

Leitfaden zur sicheren Entsorgung von Abfällen, die Nanomaterialien enthalten

9. Februar 2012

1. Einführung

Bei der Produktion oder der Verwendung von Nanomaterialien können Abfälle entstehen, die Nanomaterialien enthalten. Solche Abfälle kommen z. B. bei der Herstellung von Stoffen, Zubereitungen oder Produkten, bei der Bearbeitung und Reparatur von Produkten oder bei der Entsorgung von Produkten am Ende ihres Lebenszyklus vor.

2. Rechtsrahmen

Abfälle sind in erster Priorität zu vermeiden, in zweiter Priorität zu verwerten (Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling sowie sonstige Verwertung, die insbesondere die energetische Verwertung beinhaltet) und in dritter Priorität zu beseitigen. Bei diesen Tätigkeiten sind zahlreiche rechtliche Regelungen zu beachten, die sowohl den Menschen wie auch die Umwelt vor nachteiligen Einflüssen schützen. Dies gilt natürlich gleichermaßen auch für Abfälle, die Nanomaterialien enthalten.

Die abfallrechtlichen Regelungen dienen insbesondere auch zum Schutz vor gefährlichen Stoffen, die in den jeweiligen Abfällen enthalten sind. Dabei findet eine gesonderte Betrachtung von Nanomaterialien im Abfallrecht nicht statt. Die entsprechenden Anforderungen zur Ermittlung von gefährlichen Eigenschaften von Stoffen sind im Stoffrecht geregelt. Sind im Rahmen der stoffrechtlich vorgeschriebenen Untersuchungen die Gefährlichkeitsmerkmale der Stoffe ermittelt worden, ergeben sich auf dieser Basis „automatisch“ die gegebenenfalls erforderlichen Schutzmaßnahmen im Umgang mit Abfällen bzw. im Abfallrecht.

Das Abfallrecht enthält somit zahlreiche Querverweise und Querbeziehungen zum Chemikalienrecht. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn darüber zu entscheiden ist, ob ein Abfall gefährlich oder nicht gefährlich ist, und wenn Belange des Arbeitsschutzes beim Umgang mit Abfällen zu berücksichtigen sind.

Die Gefährlichkeit von Abfällen wird mittels sogenannter H-Kriterien im Anhang III der novellierten *EU-Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG)* bestimmt. Die H-Kriterien wiederum werden mit Hilfe von chemikalienrechtlichen Regelungen, der *EU-Stoffrichtlinie (67/548/EWG)* und zum Teil auch mit Hilfe der *EU-Zubereitungsrichtlinie (1999/45/EG)* festgelegt.

Es ist davon auszugehen, dass aufgrund der o. g. bisherigen Korrelation der Gefährlichkeit von Abfällen mit der EU-Stoff- und der EU-Zubereitungsrichtlinie in Kürze eine Anpassung der Abfall-H-Kriterien an die *GHS-Systematik* erfolgen wird.

Um die Bestimmung der Gefährlichkeit von Abfällen zu systematisieren, hat die EU-Kommission mit ihrer Entscheidung 2000/532/EG ein *Europäisches Abfallverzeichnis* festgelegt, das auf den o. g. „H-Kriterien“ basiert. Diese Kriterien leiten sich grundsätzlich aus den Einstufungsbestimmungen des Chemikalienrechts ab. Der deutsche Gesetzgeber hat dieses Abfallverzeichnis mittels der *Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis* in nationales Recht überführt.

Bezüglich der Einstufungs- und Kennzeichnungsbestimmungen der *EU-Stoffrichtlinie*, der *EU-Zubereitungsrichtlinie* und der *EU-CLP-Verordnung* sind Abfälle grundsätzlich ausgenommen. (Weitere Informationen zum Thema „GHS“ finden sich in der entsprechenden VCI-Broschüre unter www.vci.de). Die Deklaration wird – wie oben erwähnt – stattdessen über das europäische Abfallverzeichnis geregelt.

Allerdings verlangen die europäischen und nationalen Arbeitsschutzregelungen (*EU-Agenzienrichtlinie (98/24/EG)*, *Gefahrstoffverordnung*) aber eine hinreichende Kennzeichnung beim Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen. Entsprechende Hinweise für Abfälle finden sich in der *TRGS 201 „Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“*, dort insbesondere im Kapitel 4.6.

Für die Überwachung von gefährlichen Abfällen (d. h. von sog. „Sonderabfällen“), aber zum Teil auch von nicht gefährlichen Abfällen, existiert in Deutschland eine der weltweit umfangreichsten Nachweisregelungen, die in der deutschen *Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen (Nachweisverordnung)* festgeschrieben ist.

Mit der Erfüllung der Vorschriften der *EU-REACH-Verordnung (1907/2006/EG)* erweitert sich sukzessive die Datenbasis für Stoffe. Davon wird auch die Bestimmung der Gefährlichkeit von Abfällen profitieren. Die REACH-Verordnung schreibt zudem vor, dass Registrierungsdossiers mindestens Hinweise zur Entsorgung enthalten. Im Rahmen der Erstellung von Stoffsicherheitsberichten ist auch die Abfallphase der Stoffe zu betrachten.

Für gefährliche Stoffe und Gemische gemäß der *EU-CLP-Verordnung (1272/2008/EG)* verlangt die REACH-Verordnung die Erstellung von Sicherheitsdatenblättern. In Kapitel 13 des Sicherheitsdatenblattes müssen Hinweise zur Entsorgung gegeben werden. Erläuterungen hierzu finden sich im *ECHA Guidance on the compilation of safety data sheets* und weiterhin in der *Bekanntmachung 220 „Sicherheitsdatenblatt“ des Ausschusses für Gefahrstoffe*.

3. Schlussfolgerungen aus den rechtlichen Vorgaben

Aus dem dargestellten Rechtsrahmen wird deutlich, dass REACH und weitere Elemente des Chemikalienrechts sowohl bei der Festlegung der Gefährlichkeit von Abfällen wie auch beim Umgang mit diesen Abfällen eine wesentliche Rolle spielen. Dies bezieht sich sowohl auf die Betroffenheit der Umwelt als auch auf die des Menschen. Das Chemikalienrecht bewertet Stoffe nach ihren gefährlichen Eigenschaften und nach der Exposition von Menschen und Umwelt. Dies wird rechtlich auf dem oben skizzierten Weg auf Abfälle übertragen.

Bisher durchgeführte Sicherheitsstudien zeigen, dass im Umgang mit Nanomaterialien keine prinzipiell anders strukturierten Risiken als bei anderen Chemikalien zu berücksichtigen sind. Sollte die Partikelgröße einen Einfluss auf die Eigenschaften eines Stoffes haben und dazu führen, dass der Stoff in nanoskaliger Form gefährliche Eigenschaften hat, ist das konkrete Produkt entsprechend einzustufen und zu kennzeichnen, und es sind im Sicherheitsdatenblatt entsprechende Informationen zur Gefährlichkeit und Hinweise für Risikomanagementmaßnahmen zu geben.

4. Sichere Verwertung oder Beseitigung von Nanomaterialien enthaltenden Abfällen

Nanomaterialien enthaltende Abfälle kommen z. B. bei der Herstellung von Stoffen, Zubereitungen oder Produkten, bei der Bearbeitung und Reparatur von Produkten sowie bei der Entsorgung von Produkten am Ende ihres Lebenszyklus vor.

Laut Empfehlung der EU-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 haben. Außerdem sind Fullerene, Graphenflocken und einwandige Kohlenstoff-Nanoröhren mit einem oder mehreren Außenmaßen unter 1 nm als Nanomaterialien zu betrachten.

Für „Partikel“, „Agglomerat“ und „Aggregat“ gelten folgende Begriffsbestimmungen:

- „Partikel“ ist ein sehr kleines Teilchen einer Substanz mit definierten physikalischen Grenzen,
- „Agglomerat“ ist eine Ansammlung schwach gebundener Partikel oder Aggregate, in der die resultierende Oberfläche ähnlich der Summe der Oberflächen der einzelnen Bestandteile ist,
- „Aggregat“ ist ein Partikel aus fest gebundenen oder verschmolzenen Partikeln.

Zur sicheren Verwertung und/oder Beseitigung von Nanomaterialien enthaltenden Abfällen sind die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen erforderlich.

4.1 Verwertung oder Beseitigung des Abfalls

Wenn klar ist, dass sich ein Abfall nicht vermeiden lässt und ebenfalls klar ist, dass es sich tatsächlich um einen Abfall und nicht etwa um ein (Neben-)Produkt handelt, greift das Abfallrecht.

Dann ist zu klären, ob eine schadlose Verwertung – sei es nun Vorbereitung zur Wiederverwendung, werkstoffliche, rohstoffliche oder energetische Verwertung – möglich ist. Ist dies nicht der Fall, dann muss der Abfall beseitigt werden. Die Gefährlichkeit des Abfalls ist bei allen möglichen Entsorgungswegen natürlich stets zu beachten. Sie ist allerdings nicht das maßgebende Kriterium für die Entscheidung, ob ein Verwertungs- oder ein Beseitigungsverfahren zu wählen ist. So ist beispielsweise eine effiziente Verbrennung von gefährlichen Abfällen in einer modernen Sonderabfallverbrennungsanlage mit effizienter Nutzung der Energie in der Regel als Verwertung zu betrachten. Entscheidend ist stets, dass die relevanten gesetzlichen Regelungen eingehalten werden.

4.2 Sammlung von Informationen über gefährliche Eigenschaften von Stoffen bzgl. der Abfalleigenschaft

Im Rahmen der Erstellung des REACH-Registrierungsdossiers müssen zunächst Informationen über gefährliche Eigenschaften von Stoffen gesammelt werden.

Falls ein Stoffsicherheitsbericht für die REACH-Registrierung erforderlich ist, sind in diesem auch folgende Aspekte bzgl. der Entsorgung von Abfällen zu berücksichtigen:

- Dauer und Häufigkeit der Emission des Stoffes in die verschiedenen Umweltkompartimente.
- Maßnahmen zur Abfallbehandlung zur Verringerung oder Vermeidung der Exposition von Menschen und Umwelt gegenüber dem Stoff während der Abfallentsorgung und/oder -verwertung.
- Abschätzung der Exposition während der Abfallphase des Stoffes oder von Erzeugnissen, die den betrachteten Stoff enthalten.

4.3 Kommunikation in der Lieferkette

Für gefährliche Stoffe und Gemische ist ein Sicherheitsdatenblatt zu erstellen. In Kapitel 13 des Sicherheitsdatenblattes sind Hinweise zur Entsorgung zu geben. Spezifische Hinweise hierzu finden sich im *ECHA Guidance on the compilation of safety data sheets* und weiterhin auch unter Punkt 6.13 der *Bekanntmachung 220 „Sicherheitsdatenblatt“* des Ausschusses für Gefahrstoffe (siehe Anhang 3 dieses Leitfadens).

4.4 Festlegung der Gefährlichkeit des Abfalls

Die Gefährlichkeit des Abfalls ist unter Zugrundelegen der „H-Kriterien“ im Anhang III der *EU-Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG)* (siehe Anhang 1 dieses Leitfadens), in Verbindung mit der Entscheidung der EU-Kommission 2000/532/EG (*Europäisches Abfallverzeichnis*) sowie der deutschen *Abfallverzeichnisverordnung* (Auszug der Verordnung siehe Anhang 2 dieses Leitfadens) bzw. den entsprechenden „Sterncheneinträgen“ der *Abfallverzeichnisverordnung* festzulegen.

Anhang 1

„H-Kriterien“ im Anhang III „Gefahrenrelevante Eigenschaften der Abfälle“ der EU-Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG)

- H 1 „explosiv“: Stoffe und Zubereitungen, die unter Einwirkung einer Flamme explodieren können oder empfindlicher auf Stöße oder Reibung reagieren als Dinitrobenzol;
- H 2 „brandfördernd“: Stoffe und Zubereitungen, die bei Berührung mit anderen, insbesondere brennbaren Stoffen eine stark exotherme Reaktion auslösen;
- H 3-A „leicht entzündbar“:
- Stoffe und Zubereitungen in flüssiger Form mit einem Flammpunkt von unter 21 °C (einschließlich hochentzündbarer Flüssigkeiten) oder
 - Stoffe und Zubereitungen, die sich bei Raumtemperatur an der Luft ohne Energiezufuhr erhitzen und schließlich entzünden können; oder
 - feste Stoffe und Zubereitungen, die sich durch kurzzeitigen Kontakt mit einer Zündquelle leicht entzünden und nach deren Entfernung weiterbrennen oder weiterglimmen; oder
 - unter Normaldruck an der Luft entzündbare gasförmige Stoffe und Zubereitungen; oder
 - Stoffe und Zubereitungen, die bei Berührung mit Wasser oder feuchter Luft hochentzündliche Gase in gefährlicher Menge entwickeln;
- H 3-B „entzündbar“: flüssige Stoffe und Zubereitungen mit einem Flammpunkt von mindestens 21 °C und höchstens 55 °C;
- H 4 „reizend“: nicht ätzende Stoffe und Zubereitungen, die bei unmittelbarer, länger dauernder oder wiederholter Berührung mit der Haut oder den Schleimhäuten eine Entzündungsreaktion hervorrufen können;
- H 5 „gesundheitsschädlich“: Stoffe und Zubereitungen, die bei Einatmung, Einnahme oder Hautdurchdringung Gesundheitsgefahren von beschränkter Tragweite hervorrufen können;
- H 6 „giftig“: Stoffe und Zubereitungen (einschließlich hochgiftiger Stoffe und Zubereitungen), die bei Einatmung, Einnahme oder Hautdurchdringung schwere, akute oder chronische Gesundheitsgefahren oder sogar den Tod verursachen können;

- H 7 „krebserzeugend“: Stoffe und Zubereitungen, die bei Einatmung, Einnahme oder Hautdurchdringung Krebs erzeugen oder dessen Häufigkeit erhöhen können;
- H 8 „ätzend“: Stoffe und Zubereitungen, die bei Berührung mit lebenden Geweben zerstörend auf diese einwirken können;
- H 9 „infektiös“: Stoffe und Zubereitungen, die lebensfähige Mikroorganismen oder ihre Toxine enthalten und die im Menschen oder sonstigen Lebewesen erwiesenermaßen oder vermutlich eine Krankheit hervorrufen;
- H 10 „fortpflanzungsgefährdend (reproduktionstoxisch)“: Stoffe und Zubereitungen, die bei Einatmung, Einnahme oder Hautdurchdringung nichterbliche angeborene Missbildungen hervorrufen oder deren Häufigkeit erhöhen können;
- H 11 „mutagen“: Stoffe und Zubereitungen, die bei Einatmung, Einnahme oder Hautdurchdringung Erbschäden hervorrufen oder ihre Häufigkeit erhöhen können;
- H 12 Abfälle, die bei der Berührung mit Wasser, Luft oder einer Säure ein giftiges oder sehr giftiges Gas abscheiden;
- H 13 (*) „sensibilisierend“: Stoffe und Zubereitungen, die bei Einatmung oder Hautdurchdringung eine Überempfindlichkeitsreaktion hervorrufen können, so dass bei künftiger Exposition gegenüber dem Stoff oder der Zubereitung charakteristische Störungen auftreten;
- (*) Soweit Prüfverfahren verfügbar sind.
- H 14 „ökotoxisch“: Abfälle, die unmittelbare oder mittelbare Gefahren für einen oder mehrere Umweltbereiche darstellen oder darstellen können.
- H 15 Abfälle, die nach der Beseitigung auf irgendeine Weise die Entstehung eines anderen Stoffes bewirken können, z.B. ein Auslaugungsprodukt, das eine der oben genannten Eigenschaften aufweist.

Erläuterungen

1. Die Bezeichnung als „giftig“ (und „sehr giftig“), „gesundheitsschädlich“, „ätzend“, „reizend“, „krebserzeugend“, „fortpflanzungsgefährdend (reproduktionstoxisch)“, „mutagen“ und „ökotoxisch“ erfolgt nach den Kriterien in Anhang VI der Richtlinie 67/548/EWG des Rates vom 27. Juni 1967 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe.

2. Gegebenenfalls gelten die in den Anhängen II und III der Richtlinie 1999/45/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. Mai 1999 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Zubereitungen.

Prüfverfahren

Die zu verwendenden Verfahren sind in Anhang V der Richtlinie 67/548/EWG und in anderen einschlägigen CEN-Spezifikationen beschrieben.

Anhang 2

Hinweise gem. § 3 Abs. 2 der deutschen Abfallverzeichnisverordnung zur Einstufung von gefährlichen Abfällen mittels „H-Kriterien“

Von als gefährlich eingestuften Abfällen wird angenommen, dass sie eine oder mehrere der in Anhang III der Richtlinie 91/689/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 über gefährliche Abfälle aufgeführten Eigenschaften und hinsichtlich der dort aufgeführten Eigenschaften H3 bis H8, H10 und H11 eines oder mehrere der folgenden Merkmale aufweisen:

1. Flammpunkt ≤ 55 °C
2. Gesamtkonzentration von $\geq 0,1$ % an einem oder mehreren als sehr giftig eingestuften Stoffen
3. Gesamtkonzentration von ≥ 3 % an einem oder mehreren als giftig eingestuften Stoffen
4. Gesamtkonzentration von ≥ 25 % an einem oder mehreren als gesundheitsschädlich eingestuften Stoffen
5. Gesamtkonzentration von ≥ 1 % an einem oder mehreren nach R35 als ätzend eingestuften Stoffen
6. Gesamtkonzentration von ≥ 5 % an einem oder mehreren nach R34 als ätzend eingestuften Stoffen
7. Gesamtkonzentration von ≥ 10 % an einem oder mehreren nach R41 als reizend eingestuften Stoffen
8. Gesamtkonzentration von ≥ 20 % an einem oder mehreren nach R36, R37, R38 als reizend eingestuften Stoffen
9. Konzentration von $\geq 0,1$ % an einem als krebserzeugend bekannten Stoff der Kategorie 1 oder 2
10. Konzentration von ≥ 1 % an einem als krebserzeugend bekannten Stoff der Kategorie 3
11. Konzentration von $\geq 0,5$ % an einem nach R60 oder R61 als fortpflanzungsgefährdend eingestuften Stoff der Kategorie 1 oder 2
12. Konzentration von ≥ 5 % an einem nach R62 oder R63 als fortpflanzungsgefährdend eingestuften Stoff der Kategorie 3
13. Konzentration von $\geq 0,1$ % an einem nach R46 als erbgutverändernd eingestuften Stoff der Kategorie 1 oder 2
14. Konzentration von ≥ 1 % an einem nach R40 als erbgutverändernd eingestuften Stoff der Kategorie 3.

Die Einstufung sowie die R-Nummern beziehen sich auf die Richtlinie 67/548/EWG zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe.

Anhang 3

Bekanntmachung 220 „Sicherheitsdatenblatt“, Punkt 6.13

Hinweise zur Entsorgung

(1) Stellt die Entsorgung eines Stoffes oder einer Zubereitung (Restmengen oder Abfälle aus der absehbaren Verwendung) eine Gefährdung dar, müssen die Rückstände genannt und Hinweise für ihre sichere Handhabung gegeben werden.

(2) Anzugeben sind die geeigneten Entsorgungsverfahren für den Stoff und die Zubereitung und für verunreinigtes Verpackungsmaterial (Verbrennung, Wiederverwertung, Deponie usw.).

(3) Ist ein Stoffsicherheitsbericht erforderlich, so müssen die Informationen über Maßnahmen zur Abfallentsorgung und -verwertung, mit denen die Exposition von Mensch und Umwelt gegenüber dem Stoff angemessen begrenzt und überwacht wird, mit den im Anhang des Sicherheitsdatenblatts aufgeführten Expositionsszenarien übereinstimmen.

(4) Anzugeben sind einschlägige Gemeinschaftsbestimmungen über die Abfallentsorgung. Sind solche Bestimmungen noch nicht erlassen, ist es zweckmäßig, den Anwender darauf hinzuweisen, dass nationale oder regionale Bestimmungen gelten können.

(5) Falls für die Entsorgung des bestimmungsgemäß verwendeten Stoffes bzw. der Zubereitung andere Empfehlungen zutreffen, sind diese gesondert aufzuführen.

(6) Soweit die vom Inverkehrbringer empfohlene Verwendung es erlaubt, die Herkunft des Abfalls vorherzusagen, wird darüber hinaus für das Produkt die Angabe der europäischen Abfallartenkatalognummer (EAK) [in Deutschland: Abfallschlüsselnummer nach Abfallverzeichnisverordnung] empfohlen.

(7) Analog zur Entsorgung des ungebrauchten Produktes, sind geeignete Entsorgungsverfahren für die ungereinigten sowie restentleerten Verpackungen anzugeben. Falls besondere Reinigungsmittel für die Gebinde angegeben werden können, sollten diese hier genannt werden.

(8) Die Informationen sollten wie folgt gegliedert werden:

- Produkt
- Empfehlung
- verunreinigtes Verpackungsmaterial
- Empfehlung