

Gefährdung durch Nanopartikel und ultrafeine Partikel

Nanopartikel (NP) und ultrafeine Partikel (UFP) werden vor allem über die Atemwege aufgenommen. Ein wichtiger Aspekt der NP/UFP ist die Translokation, das heisst die Fähigkeit Gewebe zu durchdringen. Es konnte gezeigt werden, dass nach dem Einatmen NP/UFP über die Lungenbläschen ins Blut gelangen; auch die Aufnahme von NP über die Haut sowie über den Riechnerv in das zentrale Nervensystem konnte experimentell bestätigt werden.

Untersuchungen bei Arbeitnehmenden mit Exposition gegenüber NP im Rahmen der Nanotechnologie, die spezifische Berufskrankheiten gezeigt hätten, sind bisher in westlichen Industrienationen nicht veröffentlicht worden. Es bestehen jedoch Hinweise, dass sich Erkrankungen durch NP zu einem späteren Zeitpunkt zeigen könnten, sofern nicht angemessene Schutzmassnahmen getroffen werden:

- Experimentelle Untersuchungen resp. Tierversuche haben Entzündungsreaktionen im Bereich der Atemwege und der Lungenbläschen durch NP dokumentiert. Zudem sind tierexperimentell auch Lungenfibrosen (Bindegewebsvermehrung der Lunge) 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 Lungenbläschen bekannt. Ein Asthma kann ungünstig beeinflusst und eine Allergieneigung erhöht 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 Herz-Kranzgefässerkrankungen und Herzinfarkten. Inwiefern diese Erkenntnisse auf NP übertragen werden können, bleibt zu klären.
- 2009 ist im European Respiratory Journal über Lungenfibrosen bei Arbeitnehmenden in einem Betrieb in China berichtet worden. 7 von 8 Arbeitnehmerinnen im Alter von 18 bis 47 Jahren mit einer Exposition im Betrieb während 5 bis 13 Monaten wiesen Lungenentzündungen, Lungenfibrosen und Ergüsse im Brustfell auf. Sie hatten in einem Betrieb gearbeitet, in dem eine Farbe auf Basis Polyacrylat-Nanopartikeln gesprüht und beim Trocknen erhitzt wurde. Die Arbeitsbedingungen waren ungünstig, der Raum war fensterlos und die Türe war geschlossen. Wirksame technische, organisatorische und personenbezogene Massnahmen waren nicht getroffen worden, die Absaugung war defekt. Die Konzentration der Nanopartikel ist unbekannt. Die Autoren gehen davon aus, dass sehr hohe Partikelkonzentrationen vorlagen und sie konnten die Zusammensetzungen der Nanopartikel beim Hersteller nicht erhalten.

Aufgrund der Ansicht der Autoren gibt das Auftreten von Lungenerkrankungen bei diesen Patientinnen zu Bedenken Anlass, dass lange dauernde Einwirkungen gegenüber gewissen Nanopartikeln mit einer schweren Lungenerkrankung einhergehen könnten. Sie halten fest, dass wirksame Schutzmassnahmen ausserordentlich wichtig sind, um die Arbeitnehmenden zu schützen. Die Autoren halten als Einschränkung fest, dass viele Fragen trotz ihrer Abklärungen offen bleiben. Es ist unklar, inwiefern die Quantität der Nanopartikel oder die Qualität, also die chemische Zusammensetzung, für die Lungenerkrankung eine ursächliche Bedeutung hatten.

Die Bedeutung der Publikation liegt darin, dass erstmals in der Literatur bei Arbeitnehmenden Lungenerkrankungen beschrieben werden, die von den Autoren mit Wahrscheinlichkeit auf Nanopartikel zurückgeführt werden. Offen bleibt, warum gerade in dieser Firma in China bei 7 von 8 Arbeitnehmenden schwere Lungenfibrosen aufgetreten sind. Da keine Messungen vorgenommen werden konnten und die genaue Zusammensetzung der verwendeten Materialien vom Hersteller nicht veröffentlicht worden ist bleibt es unklar, ob primär die wahrscheinlich sehr hohe Konzentration von Nanopartikeln oder deren chemische Zusammensetzung für die Lungenprobleme der Arbeitnehmenden verantwortlich gewesen ist. Die Untersuchung bestätigt zudem die Bedeutung der bisherigen Anstrengungen für den Gesundheitsschutz bei Arbeitnehmenden mit Einwirkungen gegenüber Nanopartikeln.

- Kohlenstoff-Nanoröhrchen (Carbon Nanotubes, CNT), eine besondere Form der NP, haben strukturelle Ähnlichkeiten mit faserförmigen Stäuben wie beispielsweise Asbest. Aufgrund der Fasergeometrie wurden Bedenken geäussert, dass sich CNT ähnliche Wirkungen wie Asbest nach sich ziehen könnten. Vor kurzer Zeit sind tierexperimentelle Untersuchungen veröffentlicht worden, die Hinweise für eine krebserzeugende Wirkung von CNT geben. In die Bauchhöhle eingebrachte Nanoröhrchen haben entzündliche Veränderungen in ähnlicher Art wie Asbest und in einem Experiment bei Mäusen Mesotheliome - bösartige Tumoren im Bauchfell - verursacht. Ob CNT generell als krebserzeugend einzustufen sind und wenn ja, in welcher Dosis, bei welcher Fasergeometrie und Biopersistenz, ist eine der wichtigen Fragen für die Beurteilung einer Gefährdung von Arbeitnehmenden im Rahmen der Nanotechnologie. Experimentell wurden auch Hinweise für eine Beeinträchtigung des Immunsystems durch ein NP beobachtet.

Für die Gefährdungsbeurteilung sind folgende Besonderheiten der Nanopartikel wichtig: Nanopartikel weisen aufgrund ihres kleinen Durchmessers eine grosse Oberfläche bei nur geringer Masse auf. Messungen auf der Basis des Massengewichts sind damit wenig aussagekräftig. Für die Beurteilung der Gefährdung stellt sich die Frage, ob die Partikelzahl, die Partikeloberfläche, deren chemischen Zusammensetzung oder andere Parameter wie die Bildung von ROS, reaktive Sauerstoffspezies, heranzuziehen sind. Auf der grossen Oberfläche der Nanopartikel können problematische Stoffe adsorbiert, durch Nanopartikel als trojanisches Pferd in die Zellen transportiert werden und dort ihre toxische Wirkung entfalten. Nanopartikel haben zudem eine Tendenz zur Agglomeration, womit sie die spezifischen Nanoeigenschaften wieder verlieren können. Es ist deshalb wichtig, bei Messungen neben der Partikelzahl auch die Partikelgrösse zu erfassen.

Können für die Exposition gegenüber Nanopartikeln bereits Grenzwerte festgelegt werden? Voraussetzungen für das Festlegen von Grenzwerten sind bekannte Dosis-Wirkungs-Beziehungen, möglichst auf der Basis epidemiologischer und experimenteller Untersuchungen. Allenfalls müssen Analogieschlüsse herangezogen werden. Aufgrund der bisherigen Untersuchungen liegen noch keine klaren Dosis-Wirkungs-Beziehungen für Nanopartikel vor. Zudem stellt sich die Frage, welche Messgrößen für den Grenzwert von Nanopartikeln heranzuziehen wäre, wie das Massengewicht, die Partikelzahl, die Partikeloberfläche, Eigenschaften der Oberfläche oder die Bildung von reaktiven Sauerstoffspezies. Ziel ist es, in der nächsten Grenzwertliste 2011 Richtwerte für Nanopartikel und Carbon Nanotubes herausgeben zu können.

18.08.2009

Auskunft für Medienschaffende

Dr. med. Marcel Jost, Suva, Chefarzt Arbeitsmedizin

Suva, Fluhmattstrasse 1, 6002 Luzern, 041 419 53 94, marcel.jost@suva.ch