Quelle: https://www.arbeitssicherheit.de//document/d28058a7-670e-30d8-82a0-4e9472b92f2f

Bibliografie	
Titel	Technische Regeln für Gefahrstoffe - Tätigkeiten mit Nanomaterialien
Amtliche Abkürzung	TRGS 527
Normtyp	Technische Regel
Normgeber	Bund
Gliederungs-Nr.	Keine FN

Abschnitt 3 TRGS 527 - Ermitteln von Gefährdungen

3.1 Informationsquellen

(1) Der Arbeitgeber hat vor Aufnahme einer Tätigkeit zu ermitteln, ob Beschäftigte Tätigkeiten mit Nanomaterialien durchführen oder ob Tätigkeiten durchgeführt werden, bei denen Nanomaterialien entstehen oder freigesetzt werden können.

(2) Als Informationsquelle dient in der industriellen und gewerblichen Lieferkette insbesondere das Sicherheitsdatenblatt. Hier sollten Informationen enthalten sein, ob ein Stoff in Nanoform vorliegt oder ein Gemisch Nanoformen eines Stoffes enthält. Besonders in den Abschnitten 3 und 9 des Sicherheitsdatenblattes sollten Informationen über das Vorhandensein von Nanoformen angegeben sein. Im Abschnitt 9 sollte unter "Aussehen" der Aggregatzustand "fest" mit dem Hinweis Nanomaterial/Nanoform versehen sein [6].

(3) Weitere Herstellerinformationen (z. B. Technische Merkblätter, Werbebroschüren oder Verpackungen) können Hinweise geben, ob ein Stoff oder Gemisch aus Nanomaterialien besteht oder enthält (siehe Anhang 1).

(4) Informationen zu Bau- und Reinigungsprodukten, die mit dem Begriff "Nano" ausgelobt werden oder nanotechnologische Eigenschaften nutzen, sind in der Liste "Nanoteilchen in Bau- und Reinigungsprodukten" der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft zu finden [7].

(5) Bei Inhaltsstoffen, die üblicherweise in Nanoform vorkommen können (siehe Hinweise auf Nanomaterialien in Produktunterlagen im Anhang 1), soll bei fehlenden oder unzureichenden Informationen der Hersteller oder Lieferant kontaktiert werden, siehe Musterschreiben im Anhang 2.

3.2 Stoffspezifische Informationen

(1) Ein Stoff oder ein Gemisch, das aus Nanomaterialien besteht oder diese enthält, ist nicht grundsätzlich als gefährlicher Stoff oder gefährliches Gemisch gemäß CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 eingestuft. Dennoch können auch nicht eingestufte Stoffe Gefahrstoffe im Sinne der GefStoffV sein.

(2) Bei Stoffen oder Gemischen, die aus Nanomaterialien bestehen oder diese enthalten, sind folgende Informationen für die Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen, sofern sie vorliegen:

1. Einstufung der Nanoform gemäß CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008,

2. die Partikelanzahlgrößenverteilung gemäß REACH-Verordnung Anhang VI Unterabschnitt 2.4.2 geändert durch Verordnung (EU) 2018/1881 (z. B. Ergebnisse aus Granulometrie),

3. spezifisches Oberflächen-Volumen-Verhältnis oder spezifisches Oberflächen-Masse-Verhältnis,

4. Gestalt, Seitenverhältnis der Außenmaße und andere morphologische Merkmale, speziell Hinweise auf WHO-

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Fasern,

5. Oberflächenfunktionalisierung oder -behandlung,

6. Wasserlöslichkeit oder Lösungsgeschwindigkeit (zur Bewertung der Biobeständigkeit siehe Abschnitt 3.3.1 Absatz 2 bis 4),

7. Angaben zum Staubungsverhalten (z. B. Staubungskenngrößen),

8. Angaben zur Brennbarkeit (z. B. Entzündbarkeit, Mindestzündenergie und Staub-Explosionsfähigkeit),

9. Angaben zur Reaktivität (große Oberflächen und ggf. katalytische Aktivitäten können zur beschleunigten Reaktion führen).

Entsprechende stoffspezifische Informationen können für registrierte Stoffe bei der ECHA abrufbar sein, wenn entsprechende Prüfungen vorgenommen wurden [8] oder beim Hersteller oder Lieferanten nachgefragt werden, siehe Musterschreiben im Anhang 2. Diese Informationen können zwischen nanoskaligen und mikroskaligen Stoffen, aber auch zwischen verschiedenen Nanoformen eines Stoffes unterschiedlich sein.

(3) Die Partikelgrößenverteilung des Gesamtmaterials kann sich bei Verarbeitungsschritten, z. B. beim Dispergieren, verändern.

(4) Bestimmte Herstellungsverfahren können auf Nanomaterialien hindeuten, siehe auch Anhang 1Abschnitt 3:

1. Top-down-Verfahren (Erzeugung von Nanoobjekten durch Verkleinerung): Typische Verfahren können hochenergetische Mahlprozesse sein, wie z. B. mit Hochleistungs-Kugelmühlen.

2. Bottom-up-Verfahren (Aufbau von Nanoobjekten aus einzelnen Atomen oder Molekülen): Typische Verfahren sind Gasphasensynthesen oder Gasphasenabscheidung. Bottom-up-Verfahren können auch in flüssiger Phase Nanoobjekte synthetisieren. Typische Verfahren sind Sol-Gel-Prozesse oder die Herstellung von Mikroemulsionen und Fällungsprozesse.

(5) Agglomerate können durch Scherkräfte oder wässrige Lösungen leichter dispergiert werden als Aggregate. Eine Freisetzung von Nanoobjekten aus Aggregaten ist auf Grund ihrer festeren Einbindung weniger wahrscheinlich. In welchem Maße Agglomerate und ggf. Aggregate bei Handhabungs- und Verarbeitungsprozessen oder nach der Exposition im Organismus zu Nanoobjekten vereinzelt werden oder zerfallen, ist material- und prozessabhängig. Solange hierzu keine ausreichenden Informationen vorliegen, sind Aggregate und Agglomerate in der Gefährdungsbeurteilung mit zu berücksichtigen.

3.3 Gruppeneinteilung von Nanomaterialien

3.3.1
Allgemeines

(1) Auf Grundlage ihrer stoffspezifischen Toxizität, der Gestalt und Struktur sowie der Biobeständigkeit lassen sich Nanomaterialien bei der Gefährdungsbeurteilung wie folgt einteilen:

1. Gruppe 1: Lösliche Nanomaterialien,

2. Gruppe 2: Biobeständige Nanomaterialien mit stoffspezifischer Toxizität,

3. Gruppe 3: Biobeständige Nanomaterialien ohne stoffspezifische Toxizität (GBS-Nanomaterialien),

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

4. Gruppe 4: Biobeständige faserförmige Nanomaterialien.

Beschichtungen und Ladung der Oberfläche der Nanoobjekte können die gesundheitliche Wirkung beeinflussen. Bei modifizierten Oberflächen ist die daraus möglicherweise veränderte stoffspezifische Toxizität zu berücksichtigen [9].

(2) Als Maßstab für die Biobeständigkeit wird in dieser TRGS die Wasserlöslichkeit herangezogen. Bei einer guten Wasserlöslichkeit kann meist auch von einer guten Löslichkeit in biologischen Medien ausgegangen werden. In Einzelfällen kann jedoch bei einer schlechten Wasserlöslichkeit trotzdem eine gute Löslichkeit in biologischen Medien vorliegen. So ist z. B. metallisches Cobalt in Wasser unlöslich, jedoch gut löslich in Serum.

(3) Eine einheitliche Festlegung von Konzentrationsbereichen zur Charakterisierung der Wasserlöslichkeit liegt international nicht vor. Eine europaweit einheitliche Charakterisierung der Wasserlöslichkeit ist im Europäischen Arzneibuch [10] festgelegt worden. Diese TRGS lehnt sich an diese Festlegung an:

1. Stoffe mit einer Wasserlöslichkeit kleiner 100 mg/l sind "praktisch unlöslich"

2. Stoffe mit einer Wasserlöslichkeit größer 100 mg/l werden in dieser TRGS abweichend vom Europäischen Arzneibuch ohne weitere Unterscheidung als löslich bezeichnet.

(4) Nanomaterialien mit einer Wasserlöslichkeit kleiner 100 mg/l sind im Sinne dieser TRGS praktisch unlöslich und damit biobeständig. Sie sind in die Gruppen 2, 3 oder 4 einzuordnen. Nanomaterialien mit einer Wasserlöslichkeit größer 100 mg/l sind löslich und der Gruppe 1 zuzuordnen. Liegen Erkenntnisse zur Löslichkeit der Nanomaterialien in biologischen Medien vor, sind diese vorrangig zur Abschätzung der Biobeständigkeit zu verwenden.

3.3.2
Lösliche Nanomaterialien (Gruppe 1)

Lösliche Nanomaterialien verlieren ihre Partikeleigenschaften nach Einatmen. Daher erfolgt die Gefährdungsbeurteilung für lösliche Nanomaterialien anhand der stoffspezifischen Toxizität der zugehörigen mikroskaligen Stoffe entsprechend der Grundsätze der TRGS 400. Beispiel für ein lösliches Nanomaterial ist amorphes Siliziumdioxid in Nanoform (CAS-Nr. 7631-86-9).

3.3.3
Biobeständige Nanomaterialien mit stoffspezifischer Toxizität (Gruppe 2)

(1) Bei der Bewertung der Gesundheitsgefahren biobeständiger nicht faserförmiger Nanomaterialien der Gruppe 2 steht die stoffspezifische Toxizität auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung im Vordergrund. Ein Beispiel für ein Nanomaterial der Gruppe 2 ist Nickelmetall in Nanoform.

(2) Ist die mikroskalige Form bezüglich Gesundheitsgefahren eingestuft, ist davon auszugehen, dass zugehörige Nanoformen in Gruppe 2 einzuordnen sind. Für mikroskalige Stoffe mit stoffspezifischer Toxizität existieren stoffspezifische Arbeitsplatzgrenzwerte oder andere Beurteilungsmaßstäbe für die A- bzw. E-Fraktion.

(3) Da die gesundheitsgefährdende Wirksamkeit von Nanomaterialien aufgrund ihrer größeren spezifischen Oberfläche im Vergleich zu gröberen Partikeln erhöht sein kann, sind vorhandene toxikologische Daten der jeweiligen Nanoform zu berücksichtigen.

3.3.4
Biobeständige Nanomaterialien ohne stoffspezifische Toxizität (GBS-Nanomaterialien, Gruppe 3)

(1) In Gruppe 3 fallen biobeständige nicht faserförmige Nanomaterialien ohne stoffspezifische Toxizität. Diese werden als granuläre biobeständige Nanomaterialien (GBS-Nanomaterialien) bezeichnet. Sie besitzen keine über die Partikelwirkung hinausgehende stoffspezifische Toxizität. Daher werden für GBS-Nanomaterialien keine stoffspezifischen Grenzwerte abgeleitet. Typische Materialien in dieser Stoffklasse sind beispielsweise Industrieruß (Carbon Black), Aluminiumoxid und Aluminiumsilikat. Sie wurden früher auch als "inerte Stoffe" bezeichnet.

(2) Bei der Bewertung der Gesundheitsgefahren durch GBS-Nanomaterialien steht nach Einatmen eine chronische, entzündliche Wirkung in der Lunge im Vordergrund [11].

(3) Der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) hat zur Beurteilung der Exposition durch GBS-Nanomaterialien einen Beurteilungsmaßstab von 0,5 mg/m^3 für die alveolengängige Fraktion (bei einer mittleren Agglomeratdichte von 1,5 g/cm^3 und

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

einem Massenanteil von 20 % nanoskaliger GBS) bekannt gemacht [4, 12].

3.3.5
Biobeständige faserförmige Nanomaterialien (Gruppe 4)

(1) Faserförmige Nanomaterialien, deren freigesetzte Faserstäube biobeständige WHO-analoge Fasern sind, können eine asbestartige Wirkung entfalten. Eine asbestartige Wirkung kann nur dann ausgeschlossen werden, wenn der Hersteller dies für sein jeweiliges Produkt durch Untersuchungen belegen kann. Liegen keine morphologischen oder toxikologischen Prüfungen vor, ist aus Vorsorgegründen von einer asbestartigen Wirkung auszugehen.

(2) Aufgrund fehlender Daten können Fasern derzeit noch nicht allein auf Basis ihrer Biegsamkeit (Flexibilität oder Rigidität) oder ihres Durchmessers als toxikologisch unbedenklich klassifiziert werden.

(3) Für biobeständige faserförmige Nanomaterialien, deren Länge 5 µm übersteigt, deren Durchmesser weniger als 3 µm beträgt und deren Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis 3:1 übersteigt, ist in der Luft am Arbeitsplatz eine Konzentration von weniger als 10.000 Fasern/m^3 anzustreben.

3.4 Tätigkeitsbezogene Informationen

(1) Zu betrachten sind alle Arbeitsplätze entlang der Wertschöpfungskette, in denen Tätigkeiten mit Nanomaterialien durchgeführt werden. Diese umfasst sowohl Forschung und Entwicklung, Produktion, industrielle und gewerbliche Be- und Weiterverarbeitung als auch Wiederverwertung und -aufbereitung sowie Entsorgung. Dazu gehören Tätigkeiten im Bereich

1. der Herstellung von Nanomaterialien,
2. der Weiterverarbeitung von Nanomaterialien (Herstellung von Gemischen und Erzeugnissen),
3. der Weiterverarbeitung und Verwendung von Nanomaterialien, die Gemische sind oder sie enthalten,
4. der Bearbeitung von Erzeugnissen, die Nanomaterialien enthalten,
5. der Entsorgung und Wiederverwertung von Nanomaterialien sowie Gemischen und Erzeugnissen, die Nanomaterialien enthalten.

(2) Die Freisetzung von Nanomaterialien hängt von den gehandhabten Produkten und von den durchgeführten Tätigkeiten ab. Die Wahrscheinlichkeit der Freisetzung kann entlang der Wertschöpfungskette abnehmen, wenn der Anteil an Nanomaterial in einem Produkt von seiner Herstellung über seine Verarbeitung z. B. zu Gemischen und Formulierungen bis hin zum fertigen Erzeugnis abnimmt.

(3) Eine Exposition von Beschäftigten kann während des Herstellungsprozesses insbesondere an den Schnittstellen zwischen offenen und geschlossenen Verfahrensschritten, z. B. bei der Abfüllung, bei der Probenahme, bei Reinigungs- und Wartungsarbeiten sowie bei Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebes, z. B. Leckagen stattfinden. Die Freisetzungswahrscheinlichkeit von Nanomaterialien ist bei Herstellung in flüssiger Phase im Vergleich zu Gasphasenverfahren geringer, sofern dabei keine Aerosol- oder Tröpfchenbildung erfolgt, z. B. durch Versprühen oder Kavitationsprozesse.

(4) Bei der Verarbeitung von festen Stoffen oder Gemischen, die Nanomaterial sind oder enthalten, z. B. bei Tätigkeiten wie Einwiegen, Mischen, Dosieren oder Verpacken von Pulvern, Granulaten oder Flocken, ist die Wahrscheinlichkeit der Freisetzung sowohl vom Staubungsverhalten, der Menge des Feststoffes bzw. Massenanteil des Nanomaterials in den Gemischen als auch von der Art der Tätigkeit abhängig.

(5) Bei der Verarbeitung von Gemischen, die Nanomaterialien enthalten, die in einer flüssigen Matrix enthalten sind, z. B. Lösungen, Suspensionen, Pasten oder Schlämme, kann bei Vermeidung von Aerosolbildung eine inhalative Aufnahme in der Regel ausgeschlossen werden [13, 14]. Wenn diese eintrocknen, z. B. nachdem sie mit Wischtüchern aufgenommen wurden, können bei Handhabung Nanomaterialien freigesetzt werden.

(6) Bei der Bearbeitung und Weiterverarbeitung von Erzeugnissen, die Stoffe in Nanoform enthalten, beispielsweise beim Schneiden oder Schleifen von Polymeren oder Lackschichten, ist die Wahrscheinlichkeit der Freisetzung vereinzelter Nanoobjekte gering. Bei der abtragenden Bearbeitung von Erzeugnissen, die biobeständige faserförmige Nanomaterialien (siehe Abschnitt 3.3.5)

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

enthalten, ist jedoch präventiv von einer möglichen Freisetzung dieser Fasern auszugehen, soweit dies nicht auf Grund hinreichender Erkenntnisse ausgeschlossen werden kann.

(7) Die Gefährdungsbeurteilung soll auch Tätigkeiten bei Betriebszuständen wie Wartungs-, Reinigungs- und Instandsetzungsarbeiten, An- und Abfahrvorgänge von Prozessen sowie bei der Beseitigung von Betriebsstörungen umfassen. Diese Tätigkeiten werden häufig außerhalb des Normalbetriebes auch von Beschäftigten beauftragter Unternehmen durchgeführt. Gegebenenfalls ist für diese Tätigkeiten eine gesonderte Gefährdungsbeurteilung erforderlich. Bei der Gefährdungsbeurteilung ist insbesondere zu berücksichtigen, welchen Expositionen diese Beschäftigten ausgesetzt sind, wenn vorhandene technische Schutzmaßnahmen außer Betrieb sind und ob die verwendeten persönlichen Schutzmaßnahmen wirksam sind.

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH