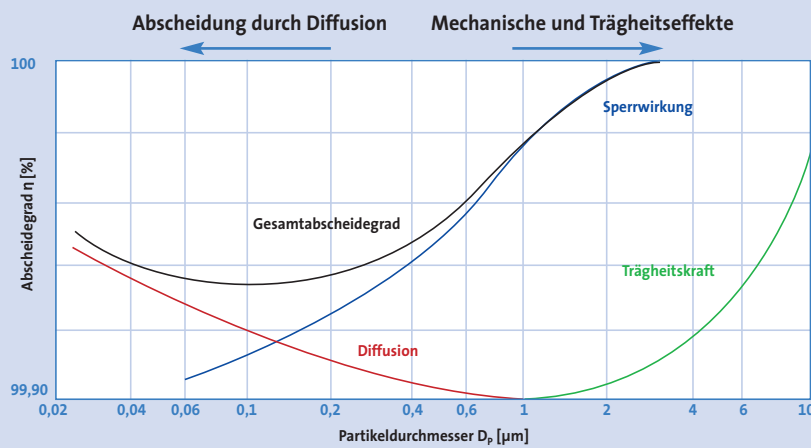
Die Aufnahme über den Magen-Darm-Trakt ist möglich, jedoch ist in der betrieblichen Praxis dieser Aufnahmeweg bei der Beachtung der allgemeinen Regeln der Hygiene eher unwahrscheinlich, sicherlich aber im Vergleich zur Atmung von geringerer Bedeutung.

Es besteht unter Fachleuten Einigkeit darüber, dass die Atmung der potenziell bedeutendste Aufnahmeweg für Nanopartikel ist. Dies ist einsichtig, wenn man bedenkt, dass die menschliche Lunge jeden Tag etwa 12.000 l* Luft inhaliert und hierbei jede Menge Staub und Verunreinigungen und somit auch Nanopartikel mit hoher Effektivität aus dieser Luftmenge herausfiltert. Daraus folgt für den betrieblichen Arbeitsschutz, dass die Gefährdungsbeurteilung und auch die Schutzmaßnahmen darauf abzielen sollten, eine Inhalation von Nanopartikeln zu verhindern oder zu minimieren.

Tätigkeiten mit möglicher Exposition

Auch wenn man noch nicht alle Aspekte der Toxizität von Nanopartikeln untersucht hat, scheint eines sehr sicher zu sein: Nanopartikel, die einmal in einer festen Matrix gebunden sind, gehen eine so feste Bindung ein, dass sie nicht mehr als Nanopartikel wirksam sind. Ob bei der staubenden Bearbeitung von matrixgebundenen Nanopartikeln diese wieder freigesetzt werden, ist Gegenstand intensiver Forschung. Daraus folgt für die betriebliche Praxis, dass Tätigkeiten mit Nanopartikeln in gebundener Form in der Regel diesbezüglich keine besonderen Anforderungen stellen. Dies gilt beispielsweise für die Bearbeitung von Verbundwerkstoffen, die Nanopartikel enthalten, oder das Abfüllen von nanopartikelhaltiger Sonnencreme. Kritisch hingegen sind insbesondere die Arbeitsschritte, bei denen mit Nanopartikeln in freier Form, also als feinsten Staub oder Spray, umgegangen wird.

*LLS, Lungenliga Schweiz



Bildquelle: Entnommen Liegl 2008.
Verändert nach Schramek, E.-R., (2007):
Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik.
73. Auflage. Oldenbourg Industrieverlag München

↑ Filtrationsleistung in Abhängigkeit von der Partikelgröße

Die typischen Arbeitsschritte beim Umgang mit Nanopartikeln:

- Entleeren von Produktionsanlagen für Nanopartikel
- Abfüllen für den Transport
- Umfüllen beim Verarbeiter
- Mischen mit anderen Stoffen (Lösemitteln, Pasten, keramischen Pulvern)
- Beschichten von Oberflächen im Sprayprozess
- Reinigung, Reparatur und Wartung der Anlagen und Behälter.

Nach diesen Arbeitsschritten befinden sich die Nanopartikel in der Regel in einer gebundenen Form und stellen – wenn überhaupt – nur noch eine geringe Gefährdung dar. Die Hauptgefährdung liegt bei den oben genannten Arbeitsschritten bei der möglichen Aufnahme in die Lunge. Daher ist es sinnvoll, folgende Schutzziele zu definieren:

Schutzziel 1: Der Freisetzung von Nanopartikeln muss entgegengewirkt werden.

Schutzziel 2: Freigesetzte Nanopartikel sollen nicht eingeatmet werden.

Schutzmaßnahmen

Zur Umsetzung des Schutzzieles 1 können folgende Schutzmaßnahmen geeignet sein:

- Verwenden geschlossener Apparaturen und Umfüllsysteme
- Umfüllen durch Umschaukeln statt durch Umschütten (Kleinmengen) oder durch Abfülleinrichtungen (große Mengen)
- Vermeiden statischer Aufladungen, da diese zum Verstauben führen können
- zeitnahes Unterrühren und Mischen mit flüssigen Medien
- Vermeiden von Aerosolbildung beim Umgang mit Suspensionen
- regelmäßiges Reinigen (feucht wischen oder aufsaugen) des Arbeitsbereiches, um Ablagerungen und Kontaminationsverschleppungen zu vermeiden; niemals fegen oder mit Druckluft blasen.

Auch bei Umsetzung der obigen Schutzmaßnahmen kann es möglich sein, dass bei bestimmten Arbeitsschritten Nanopartikel in die Luft gelangen. Diese sollten gemäß Schutzziel 2 möglichst rasch abgefangen werden, damit sie von den Beschäftigten nicht inhaliert werden. Dazu können das Arbeiten unter dem (begehbaren) Abzug oder die Verwendung von Punktabsaugungen sinnvoll sein. Besteht die Möglichkeit des Hautkontaktes, sollten Schutzhandschuhe getragen werden. Das Tragen von Atemschutz ist erforderlich, wenn die getroffenen lüftungstechnischen Maßnahmen nicht ausreichend wirksam sind. Beim unbeabsichtigten Freisetzen wird es notwendig sein, zusätzlich zu den oben beschriebenen Maßnahmen auf persönliche Schutzausrüstungen zurückzugreifen. Dies sind insbesondere Einwegschutzhandschuhe, -handschuhe und Atemschutzmasken. Bei einer geringen Exposition können FFP2- oder FFP3-Masken ausreichend sein, bei höherer Exposition wie starken Verunreinigungen der Einsatz von Vollmasken mit P2- oder P3-Filtern. Beim Ablegen der Schutzkleidung nach einer erheblichen Exposition sollte zuerst der Schutzanzug ausgezogen und zur Reinigung oder Entsorgung gegeben werden. Erst danach wird die Schutzmaske abgelegt, damit die Partikel, die beim Auskleiden aufgewirbelt werden, nicht inhaliert werden. Die Schutzhandschuhe werden als Letztes abgelegt.

Fazit

Obwohl es keine eindeutigen Hinweise gibt, dass aus bisher unkritischen Stoffen in nanopartikulärer Form plötzlich Gefahrstoffe werden, sollen auf Basis einer spezifischen Gefährdungsbeurteilung angemessene Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Man kann davon ausgehen, dass es mit den bewährten Maßnahmen des Arbeitsschutzes möglich ist, den Gefährdungen wirkungsvoll zu begegnen. ■

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Weber, Hochschule Furtwangen,
Security and Safety Engineering,

Dr. phil. nat. Stephan Lambotte (BAD GmbH),

✉ redaktion@arbeit-und-gesundheit.de

Die Autoren danken Herrn Dr. Markus Berges vom BGIA Sankt Augustin für die kritische Durchsicht des Manuskripts sowie für seine wertvollen Anmerkungen und Anregungen.