

**André Gzásó\*, René Fries,  
Robert Piringer**

## Nanomaterialien und Aspekte des ArbeitnehmerInnenschutzes – Eine Übersicht

### Zusammenfassung

Nanomaterialien und Produkte, die solche Materialien enthalten, werden bereits vielfach eingesetzt, weil sie technologisch interessante nano-spezifische Eigenschaften besitzen wie etwa erhöhte Zugfestigkeit, verbesserte elektrische Leitfähigkeit, besondere optische Eigenschaften oder spezielle medizinisch-chemische Wirkungen. Doch dieselben Eigenschaften, die diese Substanzen technologisch interessant machen, könnten möglicherweise gesundheitliche Risiken für die Personen mit sich bringen, die mit diesen Substanzen umgehen. Denn die geringen Partikelgrößen und die erhöhte Reaktivität als Folge der besonderen Oberflächeneigenschaften sind auch für die biologische Aktivität und damit für die Toxizität dieser Materialien maßgeblich. Als Folge der zunehmenden Verbreitung kommen Beschäftigte vor allem in Forschungslabors, aber auch bei industriellen Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen immer häufiger in Kontakt mit Nanosubstanzen. Daher ist der ArbeitnehmerInnenschutz aus Sicht der Regulierung besonders wichtig. Aus der verfügbaren Literatur zur Arbeitssicherheit ergeben sich in Zusammenhang mit Nanomaterialien folgende besonders relevante Themenbereiche: Gesundheitsrisiken, Anpassung von Nachweis- und Messmethoden, tatsächliche Expositionsszenarien an Arbeitsplätzen, Definition und Erhebung bestehender Arbeitsplätze für Nanomaterialien, Empfehlungen zum ArbeitnehmerInnenschutz von Behörden und von der Industrie sowie arbeitsmedizinische Vorsorgemaßnahmen.

\* Korrespondenzautor

### Einleitung

Für Einrichtungen, die für den Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten Sorge tragen, stellt die Bewertung möglicher Risiken von Nanopartikeln eine besondere Herausforderung dar. Sowohl im europäischen Aktionsplan zur Nanotechnologie als auch in allen nationalen Aktionsplänen gibt es Abschnitte mit Forderungen zur Gewährleistung sicherer Arbeitsplätze im Zusammenhang mit Nanomaterialien (s. u.).

In den vergangenen Jahren haben viele Behörden und Forschungseinrichtungen aktuelle Informationen zu diesem Themenfeld vorgelegt, die gute Übersichtsdarstellungen zu gesundheitlichen Auswirkungen von Feinstäuben<sup>1</sup> und von synthetisch hergestellten Nanopartikeln<sup>2</sup> enthalten. Einige Arbeiten berichten über Messungen der Belastung von Arbeitsplätzen mit Nanosubstanzen.<sup>3</sup>

Wenngleich viele Details der Wirkmechanismen und der verursachten Risiken noch geklärt werden müssen, lässt sich doch erkennen, was in Bezug auf Arbeitssicherheit getan werden muss, um der Forderung der Europäischen Kommission nach einem verantwortungsbewussten Umgang mit Nanomaterialien nachzukommen:

- Angesichts möglicher Risiken empfehlen die vorliegenden Studien durchwegs vorbeugende Sicherheitsmaßnahmen. Der Kontakt mit Nanomaterialien ist so weit wie möglich zu minimieren oder soll zumindest in weniger bedenklicher Form erfolgen. Dass das für den Umgang mit Nano-Partikeln möglich ist, zeigt der Nachweis der Wirksamkeit von technischen Labor-Schutzeinrichtungen und von Schutzbekleidung.
- Zweitens sollte ein umfassendes Sicherheitskonzept den Rahmen für den Umgang mit solchen neuen chemischen Substanzen bilden. Daher betonen alle zentralen Publikationen zu diesem The-

ma die Wichtigkeit klarer, am Beschäftigtenschutz orientierter Regeln für Labors und Produktionsstätten.

- Außerdem besteht weitgehend Konsens, dass es in einigen Teilbereichen noch erhebliche Wissenslücken gibt, vor allem zum Nachweis und zur Identifizierung von Nanosubstanzen, aber auch zu potenziellen gesundheitlichen Risiken. Es ist daher bis jetzt kaum möglich, verbindliche Vereinbarungen über Grenzwerte der zulässigen Belastung durch Nanosubstanzen fest zu legen.

Dieses Dossier gibt nach einer Darstellung der politischen Rahmenbedingungen einen Überblick der wichtigsten Themen: Ultrafeinstäube, Nachweis- und Messmethoden und Nano-Arbeitsplätze. Abschließend werden Empfehlungen zum Nano-Arbeiterschutz diskutiert und das Instrument der Sicherheitsdatenblätter vorgestellt.

### Politische Rahmenbedingungen – Nano-Aktionspläne und ArbeitnehmerInnenschutz

Der österreichische Nano-Aktionsplan (NAP) enthält konkrete Empfehlungen zum ArbeitnehmerInnenschutz; verantwortlich sind u. a. die AUVA, das Zentral-Arbeitsinspektorat (ZAI) des Bundesministeriums für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz (BMASK), das Umweltbundesamt und allgemein die Sozialpartner.

- Informationsveranstaltungen der AUVA und der Sozialpartner sollen gezielt informieren und zur Bewusstseinsbildung in den Betrieben beitragen.<sup>4, 5</sup>
- Bildungsangebote sollen erarbeitet werden, die die Wissensbilanz bei VertreterInnen der Arbeits- und Chemikalieninspektion, von ArbeitsmedizinerInnen, Sicherheitsvertrauenspersonen und Be-

triebsräten stärken sollen.<sup>6</sup> Ziel ist deren ausreichende Qualifikation für die Kontrolle und Durchsetzung des sicheren Umgangs mit Nanotechnologien und Nanomaterialien.

- Der NAP fordert auch eine Übersicht über Anwendungen bzw. Arten von Arbeitsplätzen, an denen Nanomaterialien zum Einsatz kommen. Für die Auflistung und entsprechende Aktualisierung sollen AUVA und BMASK/ZAI zuständig sein. Die Liste soll die gezielte Beratung von Betrieben und die Kontrollmöglichkeiten der Behörden vereinfachen.<sup>7</sup>
- Schließlich sollen mittelfristig Grundlagen zur Messung von Nanopartikeln insbesondere in der Luft von belasteten Arbeitsplätzen erarbeitet werden. Mögliche Maßnahmen sind:
  - Expositionsszenarien für Arbeitsplätze,
  - gesundheitsbezogene Richtwerte für Nanomaterialien, auch wenn sie nur vorläufig sind, und
  - Aufzeichnungspflichten über die Exposition mit Nanomaterialien bei besonders gefährdeten Arbeitsplätzen.<sup>8</sup>

All dies soll die beruflichen Belastung von ArbeitnehmerInnen nachvollziehbar machen und Bewertungsgrundlagen für den Fall berufsbedingter Erkrankungen sichern.

- Schließlich soll ein Leitfaden den derzeitigen Wissensstand über tatsächliche Gefährdungen am Arbeitsplatz dokumentieren und zur Verbesserung des arbeitsschutzrelevanten Risikomanagements beitragen.<sup>9</sup> Hierzu hat die AUVA 2011 ein eigenes Merkblatt (M310) herausgegeben (s. u.).

Die österreichischen Aktivitäten zu Arbeitssicherheit und Arbeitnehmerschutz liegen damit durchaus im Trend der Maßnahmen zur sicheren und verantwortlichen Entwicklung der Nanotechnologien des europäischen Aktionsplans. So sollen im Sinne des Vorsorgeprinzips konkrete Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung (Konsumentenschutz, Arbeitnehmerschutz, Produktsicherheit) auch dann getroffen werden, wenn der wissenschaftliche Erkenntnisstand noch nicht eindeutig ist bzw. belastbare Forschungsergebnisse noch nicht vorliegen. Zum anderen soll eine öffentliche Diskussion über Sicherheitsfragen ein entsprechendes Bewusstsein bei Betroffenen und Verantwortlichen schaffen, damit die zu treffenden Managemententscheidungen ausgewogen sind.

Wie viele gleichartige Dokumente kommt auch der kürzlich veröffentlichte deutsche Aktionsplan Nanotechnologie 2015 zu ähnli-

chen Empfehlungen (Entwicklung von Verfahren zur Expositionsermittlung, möglichst strenge Arbeitsschutzmaßnahmen, unabhängige Sicherheitsforschung zu einem möglichst frühen Zeitpunkt).<sup>10</sup>

Es ist unklar, wie sich die Erforschung und Anwendung der Nanotechnologien in den nächsten Jahren entwickeln und wie eine sichere Strategie im Umgang mit diesen Technologien aussehen wird. Dennoch scheint sich erstens eine gemeinsame Auffassung in den Mitgliedsstaaten heraus zu bilden, wie die Empfehlungen des europäischen Aktionsplans zu interpretieren sind, wobei Fragen des KonsumentInnen- und ArbeitnehmerInnen-schutz immer stärker in den Mittelpunkt rücken. Offensichtlich will man durch unabhängige Sicherheitsforschung und die Orientierung am Vorsorgeprinzip frühere Fehler in der Technologiepolitik vermeiden. Zweitens versucht man, durch breite und frühzeitige Einbindung der Öffentlichkeit mögliche Umsetzungshindernisse aus dem Weg zu räumen. Wie weit das gelingt, wird nicht zuletzt davon abhängen, wie wirksam die Maßnahmen zum Risikomanagement sind und wie authentisch die Beteiligten handeln.

## Übersicht – Wichtige Themen des Arbeitnehmerschutzes

Bedienstete in Forschungslabors sind die ersten, die mit neuen Materialien umgehen. Mit steigendem Einsatz von Nanokomponenten kommen dann auch Arbeiterinnen und Arbeiter in den industriellen Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen mit diesen in Kontakt. Auch der deutsche Sachverständigenrat für Umweltfragen betont im Hinblick auf 'Vorsorgestrategien für Nanomaterialien', dass man sich „vor allem auf eine mögliche Exposition am Arbeitsplatz in Herstellung und Weiterverarbeitung“ konzentrieren sollte.<sup>11</sup> Dort bringen diese Substanzen besondere Herausforderungen mit sich:

- Viele ihrer Eigenschaften – hohe Reaktivität und geringe Partikelgröße – machen diese Materialien technologisch interessant, rufen aber auch Bedenken hervor, da damit neue gesundheitliche Risiken für die Beschäftigten verbunden sein könnten.
- Da es für die Bestimmung von Nano-Aerosolen noch keine robusten Monitorsysteme gibt, lässt sich nur schwer verfolgen, wie hoch die Raumluft belastet ist und welche Maßnahmen diese Belastung vermindern können.

## Ultrafeinststäube und gesundheitliche Risiken

Ultrafeine Partikel stammen meist aus Verbrennungsvorgängen. Sie sind unterschiedlich groß, im Gegensatz zu den homogenen synthetisch hergestellten Nanopartikeln.<sup>12</sup> Hinsichtlich potentieller gesundheitlicher Risiken sehen die Experten des schweizerischen Bundesamtes für Umwelt Parallelen. In ihrem 2007 vorgelegten Bericht über 'Synthetische Nanomaterialien' wird eine Verbindung zwischen gezielt hergestellten Partikeln und atmosphärischem Feinstaub hergestellt.<sup>13</sup> Übersichtsartikel zur Nanotoxikologie verweisen auf die steigende Menge von Partikeln in diesen Dimensionen in der Biosphäre, die auch neue toxische Auswirkungen möglich erscheinen lassen.<sup>14, 15</sup> Die wichtigste Quelle für Belastungen mit Fein- und Ultrafeinstäuben sind menschliche Aktivitäten.

Bislang werden nur die Feinstaub-Anteile 'PM-10' und 'PM-2.5' (sie bezeichnen Aerosol-Partikel mit Durchmessern  $\varnothing < 10 \mu\text{m}$  beziehungsweise  $\varnothing < 2,5 \mu\text{m}$ ) kontinuierlich gemessen. Nur diese gröberen Stäube sind durch Grenzwerte beschränkt.<sup>16, 17</sup> Für die in der Luft enthaltenen Staubpartikel mit Größen von weniger als 100 nm, die als 'Feinstaub' (oder UFP, also ultrafine particles) bezeichnet werden, bestehen noch keine Regelungen.

Aus dem Studium der Wirkungen ultrafeiner Partikel in der Luft haben Toxikologen seit Jahrzehnten wichtige Erkenntnisse gewonnen.<sup>18</sup> Genauere Analysen<sup>19</sup> halten fest, dass gerade die kleinsten Aerosol-Partikel – also UFP-Anteile mit Größen unterhalb von 100 nm – Gesundheitsschädigungen verursachen. Eine detaillierte Darstellung zu möglichen Auswirkungen von Nanopartikeln auf die Gesundheit findet man in den [NanoTrust-Dossiers 012, 014 und 021](#).

## Nachweis- und Messmethoden für Nano-Aerosole

Die besonderen Eigenschaften von Nanopartikeln, vor allem ihre geringe Größe, die eine direkte Beobachtung mit optischen Instrumenten nicht zulässt – bringen besondere Herausforderungen für ihren Nachweis mit sich. Für die Atmosphären- und Aerosol-Physik wurden seit Jahren spezielle Partikelmessgeräte entwickelt, die nun auch für synthetisch hergestellte Nanopartikel verwendet werden können. Messungen sind weiterhin schwierig, da technische Nanopartikel von den vielen normalen Staubteilchen unterschieden werden müssen. Besonders kom-

pliziert ist der Nachweis faserförmiger Stäube und Partikel, vor allem der Nachweis von langen und dünnen Fasern ('high aspect ratio nano-objects' – HARN). Eine genauere Übersicht über die Messung und Charakterisierung von Nanopartikeln in der Luft gibt das [NanoTrust-Dossier 025](#).

### Abschätzung der Art und Anzahl von Nano-Arbeitsplätzen

Die vorliegenden Angaben zur Anzahl der Beschäftigten, die an ihren Arbeitsplätzen mit synthetischen Nano-Substanzen umgehen, sind nicht sehr zuverlässig, da klare Definitionen für Nanosubstanzen fehlen. So ist unklar, ob auch Arbeitsplätze, an denen Belastungen durch unbeabsichtigt erzeugte Feinstäube auftreten, mit eingeschlossen werden sollen. Da auch in den Industriestatistiken bisher keine eigenen Identifikatoren für den Sektor der Nanotechnologie verwendet werden, beruhen alle Daten auf Stichproben und Abschätzungen, wie sie auf der Basis eine BAuA-Fragebogenaktion erstellt wurden.<sup>20</sup>

Derzeit wird oft – etwa in der Schweiz – der Anteil der Beschäftigten im Nano-Sektor mit weniger als 0,1 Prozent des gesamten Produktionssektors angegeben. Die Zahl der mit synthetischen Nano-Partikeln umgehenden Beschäftigten wird nach übereinstimmenden Schätzungen in naher Zukunft rasch wachsen: die EU-Behörde für Arbeitsschutz geht davon aus, dass es bis zum Jahre 2014 weltweit zehn Millionen Arbeitsplätze in der Nanotechnologie geben wird. Für die EU würde das fast sechs Millionen Beschäftigte im Nanotechnologie-Sektor bedeuten.<sup>21</sup>

### Empfehlungen auf nationaler Ebene

Die Allgemeine Unfallversicherungsanstalt hat im Sommer 2011 ein Merkblatt „Nanotechnologien – Arbeits- und Gesundheitsschutz“ (M 310) veröffentlicht,<sup>22</sup> das die Beschäftigten über Schutzmaßnahmen bei arbeitsbedingten Expositionen aufklären soll. Die AUVA geht davon aus, dass „die Rangfolge der Schutzmaßnahmen ... auch bei Nanopartikeln [gilt].“ Schutzmaßnahmen sollen – wie auch in anderen Fällen – nach dem Stufenkonzept festgelegt werden (Substitution, technische, organisatorische, personenbezogene Schutzmaßnahmen, s. u.).

Im Auftrag des Zentral-Arbeitsinspektorates wurde im November 2010 ein „Leitfaden für das Risikomanagement beim Umgang mit Nanomaterialien am Arbeitsplatz“ erstellt, der vor allem für kleinere und mittlere Un-

ternehmen eine praxisnahe und leicht verständliche Hilfestellung bieten soll.<sup>23</sup> Der Leitfaden orientiert sich an herkömmlichen Methoden der Gefährdungsbeurteilung von chemischen Arbeitsstoffen. Er enthält neben einer Liste empfohlener Handlungsschritte eine Sammlung überblicksartiger Beschreibungen (sog. Themenblätter) zu insgesamt 15 Themen wie Definition und Charakterisierung, Risikoabschätzung, Risikomanagement oder Messung von Nanomaterialien, die eine erste Orientierung bieten.

### Empfehlungen auf internationaler Ebene

International wurden mehrere prägnante Vorschläge ('best practices') zum Umgang mit Risiken an Arbeitsplätzen der Nanotechnologie-Industrie vorgelegt. Einige Beispiele sind die Empfehlungen aus Australien<sup>24</sup> sowie die der deutschen Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)<sup>25</sup> und der schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (SUVA).<sup>26</sup> Ähnliche Empfehlungen stammen von der französischen<sup>27</sup> und der US-amerikanischen Arbeitsschutzagentur<sup>28</sup> und der baden-württembergischen Landesanstalt für Umwelt.<sup>29</sup> Außerdem sind kürzlich einige gründliche Übersichtsarbeiten über Maßnahmen zur Arbeitsplatzsicherheit und gesundheitlichen Vorsorge erschienen.<sup>30</sup>

Die Dokumente kommen in wesentlichen Bereichen zu übereinstimmenden Empfehlungen sowohl für die Prävention als auch für das Risikomanagement:

- **Vorsorgeprinzip:** Schutzmaßnahmen werden vorsorglich an den unterstellten gesundheitsgefährdenden Eigenschaften orientiert.
- **Gefahrenermittlung:** Sicherheitsbestrebungen verlangen zunächst, möglicherweise auftretende Gefahren zu erkennen, was jedoch nicht immer möglich ist.
- **Minimierung der Belastung** durch verschiedene Maßnahmen (geringere Zahl exponierte Arbeitskräfte, geringere Konzentrationen).
- **Substitution:** Gesundheitsgefährdende Stoffe sind durch harmlosere zu ersetzen und Bindung staubförmiger Nanomaterialien.
- **Technische Schutzmaßnahmen:** Ziel ist das Erfassen, die Begrenzung oder das Abführen gefährlicher Dämpfe und Stäube.
- **Organisatorische Schutzmaßnahmen:** Etwa durch Zugangsbeschränkungen.

- **Personenbezogene Schutzmaßnahmen:** Atemschutz (mit ausreichenden Partikelfiltern), Schutzhandschuhe, geschlossene Schutzbrillen, Schutzkleidung sowie die Unterweisung in Verfahren der Dekontamination.
- **Hygiene-Maßnahmen:** Es muss für geeignete Waschgelegenheiten und die geschützte Aufbewahrung der nicht beruflich eingesetzten Kleider gesorgt werden.

### Umgang mit Nanomaterialien in Labors

Das US Research Council hat 2011 erstmals auch spezielle Vorschläge für den Umgang mit Nanomaterialien vorgelegt. Zudem haben zahlreiche universitäre Labors Handlungsanweisungen und Vorschriften speziell für den Umgang mit Nanomaterialien veröffentlicht.

Das 'Board on Chemical Sciences and Technology' des US-National Research Council, das seit den 80er Jahren ein Handbuch zu Sicherheitsaspekten von Chemie-Laboratorien vorlegt, hat mit der aktuellen Neufassung dieses Handbuchs nun erstmals auch Empfehlungen zum Umgang mit Nanomaterialien und zum Management von Umwelt- und Sicherheits-Risiken präsentiert.<sup>31</sup> Die wichtigsten Empfehlungen sind:

- Orientierung an vertrauenswürdigen Quellen<sup>32</sup>.
- Genaue Systembeschreibung, um das bestehende Risiko bereits vorab abschätzen zu können.
- Gestufte Herangehensweise bei der Kontrolle von Nanomaterialien ('graded approach').
- Technische Kontrollmaßnahmen festlegen ('engineering controls').
- Monitoring: Ermittlung der Partikelkonzentrationen und Vergleich mit der Hintergrundbelastung.
- Regelmäßige Reinigung ('housekeeping').
- Beachtung allgemeiner Arbeitsregeln ('work practices').
- Unterweisung des Labor- und besonders des Reinigungspersonals.
- Meldung von Vorfällen und gesundheitliche Beschwerden.

## Empfehlungen von Seiten der Industrie

Die von (oder in Kooperation mit) der Industrie erstellten Dokumente geben vor allem die grundsätzlichen Leitlinien für eine umfassende Risikominimierung vor. Darunter sind Empfehlungen des deutschen Verbandes der Chemischen Industrie,<sup>33</sup> ein Leitfaden des niederländischen Dachverbandes der Chemiebetriebe<sup>34</sup> wie auch eine Zusammenstellung des Bundeslandes Hessen, das Richtlinien für eine 'Sichere Verwendung von Nanomaterialien in der Lack- und Farbenbranche' vorschlägt.<sup>35</sup> Außerdem gibt es eine australische Studie über die Sicherheitsprozeduren der Nanotechnologie-Industrie.<sup>36</sup>

Der aktuelle Leitfaden aus den Niederlanden (Mai 2011) versteht sich als Unterstützung für Arbeitgeber und Beschäftigte bei der Entscheidung über geeignete Maßnahmen für die bestmögliche Sicherheit und Gesundheit an den Arbeitsplätzen. Ein sechsstufiger Prozess wird vorgeschlagen: Inventarisierung der Stoffe, Klassifizierung, Erfassung der Arbeitsschritte, Klassifizierung der Exposition, mögliche Kontrollprozesse, Implementierung der Kontrollmaßnahmen. Dabei sollen die Betroffenen am Entscheidungsfindungsprozess beteiligt werden.

## Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen

Technische und organisatorische Maßnahmen, mit denen sich Personen in Labors vor den Auswirkungen gefährlicher Gase, Chemikalien, biologischer oder radioaktiver Substanzen schützen können, sind seit Jahren erprobt und bewährt. Die Wirksamkeit solcher Maßnahmen – vor allem Laborzüge, Filteranlagen und persönliche Schutzbekleidungen – auch gegenüber Nano-Aerosolen wurde untersucht und bestätigt.

Eine bereits 2008 erschienene Zusammenstellung von ArbeitswissenschaftlerInnen aus den USA und aus Finnland stellte fest, dass synthetische Nanopartikel nachweislich den bekannten Prinzipien der Aerosolphysik und Strömungsdynamik folgen und dass daher entsprechende Filter auch Nano-Partikel hochwirksam ausfiltern.<sup>37</sup> Im Rahmen eines geförderten EU-Projekts wurden genauere Untersuchungen zur Wirksamkeit solcher Schutzeinrichtungen vorgenommen.<sup>38</sup>

Auch eine vor zwei Jahren vorgelegte Zusammenstellung der OECD-Arbeitsgruppe zum Umgang mit Chemikalien enthält Empfehlungen für die Auswahl persönlicher Schutz-

ausrüstungen an Nano-Arbeitsplätzen. Testverfahren, die die Spezifika von Nanopartikeln berücksichtigen, fehlen allerdings. Daher ist Vorsicht bei der Bewertung der Schutzwirkung angebracht.<sup>39</sup>

Seit 2006 hat die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin in Deutschland, gemeinsam mit dem Verband der Chemischen Industrie VCI, Umfragen bei Industriebetrieben durchgeführt, um mehr über die Belastungen durch Nanomaterialien an Arbeitsplätzen und die dort verwendeten Schutzvorkehrungen zu erfahren. Die überwiegende Mehrheit der auskunftsbereiten Firmen (93 %) gab an, Schutzmaßnahmen bei Belüftung, Prozess-Design und bei der Bereitstellung von persönlichen Atemschutzgeräten zu treffen. Allerdings waren den Unternehmen bei fast 80 % der Arbeitsplätze die Belastungen durch Nanopartikel und Feinstäube nicht bekannt.<sup>40</sup>

## Sicherheitsdatenblätter

Das Sicherheitsdatenblatt (SDB, Safety Data Sheet, SDS) ist die wichtigste Informationsquelle zu Stoffeigenschaften für die Produktion und Weiterverarbeitung. Darin finden sich Angaben zu möglichen Gefahren im Umgang und auch zu erforderlichen Schutzmaßnahmen an den Arbeitsplätzen. Das SDB soll den chemischen Stoff über seine gesamte Lieferkette hinweg begleiten. Dieser Anspruch konnte bisher nicht überzeugend erfüllt werden: Überprüfungen auf europäischer Ebene belegen, dass bereits für konventionelle Zubereitungen die Angaben der Sicherheitsdatenblätter mehrheitlich inkorrekt sind.<sup>41</sup> Einer belgischen Studie<sup>42</sup> zufolge verhindern die Defizite vieler SDBs oft ihren erfolgreichen Einsatz zum Schutz der Arbeitenden in den Betrieben.

Auch die Mängel in den Angaben zu synthetischen Nanomaterialien wurden genauer untersucht: eine Expertise aus Australien<sup>43</sup> stellte fest, dass es für diese Stoffe meist nur unzuverlässige SDB-Angaben gibt. Insbesondere finden sich kaum Angaben zu nanospezifischen Risiken. Außerdem werden üblicherweise Ratschläge zum Umgang auf Basis der bekannten (und als unbedenklich eingestuft) Grundsubstanzen (bulk materials) erteilt. Das wurde auch in einer internationalen Untersuchung von 2008 festgestellt.<sup>44</sup>

Eine korrekte Beschreibung der besonderen Eigenschaften von Nanomaterialien wurde mehrfach gefordert. Für den deutschen Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) ist die Ausweitung der Informationspflicht durch SDBs sogar eine Kernforderung.<sup>45</sup> Aus Deutschland<sup>46</sup> und der Schweiz<sup>47</sup> sind dazu Anregungen bzw. ein Leitfaden vorgestellt worden. Eine bereits beschlossene Novellierung der europäischen REACH-Bestimmungen wird ab 2015 einige konkrete Maßnahmen für SDBs verbindlich vorschreiben.

## Anmerkungen und Literaturhinweise

- <sup>1</sup> Morawska, L. et al., 2004, Health impacts of ultrafine particles – Desktop Literature Review and Analysis, <http://www.environment.gov.au/atmosphere/airquality/publications/health-impacts/index.html>.
- <sup>2</sup> Etwa Aitken, R.J. et al., 2004, *Nanoparticles. An Occupational Hygiene Review*. UK Health and Safety Executive – Institute of Occupational Medicine, <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr274.pdf>; und Aitken, R. J. et al., 2010, *Engineered Nanoparticles: Review of Health and Environmental Safety ENRHES. Final Report*, <http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/whats-new/enhres-final-report>.

### Fazit

Da Personen, die mit der Herstellung, dem Transport und der Verarbeitung von Nanomaterialien zu tun haben, zu jener Gruppe von Menschen gehören, die zuerst mit diesen Materialien in Berührung kommen können, sollte dem Thema ArbeitnehmerInnenschutz und Laborsicherheit bevorzugte Beachtung zu schenken. Obwohl laufend an einer verbesserten Arbeitssicherheit gearbeitet wird (Identifikation von Arbeitsplätzen, Leitlinien für Empfehlungen im Umgang mit Nanomaterialien, Expositionsszenarien, Anpassung von Messverfahren, etc.), stellt die Arbeitssicherheit an die Verantwortlichen nach wie vor große Herausforderungen. Vor allem was die Identifikation und Charakterisierung tatsächlicher Wissensdefizite betrifft, können folgende konkrete Bereiche benannt werden: (1) die Klassifizierung besonders gefährlicher Nanomaterialien, (2) die Klärung der Frage, ob synthetische Nanopartikel als „neue Substanzen“ angesehen werden sollen, (3) welche charakteristischen Eigenschaften und welche Messverfahren für die Bestimmung der Belastungen durch Nanopartikel verwendet werden sollen, (4) welche Belastungen durch Nanopartikel an Arbeitsplätzen bestehen, (5) welche Maßnahmen für den Schutz der Beschäftigten adäquat sind und (6) wie diese Maßnahmen umgesetzt und überwacht werden können.

- <sup>3</sup> Möhlmann, C., 2007, *Kennzahl 120130 – Ultrafeine Aerosole am Arbeitsplatz*, Handbuch des Institutes für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, <http://www.ifa-handbuchdigital.de/120130>; sowie Bergamaschi, E., 2009: *Occupational Exposure to Nanomaterials: Present Knowledge and Future Development*, *Nanotoxicology*, Vol. 3, No. 3, S. 194-201; und European Agency for Safety and Health at Work, 2009, *European Risk Observatory Report, Literature Review – Workplace Exposure to Nanoparticles*, [http://osha.europa.eu/en/publications/literature\\_reviews/workplace\\_exposure\\_to\\_nanoparticles](http://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/workplace_exposure_to_nanoparticles); und Schmid, K., et al., 2010, *Nanopartikel am Arbeitsplatz*, *Atemw. Lungenkrkh.*, Jahrgang 36, Nr. 1/2010, S. 14-20.
- <sup>4</sup> BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2010, *Österreichischer Aktionsplan Nanotechnologie*, <http://www.umwelt.net/article/articleview/81646/1/7033>, S.18.
- <sup>5</sup> Als Beispiel einer solchen Veranstaltung kann etwa die Tagung „Nanotechnologie im Lichte der aktuellen Diskussion zu REACH und CLP“ der Österreichischen Wirtschaftskammer vom 12. November 2009 gelten. Die Allgemeine Unfallversicherungsanstalt hat ebenfalls bereits einschlägige Fortbildungsveranstaltungen durchgeführt ([https://www.sozialversicherung.at/mediaDB/750587\\_Nanotechnologien%20Programm.pdf](https://www.sozialversicherung.at/mediaDB/750587_Nanotechnologien%20Programm.pdf)).
- <sup>6</sup> A.a.O. S.19.
- <sup>7</sup> A.a.O. S.21.
- <sup>8</sup> A.a.O. S.20f.
- <sup>9</sup> A.a.O. S.22.
- <sup>10</sup> BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung), 2010, *Aktionsplan Nanotechnologie 2015*, S. 32f.
- <sup>11</sup> SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen am Deutschen Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), 2011, *Sondergutachten zu Vorsorgestrategien für Nanomaterialien*, September 2011, [http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle\\_pressemitteilungen/pm/47726.php](http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/pm/47726.php).
- <sup>12</sup> Nel, N.A. et al., 2006, *Toxic Potential of Materials at the Nanolevel*, in: *Science*, Vol. 311, 3. Feb. 2006, p. 622-627.
- <sup>13</sup> Schweizerisches Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2007, *Synthetische Nanomaterialien – Risiko-bewertung und Risikomanagement – Grundlagenbericht zum Aktionsplan*, S.54, [www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00058/index.html?lang=de](http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00058/index.html?lang=de).
- <sup>14</sup> Oberdörster, G. et al., 2005, *Nanotoxicology: An Emerging Discipline Evolving from Studies of Ultrafine Particles*. In: *Environmental Health Perspectives*, Vol. 113, No. 7, July 2005, p. 823-840.
- <sup>15</sup> Nel, A. et al., 2006, *Toxic Potential of Materials at the Nanonlevel*, In: *Science*, Vol. 311, p. 622-627.
- <sup>16</sup> EPA, Environmental Protection Agency, 2011, *Informationssammlung zu Luftverschmutzung ('particle pollution')*, <http://www.epa.gov/air/particlepollution/index.html>.
- <sup>17</sup> Umweltbundesamt (Österreich), 2011. *Luftschadstoffe Staub*, <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/luft/luftschaedstoffe/staub/>.
- <sup>18</sup> Davidson, C.I. et al., 2005, *Airborne Particulate Matter and Human Health: A Review*, In: *Aerosol Science and Technology*, 39:737-749.
- <sup>19</sup> Delfino, R.J. et al., S., 2005, *Potential Role of Ultrafine Particles in Associations between Airborne Particle Mass and Cardiovascular Health*, in: *Environmental Health Perspectives*, Vol. 113, No. 8, P. 934-946, Aug. 2005.
- <sup>20</sup> BAuA (dt. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin), 2008, *Ergebnisse der Fragebogenaktion von BAuA und VCI zu Tätigkeiten mit Nanomaterialien in Deutschland*, zweite Firmenbefragung, [http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Nanotechnologie/pdf/Survey.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Nanotechnologie/pdf/Survey.pdf?__blob=publicationFile&v=3).
- <sup>21</sup> EU-OSHA/European Agency for Safety and Health at Work, 2009, *New and Emerging Risks in Occupational Safety and Health – Outlook 1*, [http://osha.europa.eu/en/publications/outlook/te8108475enc\\_osh\\_outlook](http://osha.europa.eu/en/publications/outlook/te8108475enc_osh_outlook).
- <sup>22</sup> Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, 2011, *Nanotechnologien. Arbeits- und Gesundheitschutz (Merkblatt M310)*, [http://www.auva.at/mediaDB/761748\\_M310.pdf](http://www.auva.at/mediaDB/761748_M310.pdf).
- <sup>23</sup> Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, 2011, *Leitfaden für das Risikomanagement beim Umgang mit Nanomaterialien am Arbeitsplatz*, [http://www.arbeitsinspektion.gv.at/NR/rdonlyres/6C01F836-C1B1-4142-B6F2-0ED672D27A69/0/Nano\\_Leitfaden\\_2010.pdf](http://www.arbeitsinspektion.gv.at/NR/rdonlyres/6C01F836-C1B1-4142-B6F2-0ED672D27A69/0/Nano_Leitfaden_2010.pdf).
- <sup>24</sup> Harford, A.J. et al., 2007, *Current OHS Best Practices for the Australian Nanotechnology Industry – A Position Paper by the NanoSafe Australia Network*. November 2007, <http://mams.rmit.edu.au/72nuxiavskpg.pdf>.
- <sup>25</sup> BAUA (dt. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin), 2007, *Leitfaden für Tätigkeiten mit Nanomaterialien am Arbeitsplatz*. August 2007, [http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Nanotechnologie/pdf/Leitfaden-Nanomaterialien.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Nanotechnologie/pdf/Leitfaden-Nanomaterialien.pdf?__blob=publicationFile).
- <sup>26</sup> SUVA (Schweizerische Unfallversicherungsanstalt), 2009, *Nanopartikel an Arbeitsplätzen*, [http://www.suva.ch/nanopartikel\\_an\\_arbeitsplaetzen.pdf](http://www.suva.ch/nanopartikel_an_arbeitsplaetzen.pdf).
- <sup>27</sup> Ricaud, M. & Witschger, O.: *'Nanomaterials, 2009, Definitions, Toxicological Risks, Characterisation of Occupational Exposure and Prevention Measures*. Institut national de recherche et de sécurité (INRS-France): June 2009, [http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/ED%206050/\\$FILE/ed6050bis.pdf](http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/ED%206050/$FILE/ed6050bis.pdf).
- <sup>28</sup> Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, 2009, *Approaches to Safe Nanotechnology – Managing the Health and Safety Concerns Associated with Engineered Nanomaterials*. DHHS (NIOSH) Publication No. 2009-125, March 2009, <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2009-125/pdfs/2009-125.pdf>.
- <sup>29</sup> Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden Württemberg, 2009, *Nanomaterialien: Arbeitsschutzaspekte*, [http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/56759/nanomaterialien\\_arbeitsschutzaspekte.pdf](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/56759/nanomaterialien_arbeitsschutzaspekte.pdf).
- <sup>30</sup> Schulte, P. et al., 2008, *Occupational Risk Management of Engineered Nanoparticles*, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, Vol.5, April 2008, S.239-249; sowie Schulte, P. et al., 2008, *Sharpening the focus on occupational safety and health in nanotechnology*, *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, Vol. 34(6), S. 471-478; und Savolainen, K. et al., 2010, *Nanotechnologies, engineered nanomaterials and occupational health and safety – a review*, *Safety Science*, Volume 48(8), October 2010, S. 957-963.
- <sup>31</sup> Board on Chemical Sciences and Technology (BCST), 2011, *Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Management of Chemical Hazard*, Updated Version. Expert Consensus Report, National Research Council. Washington, D.C.: The National Academies Press. May 2011, [http://dels.nas.edu/bcst & http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=12654](http://dels.nas.edu/bcst&http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12654).
- <sup>32</sup> Ausdrücklich wird auf die unter Fußnote 30 angeführte Publikationen hingewiesen sowie 'Approach to Nanomaterial Environmental Safety & Health' (May 2008), <http://orise.orau.gov/ihos/nanotechnology/files/NSRCMay12.pdf>; und den ASTM-'Standard Guide for Handling Unbound Engineered Nanoscale Particles in Occupational Settings', Standard Designation: E2535-07 (2007), <http://65.209.24.100/ABOUT/overview.html>.
- <sup>33</sup> VCI (Verband der Chemischen Industrie e.V.), 2011, *Position des VCI zur Produktverantwortung – Schutz von Mensch und Umwelt oberste Priorität bei Einsatz von Nanomaterialien*. Stand: 08.03.2011, <https://www.vci.de/Downloads/PDF/Position%20des%20VCI%20zur%20Produktverantwortung.pdf>.
- <sup>34</sup> FNV, VNO-NCW, CNV (Niederländischer Verband der Industrie und Arbeitgeber), 2011, *Guidance working safely with nanomaterials and –products, the guide for employers and employees*. May 2011, <http://www.industox.nl/Guidance%20on%20safe%20handling%20nanomats&products.pdf>.

- 35 Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, 2009, Sichere Verwendung von Nanomaterialien in der Lack und Farbenbranche. Band 11 der Schriftenreihe der Aktionslinie Hessen-Nanotech, September 2009, [http://www.hessen-nanotech.de/mm/Betriebsleitfaden\\_sichere\\_Verwendung\\_Nanomaterialien\\_Lack\\_Farbenbranche.pdf](http://www.hessen-nanotech.de/mm/Betriebsleitfaden_sichere_Verwendung_Nanomaterialien_Lack_Farbenbranche.pdf).
- 36 Harford, A.J. et al., 2007, Current OHS Best Practices for the Australian Nanotechnology Industry – A Position Paper by the NanoSafe Australia Network. November 2007, <http://mams.rmit.edu.au/72nuxiavskpg.pdf>.
- 37 Schulte, P. et al., 2008, *Occupational Risk Management of Engineered Nanoparticles*, Journal of Occupational and Environmental Hygiene, Vol. 5, April 2008, S. 239-249.
- 38 Golanski, L. et al., 2008, Are conventional protective devices such as fibrous filter media, cartridge for respirators, protective clothing and gloves also efficient for aerosols? Nanosafe Dissemination Report. le Commissariat à l'énergie atomique (CEA): January 2008, [http://www.nanosafe.org/home/liblocal/docs/Dissemination%20report/DR1\\_s.pdf](http://www.nanosafe.org/home/liblocal/docs/Dissemination%20report/DR1_s.pdf); sowie Golanski, L. et al., 2009, *Experimental Evaluation of Individual Protection Devices against Different Types of Nanoaerosols: Graphite, TiO<sub>2</sub> and Pt*, Journal of Physics: Conference Series 170(2009) 012001 – Nanosafe 2008, [http://iopscience.iop.org/1742-6596/170/1/012025/pdf/1742-6596\\_170\\_1\\_012025.pdf](http://iopscience.iop.org/1742-6596/170/1/012025/pdf/1742-6596_170_1_012025.pdf).
- 39 OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), 2009, *Comparison of Guidance on Selection of Skin Protective Equipment and Respirators for Use in the Workplace: Manufactured Nanomaterials*. Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials. Number 12. ENV/JM/MONO(2009)17: 19<sup>th</sup> June 2009, <http://www.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?cote=ENV/JM/MONO%282009%2917&doclanguage=en>.
- 40 Siehe Endnote 31.
- 41 Umweltbundesamt (Österreich), Sicherheitsdatenblatt, <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/chemikalien/sdb/>.
- 42 CSC (Confédération des syndicats chrétiens, Belgischer Gewerkschaftsverband), *Produits dangereux – Guide de l'action syndicale* (Kampagne zum Schutz der Arbeiternehmerinnen und Arbeitnehmer vor gefährlichen Produkten an den Arbeitsplätzen), [http://www.csc-en-ligne.be/Actualite/Campagnes/produits\\_dangereux/produits\\_dangereux.asp#guide](http://www.csc-en-ligne.be/Actualite/Campagnes/produits_dangereux/produits_dangereux.asp#guide).
- 43 Frangos, J., 2010, Evaluation of MSDS & Labels Associated with use of Engineered Nanomaterials (Präsentation). Safe Work Australia Symposium: 10<sup>th</sup> September 2010, <http://safeworkaustralia.gov.au/AboutSafeWorkAustralia/WhatWeDo/Research/Nanotechnology/Documents/EvaluationMSDSLLabelsAssociatedEngineeredNanomaterials.pdf>.
- 44 Conti, J.A. et al., 2008, Health and Safety Practices in the Nanomaterials Workplace – Results from an International Survey, Environmental Science & Technology, Vol. 42(9), S. 3155 ff.
- 45 Siehe Endnote 12.
- 46 VCI (Verband der Chemischen Industrie), 2008, Leitfaden zur Informationsweitergabe in der Lieferkette beim Umgang mit Nanomaterialien über das Sicherheitsdatenblatt. Stand: 6. März 2008, [https://www.vci.de/Downloads/122313-Leitfaden\\_Sicherheitsdatenblatt\\_03.2008.pdf](https://www.vci.de/Downloads/122313-Leitfaden_Sicherheitsdatenblatt_03.2008.pdf).
- 47 SECO, ABCH, 2010, *Sicherheitsdatenblatt (SDB): Leitfaden für synthetische Nanomaterialien*. Schweizerisches Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, Arbeitsbedingungen/Chemikalien und Arbeit (ABCH): 21. Dezember 2010, <http://www.seco.admin.ch/dokumentation/publikation/00009/00027/04546/index.html?lang=de>.

**IMPRESSUM:**

**Medieninhaber:** Österreichische Akademie der Wissenschaften; Juristische Person öffentlichen Rechts (BGBl 569/1921 idF BGBl I 130/2003); Dr. Ignaz Seipel-Platz 2, A-1010 Wien

**Herausgeber:** Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA); Strohgasse 45/5, A-1030 Wien; [www.oeaw.ac.at/ita](http://www.oeaw.ac.at/ita)

**Erscheinungsweise:** Die NanoTrust-Dossiers erscheinen unregelmäßig und dienen der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse des Instituts für Technikfolgen-Abschätzung im Rahmen des Projekts NanoTrust. Die Berichte werden ausschließlich über das Internetportal „epub.oeaw“ der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt: [epub.oeaw.ac.at/ita/nanotrust-dossiers/](http://epub.oeaw.ac.at/ita/nanotrust-dossiers/)

NanoTrust-Dossier Nr. 029, Jänner 2012: [epub.oeaw.ac.at/ita/nanotrust-dossiers/dossier029.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/nanotrust-dossiers/dossier029.pdf)

ISSN: 1998-7293



Dieses Dossier steht unter der Creative Commons (Namensnennung-NichtKommerziell-KeineBearbeitung 2.0 Österreich) Lizenz: [creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/at/deed.de](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/at/deed.de)