

Arbeitsmedizin: Nanotechnologie – Chance oder Risiko?

Claudia Pletscher

Abteilung Arbeitsmedizin, Suva Luzern

Die Nanotechnologie wird als die Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts bezeichnet. Sie hat bereits in vielen Alltagsprodukten wie auch in medizinischen Anwendungen Einzug gehalten und verspricht ganz neue technische Möglichkeiten. Wie steht es aber mit den Risiken für Arbeitnehmende?

Was sind Nanopartikel?

Nanopartikel weisen in zwei oder drei Dimensionen einen Grössenbereich von 1 bis 100 Nanometern auf. Nanopartikel im Sinne dieser grössenbasierten Definition sind nicht grundsätzlich neu. So werden z.B. Industrie-russe und bestimmte Kieselsäureformen seit Jahrzehnten in grossen Mengen eingesetzt. Mit der Entwicklung der Nanotechnologie werden jedoch neuerdings vermehrt herkömmliche Stoffe in Nanopartikelgrösse angewendet, deren Oberflächen modifiziert wurden, oder es werden von Grund auf neue Strukturen im Nanomassstab synthetisiert. Dadurch erhalten die Stoffe neue Eigenschaften, andere als Partikel mit grösserem Durchmesser.

Neben der gezielten Herstellung entstehen Partikel im Nanomassstab auch beiläufig als Nebenprodukte, besonders bei Verbrennungsvorgängen. Sie werden in diesem Fall als ultrafeine Partikel, Ultrafeinstaub oder ultrafeine Aerosole bezeichnet. Solche ultrafeinen Partikel sind deshalb in industrialisierten Zonen allgegenwärtig. «Saubere» Luft in städtischen Gebieten enthält einige tausend bis zehntausend solcher Partikel pro Kubikzentimeter.

Gesundheitliche Auswirkungen?

Nanopartikel (NP) und ultrafeine Partikel (UFP) werden vor allem über die Atemwege aufgenommen. Ein wichtiger Aspekt der NP/UFP ist die Translokation. Es konnte gezeigt werden, dass nach dem Einatmen NP/UFP über die Alveolen ins Blut gelangen; auch die Aufnahme von NP über den Riechnerv in das zentrale Nervensystem konnte experimentell bestätigt werden. Die experimentelle Datenlage lässt noch keine sicheren Rückschlüsse zu, ob eine Aufnahme durch die intakte Haut erfolgt. Hingegen ist mit einer Aufnahme über die nichtintakte Haut zu rechnen.

Experimentelle Untersuchungen resp. Tierversuche haben Entzündungsreaktionen im Bereich der Atemwege und der Alveolen durch NP dokumentiert. Zudem sind tierexperimentell auch Lungenfibrosen nach Exposition gegenüber NP gezeigt worden.

Aus der Umweltmedizin ist eine Assoziation zwischen der Exposition mit feinen und ultrafeinen Partikeln und Entzündungsreaktionen im Bereich der Schleimhäute der Nase, der unteren Atemwege und der Alveolen bekannt. Ein Asthma kann ungünstig beeinflusst und eine Allergieneigung verstärkt werden. Man weiss zudem, dass zwischen der Umweltbelastung mit Partikeln und Herz-Kreislauf-Erkrankungen eine Assoziation besteht; dies betrifft die Erkrankungshäufigkeit und die Sterblichkeit an koronarer Herzkrankheit und Myokardinfarkten. Inwiefern diese Erkenntnisse auf NP übertragen werden können, ist noch nicht abschliessend geklärt.

Im August 2009 wurde im *European Respiratory Journal* eine Studie aus China veröffentlicht. Darin wurde über Lungenfibrosen bei Arbeitern in einem Betrieb in China berichtet. Sie hatten in einem Betrieb gearbeitet, in dem eine Farbe auf Basis von Polyacrylat-Nanopartikeln aufgesprüht und beim Trocknen erhitzt wurde. Die Arbeitsbedingungen waren ungünstig, der Raum war fensterlos und die Türe geschlossen. Es waren keine wirksamen technischen, organisatorischen und personenbezogenen Massnahmen getroffen worden. Die Autoren gehen davon aus, dass sehr hohe Partikelkonzentrationen vorlagen. Die genaue Zusammensetzung dieser Nanopartikel ist bis jetzt nicht bekannt.

Kohlenstoff-Nanoröhrchen (Carbon Nanotubes, CNT), eine besondere Form der NP, haben strukturelle Ähnlichkeiten mit faserförmigen Stäuben wie beispielsweise Asbest. Vor kurzer Zeit sind tierexperimentelle Untersuchungen veröffentlicht worden, die Hinweise für eine krebserzeugende Wirkung von CNT geben, sofern ihre Fasergeometrie der WHO-Definition für lungengängige Fasern entsprechen (WHO-Definition für lungengängige Fasern: Länge über 5 µm, Durchmesser unter 3 µm, Länge/Durchmesser-Quotient über 3:1). Ins Peritoneum eingebrachte Nanoröhrchen haben entzündliche Veränderungen in ähnlicher Art wie Asbest und in einem Experiment bei Mäusen Mesotheliome verursacht.

Was können wir technisch präventiv vorkehren?

Im Rahmen der Nanotechnologie sind zur Verringerung der Exposition der Mitarbeiter folgende technische Schutzmassnahmen anzuwenden: Verwenden von geschlossenen Armaturen, Absaugen von Stäuben oder Aerosolen direkt an der Quelle, Abluftreinigung für abgesaugte Luft, gegebenenfalls Abtrennung des Arbeits-




Claudia Pletscher



Abbildung 1
Tragbares Messgerät zur Messung von Nanopartikeln am Arbeitsplatz.

raumes und Anpassung der Raumlüftung, organisatorische Massnahmen wie Minimierung der Expositionszeit und der Anzahl exponierter Arbeitnehmender, Beschränkung des Zugangs, Unterweisung über Gefahren und Schutzmassnahmen und personenbezogene Massnahmen wie Atemschutz, Schutzhandschuhe, geschlossene Schutzbrille, Schutzbekleidung mit Kapuze und Unterweisung in der Dekontamination. Gegenwärtig sind noch keine Grenzwerte für Nanopartikel publiziert worden.

Das Institut universitaire romand de Santé au Travail (IST) in Lausanne führte die Studie «Nanoinventar» durch. Mit dieser Studie wurde erhoben, in welchem Mass Nanopartikel bereits in der Schweizer Industrie eingesetzt werden. Mit diesem Nanoinventar stehen der Suva nun bessere Informationen über Nanopartikelverarbeitende Branchen zur Verfügung, was ein zielgerichtetes und aktives Vorgehen ermöglicht.

Mit einem neu entwickelten tragbaren Messgerät sind nun auch personengetragene Messungen möglich (Abb. 1 ) . So können Arbeitsplätze und Arbeitsprozesse mit relevanter Exposition gegenüber Nanopartikeln

identifiziert werden. Es ermöglicht die Erfassung der Belastung von Arbeitnehmenden und der Wirksamkeit von getroffenen Schutzmassnahmen.

Eine abschliessende Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen der Nanopartikel ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich. Die bereits vorhandenen Hinweise dafür sollten zu entsprechender Vorsicht und einem verantwortungsvollen Umgang mit dieser Technologie Anlass geben. Bei Arbeiten mit Nanomaterialien ist der Risikobeurteilung und den entsprechenden Schutzmassnahmen für die Arbeitnehmenden ein grosses Gewicht zu geben. Produkte der Nanotechnologie dürfen nicht zum Asbest von morgen werden!

Korrespondenz:

Dr. med. Claudia Pletscher
Suva Luzern
Abteilung Arbeitsmedizin
CH-6002 Luzern
claudia.pletscher@suva.ch