



Besonderheiten von Nanomaterialien

Nanomaterialien besitzen besondere physikalische und chemische Eigenschaften, die ein erhebliches Technologie- und Marktpotenzial bergen und auch neuartige Anwendungsfelder eröffnen. Die Nanoskaligkeit eines Stoffes ist dabei nicht zwangsläufig gleichbedeutend mit einem Risiko oder gar einer realen Gefahr.

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften von nanoskaligen Materialien rechtfertigen aber die genauere Betrachtung ihrer Verhaltensweisen im Zusammenhang mit der Umgebung mit der sie in Kontakt treten.

Nach gegenwärtig gültiger Definitionsempfehlung der Europäischen Kommission vom 18. Oktober 2011 ist ein Nanomaterial ein natürliches, bei Prozessen anfallendes oder hergestelltes Material, das Partikel in ungebundenem Zustand, als Aggregat oder als Agglomerat enthält, und bei dem mindestens 50 % der Partikel in der Anzahlgrößenverteilung ein oder mehrere Außenmaße im Bereich von 1 nm bis 100 nm haben¹. Zudem werden auch einwandige Kohlenstoff-Nanoröhren, Graphenflocken und Fullerene mit einem oder mehreren Außenmaßen unter 1 nm als Nanomaterialien betrachtet.¹ Diese Definitionsempfehlung basiert weitgehend auf politischen Erwägungen, denn es gibt keine nachprüfbar wissenschaftliche Begründung dafür, die Grenze gerade bei 100 nm zu ziehen.

Neben der chemischen Zusammensetzung werden Verhalten und Wirkungen von Nanomaterialien auf Mensch und Umwelt auch von deren Größe, Geometrie, Löslichkeit, Kristallstruktur und Oberflächeneigenschaften (z. B. Ladung, Oberflächenchemie) beeinflusst. Diese Parameter können sich zwischen

¹ EU-Kommission Oktober 2011: Auszug aus der Empfehlung der Kommission zur Definition von Nanomaterialien 2011/696/EU (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:de:PDF>)

nanoskaligen (1-1000 nm) und nicht-nanoskaligen (> 1000 nm) Stoffen, aber auch zwischen verschiedenen Formen des gleichen chemischen Stoffes deutlich unterscheiden.

Somit ist auch für nanoskalige Stoffe eine verlässliche Stoffbewertung angezeigt. Hierfür werden und müssen auch weiterhin methodische und konzeptionelle Prüfverfahren standardisiert und international harmonisiert werden. Dies betrifft insbesondere die OECD Prüfrichtlinien, deren Anwendung die internationale Vergleichbarkeit und regulatorische Akzeptanz toxikologischer Prüfergebnisse gewährleistet.

Zu potenziellen Risiken von Nanomaterialien wird seit über zehn Jahren intensiv international geforscht. Risiken im Zusammenhang mit nanoskaligen Partikeln aufgrund von Wechselwirkungen mit dem menschlichen Körper oder mit der Umwelt, werden vor allem dann vermutet, wenn nanoskalige Partikel sich in Lebewesen anreichern und zudem deren normale Funktionen direkt oder auch indirekt beeinflussen würden.

Nanomaterialien im Bereich der menschlichen Gesundheit

Manche Nanopartikel sind durch ihre geringe Größe in der Lage, biologische Barrieren zu überwinden und in Zellen zu gelangen. Manche Zellarten nehmen aber auch aktiv einzelne Partikel, Partikelaggregate oder Agglomerate von Partikeln auf. Die Aufnahme von Nanomaterialien muss bei sehr kleinen Mengen noch nicht zwingend zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen.

Bei einigen Nanomaterialien geben allerdings Erfahrungen aus der Inhalationstoxikologie und die schwerwiegenden gesundheitlichen Folgen im Zusammenhang mit der Feinstaub-, Silikose- und Asbestproblematik Anlass zur Besorgnis. Tierversuche haben gezeigt, dass insbesondere eingeatmete Partikelstäube aus steifen Fasern, die in ihrer Form kritischen Asbestfasern entsprechen (sog. „WHO-Fasern“), schädliche Wirkungen auf die Gesundheit hervorrufen können. Dies betrifft z.B. spezielle Formen von Kohlenstoffnanoröhren (sog. CNTs für engl. Carbon Nano Tubes).

Die für das toxische Potenzial von Nanomaterialien entscheidenden Einflussfaktoren werden derzeit intensiv untersucht. Neben der Partikelgröße und -form ist die biologische Beständigkeit (Biopersistenz) ein wichtiger Faktor der

Partikelanreicherung in der Lunge, aus welcher möglicherweise gesundheitliche Beeinträchtigungen resultierenden können.

Für mäßig oder gering lösliche Nanopartikel muss zudem auch stoff- und produktspezifisch sowie verwendungsbezogen bewertet werden, ob diese Partikel selbst oder aber in veränderter Form, Organe des Körpers erreichen.

Nanomaterialien in der Umwelt²

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften, die das Verhalten und den Verbleib von Nanomaterialien in der Umwelt bedingen, unterscheiden sich grundsätzlich von jenen konventioneller Chemikalien. Bei Nanomaterialien haben insbesondere kinetische Prozesse wie Agglomeration und Sedimentation in Umweltmedien einen größeren Einfluss auf die Umwelt als das für gut lösliche, sich schnell verteilende, kleine Moleküle der Fall ist.

Darüber hinaus zu berücksichtigende Aspekte für Partikel in der Umwelt sind Veränderungen wie z. B. durch chemische Umwandlung oder durch Lichteinwirkung, durch Änderung der Oberflächeneigenschaften, der Auflösungsgeschwindigkeit oder Wechselwirkungen mit anderen natürlichen in Wasser, Boden und Luft vorkommenden Stoffen, die also zunächst unabhängig von der belebten Umwelt sind (abiotisch).

Ferner können für die ökotoxischen Wirkungen auf Lebewesen neben der Lichteinwirkung auch mechanische Prozesse indirekt eine Rolle spielen. Anlagerungen und Verstopfungen können z. B. Atmung, Fressverhalten, Beweglichkeit, Häutung etc. von Lebewesen beeinflussen.

Von besonderer Bedeutung für die Abschätzung potenzieller Umweltgefährdungen durch Nanomaterialien sind Daten zur langfristigen Wirkung. Aufgrund des im Unterschied zu nicht nanoskaligen Stoffen veränderten Verhaltens (dadurch geänderte Kontaktwege- und Wirkmechanismen), des längerfristigen Verbleibs und der verlängerten Verfügbarkeit, ist die Aussagekraft von kurzzeitigen Studien für eine Risikobewertung meist unzureichend. Langzeitstudien am lebenden Organismus sind

² Umweltbundesamt „Warum sind Nanomaterialien anders? Begründung einer gesonderten Betrachtung von Nanomaterialien in den Regulierungen der Chemikaliensicherheit (Schwerpunkt Umwelt) Juli 2016.

http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nanotechnologie/factsheet_warum_sind_nanomaterialien_anders_bf.pdf

tierexperimentell aufwändig und daher ggf. auch zeit- und kostenintensiv. Sie werden aber nur dann durchgeführt, wenn zu vermuten ist, dass trotz Einsatzes von validierten Alternativmethoden zum Tierversuch eine nachteilige Beeinflussung von Mensch und Umwelt durch das zu untersuchende Material nicht zu widerlegen ist und realistische Einschätzungen über Aufnahme, Verbleib und Wirkungen von Nanomaterialien im Gesamtorganismus für die valide Risikobewertung benötigt werden.

Einige besondere Eigenschaften von Nanomaterialien und ihren Nanoformen erfordern über die bestehenden Standards hinausgehende Maßnahmen

Wichtige Voraussetzungen, um Prüfergebnisse für Nanomaterialien und ihren Nanoformen interpretieren, vergleichen und zukünftig möglicherweise vorhersagen zu können, sind die Charakterisierung der physikalischen und chemischen Eigenschaften von Nanomaterialien und die Anpassung der relevanten Prüfmethoden für Verhalten und Wirkungen in Mensch und Umwelt. Besonders relevante Stoffeigenschaften sind die Partikelgröße, - Form, - Oberflächenbeschaffenheit sowie das jeweilige Löslichkeitsverhalten in Umweltmedien oder in Organismen selbst.

Neben den analytischen Herausforderungen zum Zwecke der quantitativen Bewertung potenzieller Risiken für Mensch und Umwelt, die es für den Nachweis von Nanomaterialien in komplexen Umgebungen weiterhin zu meistern gilt, sind auch Anstrengungen erforderlich, die Lücken in den Prüf- und Informationsanforderungen im Bereich der Europäischen Chemikalien- und Produktsicherheit zu schließen.

Die Bundesregierung erwartet, dass die EU-Kommission noch in 2017 den Mitgliedstaaten einen offiziellen Vorschlag zur Anpassung der Anhänge der europäischen Chemikalien-Verordnung (REACH) an die Belange von Nanomaterialien vorlegt. Nur dann werden die für die Risikobewertung von Nanomaterialien notwendigen Daten tatsächlich systematisch erfassbar.

Die REACH-Verordnung beruht auf dem Grundsatz, dass Hersteller, Importeure und nachgeschaltete Anwender sicherstellen müssen, dass sie Stoffe herstellen, in Verkehr bringen und verwenden, die die menschliche Gesundheit oder die Umwelt

nicht nachteilig beeinflussen. Ihren Bestimmungen liegt das Vorsorgeprinzip zugrunde³.

³ Artikel 1 Absatz 3 der VERORDNUNG (EG) Nr. 1907/2006 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur in der Fassung vom 21.06.2016.