

Die Verbreitung sowie die Verwendung von Nanopartikeln im Herstellungsvorgang können die Gesundheit gefährden und entsprechende (Rück-)Versicherungsschäden hervorrufen

## Nanotechnologie

Die Nanotechnologie ist eine multidisziplinäre Wissenschaft und Technik mit wesentlichen Beiträgen aus der Cluster-, Oberflächen- und Halbleiterphysik, der Oberflächenchemie, den Werkstoffwissenschaften, den Ingenieurwissenschaften, der Pharmazie, der Medizin, der Lebensmittelindustrie und vielen anderen. Die Nanotechnologie befasst sich mit allen Aspekten der wissenschaftlichen und industriellen Techniken, die für die Entwicklung, Herstellung, Analyse oder Anwendung von Materialien und Geräten mit Abmessungen im Nanometerbereich entwickelt oder eingesetzt werden.

Die Regierungen fördern den Ausbau der Nanotechnologie, indem sie große Mengen an Geld für Forschung und Entwicklung bereitstellen. Der Geldtransfer spiegelt sich in einem weltweit überproportionalen Anstieg von Nanotechnologie-Patenten wider. Die Industrie erwartet große Marktpotenziale für Produkte auf Basis von Nanomaterialien. Die potenziellen Vorteile der Nanotechnologie sind immens. Allerdings müssen auch die Bedenken über die möglichen negativen Auswirkungen dieser Technologie auf die menschliche Gesundheit berücksichtigt werden. Wissenschaftler und Behörden in aller Welt arbeiten in strukturierten und mehrjährigen Forschungsprogrammen daran, die offenen Fragen zur Sicherheit von Nanomaterialien weiter zu erforschen. Ein Beispiel ist das EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation "Horizont 2020", in dem mehrere Forschungsprojekte den Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheitsaspekten der Nanotechnologie gewidmet sind.

Kleine Partikel lassen sich nach technisch und biologisch wichtigen Eigenschaften in Fraktionen unterteilen. Partikel mit einer Größe von weniger als  $10\ \mu\text{m}$ , die in der Luft verstreut sind ("Stäube"), gehören zur Fraktion PM<sub>10</sub> und werden als thorakale Fraktion bezeichnet, da sie in die tieferen (thorakalen) Teile der Atemwege gelangen können. Von dieser Fraktion sind Partikel unter  $2,5\ \mu\text{m}$  (PM<sub>2,5</sub>) feine Partikel, von denen die Fraktion unter  $0,1\ \mu\text{m}$  (PM<sub>0,1</sub>) als ultrafein bezeichnet und als Nanopartikel bezeichnet wird. Seit der Asbestkatastrophe ist bekannt, dass Partikel einer bestimmten Größe und Geometrie (unter  $10\ \mu\text{m}$ ) in tiefere Bereiche der Atemwege eindringen können. Die Interaktion von unlöslichen Partikeln mit dem Körper kann zu chronischen Krankheiten und Krebs führen.

Kohlenstoff-Nanoröhrchen sind zylinderförmig gefaltete Kohlenstoffatome. Sie werden als einzelne Röhren oder als eine

Reihe von konzentrischen Zylindern (sogenannte mehrwandige Nanoröhren) hergestellt. Aufgrund ihrer höheren Festigkeit und ihres geringen Gewichts werden Kohlenstoff-Nanoröhren bereits in einer Vielzahl von Produkten verwendet, wo sie herkömmliche Kohlenstofffasern (aus Graphit) in Verbundwerkstoffen ersetzen.

Die lange, dünne Form der Kohlenstoff-Nanoröhren stellt wahrscheinlich das größte Gesundheitsrisiko dar. Aufgrund ihres Verhältnisses von Länge zu Breite und ihrer Größe ähneln sie stark den Asbestfasern. Wie Asbestfasern sind auch Kohlenstoffnanoröhren im Körper chemisch stabil (unlöslich). Studien haben die asbestähnlichen Eigenschaften von Kohlenstoffnanoröhren und ihre potenzielle Fähigkeit, Mesotheliome (ein durch Asbestexposition verursachter Lungenkrebs) zu verursachen, aufgezeigt.

Die kontinuierliche Verbreitung künstlicher Nanopartikel in der Umwelt birgt ein erhebliches Risiko für die (Rück-)Versicherungswirtschaft. Eine Vielzahl von Ansprüchen ist denkbar. Die wichtigsten Bereiche sind die chemische Industrie für die Herstellung und/oder Verarbeitung von Nanomaterialien, die potenziell ein Risiko für Arbeitnehmer darstellen. Andere produzierende Industriezweige, die Nanomaterialien in der Produktion verwenden, könnten mit Klagen konfrontiert werden, weil Nanomaterialien eventuell von Oberflächen freigesetzt (nanopartikelhaltige Lacke, Reinigungsverfahren) oder direkt in den Körper eingebracht werden können (Arzneimittel, medizinische Geräte). Der Transport von Nanomaterialien kann unbeabsichtigt zu Umweltverschmutzung und anschließenden Klagen führen. Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie können von Nanopartikeln aus Düngemitteln, Tierarzneimitteln oder Umweltverschmutzungen betroffen sein, die zu einer Anreicherung führen und das Gefährdungspotenzial für Nutzpflanzen, Tierbestände oder Menschen erhöhen können. Die menschliche Gesundheit kann durch die Anreicherung von Nanopartikeln in der Luft und in der Nahrungskette beeinträchtigt werden. Je nach den Eigenschaften der Partikel und der Häufigkeit der Verwendung können mehrere Jahre bis Jahrzehnte vergehen, bevor die ersten Anzeichen und Symptome einer Überlastung mit unlöslichen Partikeln auftreten. Die derzeitigen Erkenntnisse sind nicht eindeutig. Daher werden verschiedene Risikobewertungsmodelle entwickelt, um die verfügbaren Daten über die gesundheitlichen Auswirkungen von Nanomaterialien systematisch zu erfassen und zu bewerten.