

Arbeitskreis Laboratorien der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

Nanomaterialien im Labor

Nanotechnologie ist ein wichtiges Gebiet für Forschung und Entwicklung. Hier werden Nanomaterialien hergestellt oder weiter verarbeitet. Nach der Definition der internationalen Normung sind hier die kleinen Ausdehnungen der Strukturen (von ungefähr 1 nm bis ungefähr 100 nm) in Zusammenhang mit den durch die Kleinheit verursachten besonderen Eigenschaften (z. B. die im Verhältnis zur Masse extrem große Oberfläche oder quantenmechanische Effekte) relevant.

Zu den Nanomaterialien zählen die Nanoobjekte, das sind Nanoplättchen und -filme (z. B. Graphen), Nanoröhrchen und -stäbchen (z. B. Kohlenstoffnanoröhrchen), sowie Nanopartikel (z. B. Fullerene oder Metalloxidpartikel). Außerdem zählen zu den Nanomaterialien auch zusammengesetzte Nanomaterialien (Verbundmaterialien), die nanoskalige Strukturen enthalten (z. B. eingebettete Kohlenstoffnanoröhrchen) oder an der Oberfläche tragen (z. B. Chips).

Die Kenntnisse über die Gefährdungen sind bislang noch lückenhaft. So gibt es Untersuchungen zur Toxikologie, die bei einigen Nanoobjekten negative Auswirkungen auf die Gesundheit möglich erscheinen lassen. Andere Untersuchungen bestätigen dies wiederum nicht. Das einige Nanoobjekte biologische Strukturen penetrieren können, ist bekannt, ob dies allerdings auch als negative Einwirkung zu werten ist, ist bislang unklar. Brennbare Nanoobjekte sind im Gemisch mit Luft zur Explosion fähig, ihre Zündwilligkeit kann sehr viel höher sein, als beim grobkörnigeren Stoff (geringere Mindestzündenergien). Manche Stoffe (z. B. Metalle) neigen bei feiner Verteilung zur Selbstentzündung. Die Reaktivität kann sehr hoch sein, katalytische Effekte sind ebenfalls möglich.

Nanoobjekte neigen dazu, sich zu größeren Einheiten in Form von Agglomeraten (mit schwächeren bindenden Kräften) oder relativ stark gebundenen Aggregaten zusammenzuschließen. Bei der Verarbeitung können aus diesen unter Umständen wieder freie Nanoobjekte entstehen, z. B. durch Mahlen in einer (Hochleistungs-) Mühle. Bei der Verarbeitung von zusammengesetzten Nanomaterialien können unter Umständen ebenfalls wieder Nanoobjekte freigesetzt werden, z. B. beim Zerstören der Matrix.

Die derzeitige Erkenntnislage lässt eine abschließende Beurteilung der Risiken noch nicht zu. Das Vorsorgeprinzip gebietet es daher, für Laborarbeiten pragmatische Lösungen für wirksame Schutzmaßnahmen zu finden. Vorteilhaft ist, dass sich luftgetragene Nanoobjekte wie feine Stäube, aber mehr noch wie Gase und Dämpfe verhalten. Damit können die gängigen Schutzmaßnahmen für solche Zustände der Materie im Labor auch für Nanomaterialien angewendet werden. Derzeit scheinen freie oder freiwerdende faserartige Strukturen (Röhrchen, Stäbchen) mit erhöhter Vorsicht zu behandeln zu sein.

Die Verwendung von genormten und geprüften Laborabzügen ist hier eine Schutzmaßnahme, bei sehr gefährlichen Nanomaterialien (z. B. solche, die aus sehr giftigen Stoffen bestehen, oder selbstentzündliche) können auch Gloveboxen oder geschlossene Apparaturen eingesetzt werden. Beim Arbeiten im Abzug ist das (weitgehende) Schließen des Frontschiebers obligatorisch, Handschuhe sollten im Abzug verbleiben und Kontaminationen auf den Ärmeln von Kitteln können im Bedarfsfall durch überzuziehende Stulpen, die ebenfalls im Abzug verbleiben, vermieden werden. Neben dem Schutz vor der inhalativen Exposition ist aber Schutz vor dermalen und oraler Aufnahme erforderlich. Verstaubung kann verhindert werden, wenn Nanomaterialien nicht trocken, sondern in

feuchtem Zustand (Suspensionen, Lösungen, Pasten) eingesetzt werden können. Auch eine Einbindung in Matrices (Granulate, Compounds) ist hilfreich. Müssen trockene, nicht eingebundene Nanomaterialien eingesetzt werden, so sollten möglichst wenig mechanische Energie eingetragen werden, da es dadurch häufig wieder zu einem Aufbruch von Agglomeraten kommen kann und freie Nanoobjekte in die Luft gelangen. Absaugmaßnahmen mit zu hohen Strömungsgeschwindigkeiten können dazu führen, dass merkliche Anteile (nicht nur nanoskalige, sondern auch größere Objekte) mit dem Luftstrom fortgetragen werden). So ist es nicht zu empfehlen, in Abzügen in der Nähe des geöffneten Frontschiebers zu arbeiten. Steht dieser offen, so werden durch kleine Luftbewegungen möglicherweise schon Partikel herausgetragen, ist dieser (weitgehend) geschlossen, so herrschen in der Nähe des Spaltes am Frontschieber hohe Einströmgeschwindigkeiten, die zu einem Mitreißen von Partikeln führen können. Untersuchungen an Abzügen in den USA zeigten ein gewisses Ausbruchsverhalten von Nanoobjekten, erste Ergebnisse in der Bundesrepublik (an einem Abzug nach DIN 12924-1) konnten dies nicht bestätigen, hier war ein hohes Rückhaltevermögen zu beobachten).

Handschuhe sollten möglichst wenige Poren aufweisen, in die Nanoobjekte eindringen und durch die Walkarbeit des Materials hindurchtransportiert werden können. Luftgetragene Nanoobjekte werden nicht nur inhaliert, sondern schlagen sich auch (langsam) auf Oberflächen nieder. Von der Gesichtshaut können diese über den Mund dann auch in den Verdauungstrakt gelangen. Auch Hygienemängel (Berührung der Stirn mit kontaminierten Handschuhen) führen dazu. Müssen tatsächlich Nanoobjekte im Raum freigesetzt werden, so ist Atemschutz zu tragen. Hier sind Partikelfilter der Klasse 2 oder 3 wirksam. Bei einer Freisetzung im Raum muss natürlich auch die Kontamination des Raumes bedacht werden.

Große Apparaturen wie etwa Rohröfen für die Herstellung sollten nicht im Abzug betrieben werden, da diese die Luftführung stören. Werden diese neben dem Abzug aufgebaut, so kann das Reaktionsrohr durch die Abzugswand in diesen hinein gelegt werden, so dass eine Entnahme im Abzug möglich ist. Muss die Apparatur z. B. zur Reinigung zerlegt werden, so sollte diese vorher gut ausgespült werden, bevor der Inhalt der Apparatur in die Laborluft gelangt.

Alles in allem sind aus heutiger Sicht keine wirklich neuen Schutzmaßnahmen erforderlich, sondern die konsequente Anwendung der Maßnahmen, die im Laboratorium die Kontrolle von Gefahrstoffen ermöglichen. Die Laborrichtlinien (BGI/GUV-I 850-0) geben hier die notwendigen Hinweise. Die Gefährdungsbeurteilung legt fest, ob ggf. zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein werden. Messungen können zur Beurteilung hilfreich sein, werden jedoch durch die mitunter hohe (biogene und anthropogene) Hintergrundbelastung mit Nanoobjekten sowie das Fehlen einer quantitativen Beurteilungsgrundlage erschwert.

Die Entwicklung der Erkenntnisse muss jedoch beobachtet werden, um ggf. das Schutzmaßnahmenniveau der Erkenntnis anzupassen.

Zu Nanomaterialien am Arbeitsplatz siehe auch die gleichnamige BGI/GUV-I 5149 (in Vorbereitung).