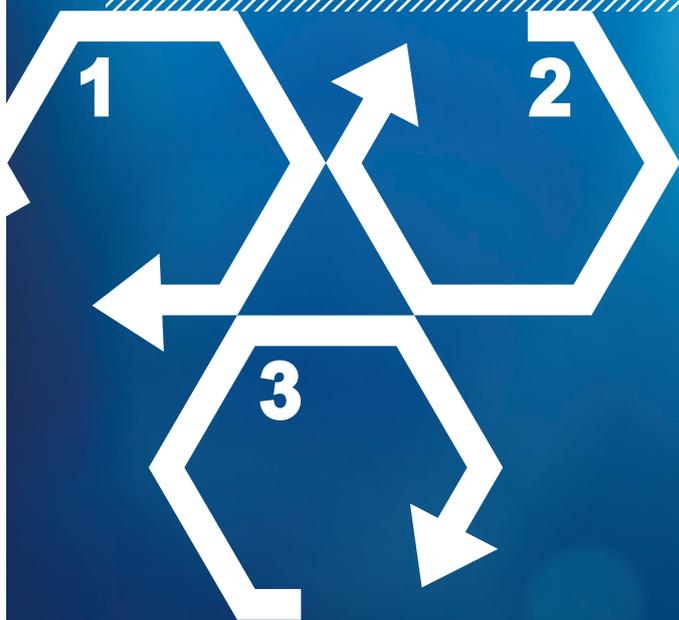


Leitfaden

Nachhaltige Chemikalien

Eine Entscheidungshilfe für Stoffhersteller,
Formulierer und Endanwender von Chemikalien



Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Fachgebiet IV 1.1
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Autoren:

Antonia Reihlen, Ökopol GmbH
Dirk Bunke, Öko-Institut e. V.
Andreas Gruhlke, Ökopol GmbH
Rita Groß, Öko-Institut e. V.
Christopher Blum, Umweltbundesamt

Gestaltung:

Atelier Hauer + Dörfler GmbH, Berlin

Publikationen als pdf:

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/leitfaden-nachhaltige-chemie>

Bildquellen:

www.shutterstock.com

Stand: November 2016

ISSN 2363-832X

Vorwort

Nachhaltige Chemikalien – ja, aber wie finde ich sie? Der Leitfaden zu nachhaltigen Chemikalien hilft Ihnen, die richtigen Entscheidungen zu treffen.

Die Auswahl nachhaltiger Chemikalien hat Vorteile für Arbeits-, Verbraucher- und Umweltschutz. Nachhaltigkeit führt mittelfristig zu einem innovativen Umgang mit Chemikalien und ist damit auch ökonomisch attraktiv. Nachhaltige Produkte bedeuten: weniger Schadstoffe, höhere Akzeptanz, weniger schädliche Umwelt- und Sozialauswirkungen und gleichzeitig: Erfolg auf dem Markt.

Dieser Leitfaden hilft Ihnen als Hersteller, Formulierer oder Endanwender von Stoffen, verstärkt Nachhaltigkeitsaspekte zu berücksichtigen: bei Ihrer Stoffauswahl und beim Einsatz der Chemikalien in Ihrem Unternehmen. Der Leitfaden unterstützt Sie auch dabei, die REACH-Aufgabe der sicheren Verwendung von Stoffen umzusetzen. Wenn Sie bei Ihrer Stoffauswahl verstärkt auf nachhaltige Chemikalien setzen, werden Ihnen die Rohstoffe, die Sie brauchen, auch mittel- und langfristig zur Verfügung stehen – und nicht durch Schritte des Gesetzgebers eingeschränkt oder verboten werden.

Für acht wichtige Prüfpunkte zur Nachhaltigkeit eines Stoffes gibt es in diesem Leitfaden konkrete Kriterien:

- ▶ Die Nennung auf Problemstoff-Listen und physikalisch-chemische Eigenschaften
- ▶ Gefährliche Eigenschaften für den Menschen und für die Umwelt
- ▶ Mobilität, Treibhausgasemissionen und Ressourcenverbrauch
- ▶ Die Übernahme der Verantwortung in den Lieferketten

Rot, Gelb oder Grün? Mit diesen Farben zeigt der Leitfaden die Ergebnisse einer Überprüfung an: hoher Handlungsbedarf, Hinweise auf Handlungsbedarf oder kein Anzeichen, dass Sie aktiv werden sollten. Wenn wichtige Informationen fehlen, wird die Farbe Weiß vergeben.

Wahrscheinlich werden Sie nicht in allen Fällen auf Stoffe verzichten können, die problematische Eigenschaften haben. Hier geben Ihnen im Leitfaden anwendungsbezogene Kriterien Hinweise, wie der Einsatz problematischer Stoffe nachhaltiger gestaltet werden kann.

Dabei geht es um:

- ▶ das Emissionspotential der Verwendung und die Anwendergruppen;
- ▶ die Anwendungsmengen des Stoffes und die Abfallphase;
- ▶ die Substituierbarkeit des Stoffes
- ▶ die Nutzenpotenziale und das Innovationspotential des Stoffes

Der Leitfaden in Papierform setzt seinen Schwerpunkt auf die Bewertung von Stoffen. Mit einigen Hinweisen, wie Sie bei Gemischen vorgehen können.

Ergänzend steht Ihnen mit **SubSelect** eine elektronische Fassung des Leitfadens zur Verfügung.

Inhalt

Seite 4 – 11

1.0

Einführung
Nachhaltige Chemikalien – ja, aber wie?

Seite 6

1.1

Warum nachhaltige Chemikalien?

Seite 6

1.2

Warum dieser Leitfadens?

Seite 7

1.3

Für wen?

Seite 7

1.4

Der Einbezug „neuer“ Themen

Seite 7 – 9

1.5

Schwerpunkte und Aufbau des Leitfadens

Seite 10

1.6

Wie sieht das Ergebnis aus?

Seite 12 – 45

2.0

Kriterien
für die Auswahl nachhaltiger Chemikalien

Seite 15 – 16

2.1

Stoffbezogene Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit

Seite 16 – 17

2.1.1

Die Nennung des Stoffes in Problemstoff-Listen

Seite 17 – 19

2.1.2

Die Gefährlichkeit des Stoffes aufgrund physikalisch-chemischer Eigenschaften

Seite 19 – 21

2.1.3

Die gefährlichen Eigenschaften für den Menschen („Humantoxizität“)

Seite 21 – 23

2.1.4

Die problematischen Eigenschaften für die Umwelt

Seite 23 – 24

2.1.5

Die Mobilität des Stoffes

Seite 25 – 26

2.1.6

Die Treibhausgasemissionen, die mit der Herstellung des (Roh-) Stoffes verbunden sind

Seite 27 – 29

2.1.7

Der Ressourcenverbrauch, der mit der Herstellung eines Stoffes verbunden ist

Seite 30 – 31

2.1.8

Die Verantwortung in der Lieferkette

Seite 32

2.1.9

Das Ergebnis der Bewertung

Seite 33 – 34

2.2

Anwendungsbezogene Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit

Seite 34 – 38

2.2.1

Das Emissionspotenzial der Verwendung eines Stoffes

Seite 38 – 39

2.2.2

Die Anwendergruppen des Stoffes

Seite 39 – 41

2.2.3

Die Anwendungsmenge des Stoffes

Seite 41 – 42

2.2.4

Die Abfallphase des Stoffes

Seite 42 – 43

2.2.5

Die Substituierbarkeit des Stoffes

Seite 44 – 45

2.2.6

Das Nutzenpotenzial des Stoffes

Seite 45

2.2.7

Innovationspotenziale des Stoffes

Seite 46 – 51

3.0

Goldene Regeln

Seite 52 – 55

4.0

Ausblick

Seite 56 – 57

LI

Literatur

Leitfaden Nachhaltige Chemikalien

Seite 58 – 59

AK

Abkürzungs-
verzeichnis

Seite 60 – 72

AH

Anhänge



Seite 4 – 11

1.0

Einführung
Nachhaltige Chemi-
kalien – Ja, aber wie?



1.0 Einführung: Nachhaltige Chemikalien – ja, aber wie?

Nachhaltige Chemie hat viele Gesichter. Sie reichen von der Auswahl inhärent sicherer Chemikalien über die ökobilanzielle Erfassung der Umweltauswirkungen einer Produktlinie bis zur Umsetzung von anspruchsvollen Sozialstandards in der Lieferkette.

Eine ausführliche Darstellung von Kriterien und Entwicklungen der nachhaltigen Chemie gibt das Hintergrundpapier „Nachhaltige Chemie“ des Umweltbundesamtes¹ (Umweltbundesamt 2008).

Nachhaltige Chemikalien haben für Mensch und Umwelt weder jetzt, noch zukünftig schädliche Wirkungen. Sie tragen nicht, oder nur unerheblich zur Verknappung natürlicher Ressourcen bei. Sie verursachen oder verstärken in ihrer Herstellung, Verwendung und Entsorgung keine ungerechten, unwürdigen sozialen Verhältnisse oder Arbeitsbedingungen. Sie sind sowohl gesellschaftlich, als auch betrieblich ökonomisch rentabel.

Eine nachhaltige Verwendung von (nachhaltigen) Chemikalien zielt durch unternehmerische, designorientierte, organisatorische und technische Maßnahmen darauf ab, gesellschaftlich notwendige Produkte unter Minimierung von Materialeinsatz, Stoffverlusten und Expositionen herzustellen und gleichzeitig gesunde Arbeitsplätze und gerechte soziale Bedingungen zu fördern.

1.1 Warum nachhaltige Chemikalien?

Die Auswahl nachhaltiger Chemikalien kann Vorteile für Arbeits-, Verbraucher- und Umweltschutz haben. Nachhaltigkeit führt mittelfristig zu einem innovativen Umgang mit Chemikalien und ist damit auch ökonomisch attraktiv. Das nachhaltigere Produkt ist hierbei jenes, das weniger Schadstoffe und weniger schädliche Umwelt- und Sozialauswirkungen als sein Vorgängerprodukt aufweist und gleichzeitig auf dem Markt erfolgreich ist.

¹ http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3734

Der Leitfaden hilft Ihnen auch, die REACH-Aufgabe der sicheren Verwendung von Stoffen umzusetzen. Wenn Sie bei Ihrer Stoffauswahl verstärkt auf nachhaltigere Chemikalien setzen, werden Ihnen die Rohstoffe, die Sie brauchen, auch mittel- und langfristig zur Verfügung stehen (und nicht durch regulative Schritte eingeschränkt oder verboten werden).

1.2 Warum dieser Leitfaden?

Es gibt zahlreiche Beispiele für die Umsetzung einzelner Aspekte nachhaltiger Chemie in Unternehmen². Nicht verfügbar war bislang ein Leitfaden, der Unternehmen helfen kann, in einer systematischen Weise nachhaltige Chemie im Unternehmensalltag umzusetzen und mit Leben zu füllen.

Der Leitfaden soll dabei helfen, nachhaltige Chemikalien von nicht nachhaltigen Chemikalien zu unterscheiden. Des Weiteren kann dieser Leitfaden durch eine differenzierte Betrachtung einzelner Aspekte Unternehmen dabei unterstützen, Chemikalien nachhaltiger einzusetzen. Hierbei kann nicht auf die Besonderheiten einzelner Branchen eingegangen werden. Vielmehr konzentriert sich die Beschreibung auf Kriterien, die branchenübergreifend angewendet werden können³.

² Z. B. die Umsetzung von Umwelt- und Arbeitsschutzmanagementsystemen, die Herstellung von Stoffen mittels Katalysatoren (Energie- und Ressourcenersparnis), das recyclinggerechte Design (Verringerung des Materialverlustes), die Selbstverpflichtung auf „codes of conduct“ in denen sowohl gefährliche Stoffe aus Produkten ausgeschlossen werden, als auch die Einhaltung von Arbeitsschutzstandards entlang der Wertschöpfungskette gefordert ist, und das Chemikalienleasing. Für eine Übersicht empfehlen wir die Veröffentlichungen Lißner und Lohse 2006 sowie Umweltbundesamt 2008.

³ Ergänzend wird an dieser Stelle auf das HACCP-Konzept („Hazard Analysis and Critical Control Point“) hingewiesen. Es wird zum Risikomanagement in Lieferketten z. B. im Bereich Nahrungsmittel eingesetzt. Darüber hinaus kann es zur Schwerpunktsetzung im Risikomanagement auch in anderen Branchen verwendet werden.

Hinweis: Es gibt bereits sehr viele unterschiedliche Ansätze zur Nachhaltigkeit. Eine gute Übersicht hierzu ist im Hintergrundpapier des Umweltbundesamtes zur nachhaltigen Chemie veröffentlicht worden. In diesem stehen vor allem konzeptionelle Ansätze im Mittelpunkt.

1.3 Für wen?

Der Leitfaden soll Hersteller, Formulierer und Endanwender (von Stoffen und Gemischen) unterstützen. Ihnen soll der Leitfaden helfen, verstärkt Nachhaltigkeitsaspekte in die Entscheidungen der Chemikaliauswahl und -verwendung einzubeziehen.

Anwender stellen einige technische Anforderungen, denen die von ihnen eingesetzten Produkte (Stoffe und Gemische) genügen müssen (z. B. Gleichmäßigkeit der mit einem Farbstoff erreichten Färbung, Lichtbeständigkeit eines Lackes u. a.). Zusätzlich bestehen Anforderungen aus dem Arbeits-, Umwelt- und Verbraucherschutz. Aus der Berücksichtigung der Nachhaltigkeit können sich weitere Anforderungen ergeben, z. B. an die Einhaltung von Sozialstandards in den beteiligten Unternehmen der Lieferketten.

Es gibt Unternehmen, die selbst schon ein ausgefeiltes Qualitätsmanagementsystem haben und bestrebt sind, Gefahrstoffe zu substituieren. Gerade kleinere Unternehmen haben aber keine oder nur wenig Erfahrung mit der Auswahl nachhaltiger Chemikalien. Insbesondere für diese Zielgruppen soll der Leitfaden Hilfestellungen geben.

1.4 Der Einbezug „neuer“ Themen

Für einzelne Gesichtspunkte (z. B. Vermeidung von Gefahrstoffen mit bestimmten humantoxischen Eigenschaften) können klare Entscheidungskriterien in diesem Leitfaden gegeben werden (z. B. Einstufung als krebserzeugend, mutagen (erbgutschädigend) Kategorie 1, 2, 3).

Bei anderen Gesichtspunkten liegen solche Kriterien noch nicht vor, z. B. für den Ressourcenverbrauch, die Minderung der CO₂-Freisetzung und die soziale Verantwortung der Unternehmen, die den Stoff bzw. das Gemisch herstellen. Allerdings sind in vielen Bran-

chen Darstellungen der besten verfügbaren Techniken (BREF-Dokumente) vorhanden, deren Umsetzung zu Ressourceneinsparungen und Emissionsverringern führen⁴.

Die Bewertung der Nachhaltigkeit von Chemikalien geht über die klassische Ermittlung der gefährlichen Eigenschaften, die Expositionsbewertung und die Risikocharakterisierung hinaus. Daher wird versucht, auch für diese „neuen“ Themen im Leitfaden Hilfestellungen zu geben – auch wenn dafür derzeit noch keine ausgereiften, quantifizierbaren Kriterien zur Verfügung stehen.

Zusätzliche Anforderungen für nachhaltige Chemikalien können leichter (oder nur!) umgesetzt werden, wenn sie als Zielvorgaben vom Unternehmen beschlossen werden und dann ins Qualitäts-/Umweltmanagementsystem integriert werden (einschließlich Vorgaben zur Erfolgskontrolle). Ihre Umsetzung erfolgt in der Regel schrittweise.

1.5 Schwerpunkte und Aufbau des Leitfadens

Dieser Leitfaden setzt seine Schwerpunkte auf die Bewertung der Auswirkungen von Stoffen auf Mensch und Umwelt und auf soziale Aspekte in den Lieferketten. Ökonomische Fragestellungen können in diesem Leitfaden nur am Rande angesprochen werden. (Für die sozio-ökonomischen Fragestellungen wird im Rahmen von REACH das Instrument der sozio-ökonomischen Analyse entwickelt; hierauf wird im Kapitel 2.2.6 eingegangen).

In diesem Leitfaden wird der Begriff „Chemikalien“ für Stoffe und Gemische verwendet. Die Verfasser empfehlen, die im Leitfaden beschriebene Bewertung der Nachhaltigkeit zunächst auf die einzelnen Stoffe anzuwenden – das gilt besonders für die stoffbezogenen Kriterien. Die meisten Stoffe werden letztlich in Form von Gemischen eingesetzt. Dies berücksichtigen die zweiten, anwendungsbezogenen Kriterien dieses Leitfadens.

⁴ Die Dokumente können von der folgenden Internetseite heruntergeladen werden: <http://eippcb.jrc.es/reference/>

Formulierer und Endanwender von Chemikalien setzen in der Regel nicht Stoffe, sondern Gemische ein. In diesem Falle empfehlen die Verfasser, bei der Bewertung der Nachhaltigkeit des Gemisches in einem pragmatischen Ansatz mit den als gefährlich eingestuften Inhaltsstoffen zu beginnen, da diese auch für den betrieblichen Arbeits- und Umweltschutz Vorrang haben. Sie müssen im zugehörigen Sicherheitsdatenblatt des Gemisches im Kapitel 3 angegeben werden. (Zu den anderen Inhaltsstoffen des Gemisches wird der Anwender in vielen Fällen keine Informationen ohne gezielte Nachfrage beim Lieferanten zunächst keine Informationen haben⁵). Bei den verschiedenen

Nachhaltigkeitskriterien können unterschiedliche Stoffe eines Gemisches den höchsten Handlungsbedarf zeigen.

Der Leitfaden besteht aus 6 Kapiteln. Die Kriterien für nachhaltige Chemikalien werden im Anschluss an diese Einführung im Kapitel 2 dargestellt. Es wird unterschieden zwischen stoffbezogenen Kriterien, die nur vom Stoff abhängen, und anwendungsbezogenen Kriterien, die mit der Art der Verwendung des Stoffes zusammenhängen. Für die Auswahl der Kriterien waren folgende Leitfragen wichtig:

- ▶ Welche Kriterien können Unternehmen selbst bei der Auswahl von Stoffen und Gemischen anwenden?
- ▶ Welche Anforderungen können Formulierer und Anwender ihren Zulieferern als einzuhaltende stoffbezogene Kriterien an die Hand geben – über die Anforderungen von Produktkennzeichen z. B. dem Blauen Engel, hinaus?

⁵ Bei Gemischen mit vielen gefährlichen Inhaltsstoffen sollte zunächst bestimmt werden, welche der Inhaltsstoffe als Leitsubstanzen für die erforderlichen Risikomanagement-Maßnahmen maßgeblich sind. Eine Anleitung zur Bestimmung von Leitsubstanzen wird im „REACH-Praxisführer zur Expositionsbeurteilung und Kommunikation in den Lieferketten“ in dem Teil „Gemische unter REACH“ gegeben. Sie können diese Dokumente von Dirk Bunke erhalten. Schreiben Sie eine kurze E-Mail an d.bunke@oeko.de.

Abbildung 1

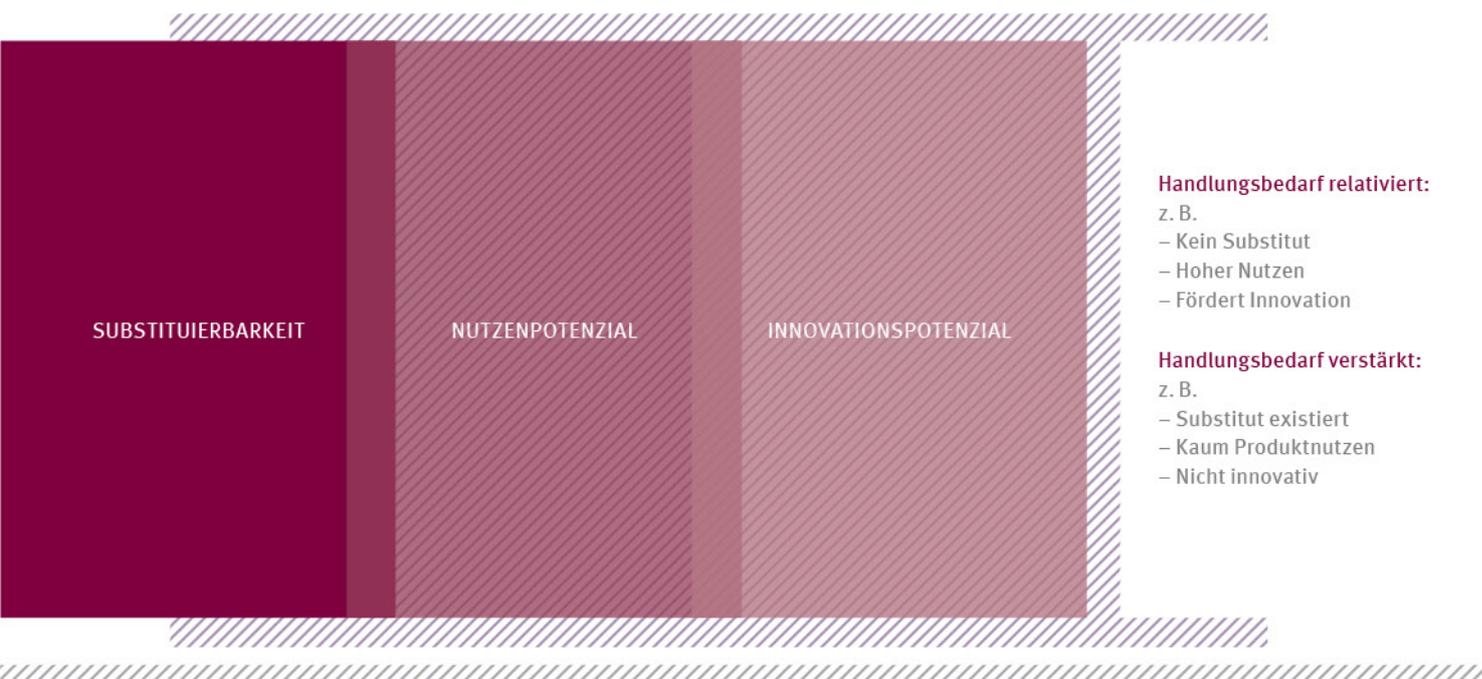
ZUSAMMENSPIEL DER STOFFBEZOGENEN UND DER ANWENDUNGSBEZOGENEN KRITERIEN



Im Kapitel 2.1.9 sehen Sie an Beispielen, was das Ergebnis der Anwendung der Kriterien ist. Und wie Sie mehrere Stoffe miteinander vergleichen können.

Im Anschluss an die Beschreibung der Kriterien werden im Kapitel 3 neun „goldene Regeln“ zur Auswahl und Verwendung nachhaltiger Chemikalien vorgestellt. Sie greifen die oben entwickelten Kriterien in vereinfachter Form auf und ergänzen sie. Die goldenen Regeln beziehen sich auf den Schwerpunkt des Leitfadens: die Auswahl nachhaltiger Chemikalien, verbunden mit einigen wichtigen Regeln zu den Anwendungsbedingungen.

Im Kapitel 4 geben wir einen Ausblick – mit Hinweisen auf SubSelect, die elektronische Ergänzung zu diesem Leitfaden. Im Kapitel 5 wird die zugrundeliegende Literatur genannt. In Kapitel 6 werden die Abkürzungen erläutert. In den Anhängen befinden sich Hinweise auf Stofflisten, Einzelkriterien, Datenbanken und Bewertungssysteme.



1.6 Wie sieht das Ergebnis aus?

Der Leitfaden bietet Ihnen Kriterien, mit denen eine orientierende Bewertung der Nachhaltigkeit von Stoffen und Gemischen in Ihrem Unternehmen möglich wird.

Die Analyse der eingesetzten Chemikalien unter Nutzung der im Folgenden vorgeschlagenen stoffbezogenen Kriterien liefert folgende mögliche Aussagen:

- ▶ Es besteht kein Handlungsbedarf, da anhand von Informationen belegt ist, dass die Chemikalien nicht „problematisch“ sind (Farbe Grün);
- ▶ Es besteht Handlungsbedarf, da vorliegende Informationen problematische Stoffeigenschaften anzeigen (Farbe Gelb);
- ▶ Es besteht hoher Handlungsbedarf, da Informationen sehr problematische Stoffeigenschaften im weiten Sinne belegen (Farbe Rot);
- ▶ Es besteht Handlungsbedarf, da keine Informationen vorliegen (Farbe Weiß).

Die Ergebnisse der stoffbezogenen Kriterien können Sie zu einem Nachhaltigkeitsprofil zusammenstellen – im Kapitel 2.1.9 sehen Sie ein Beispiel.

Die anwendungsbezogenen Kriterien können die Ergebnisse der stoffbezogenen Bewertung, die in den Bereich Gelb oder Rot fallen, verschieben. Ggf. rot oder gelb bewertete Eigenschaften kommen möglicherweise durch die Art der Verwendung nicht zum Tragen oder andere Aspekte rechtfertigen, dass Maßnahmen für diesen Stoff nicht vorrangig sind.

Die konkreten Konsequenzen, die aus den Bewertungsergebnissen der stoffbezogenen Kriterien für die weitere Bewertung der anwendungsbezogenen Kriterien gezogen werden müssen, beschreiben wir zu Beginn des Kapitels 2.2 („Anwendungsbezogene Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit“).

Es werden nicht in allen Fällen Chemikalien zur Verfügung stehen, die keine problematischen Eigenschaften haben und daher von sich aus („inhärent“) sicher sind. Aber es besteht die Möglichkeit, dass die Verwendung dieser Stoffe trotzdem nachhaltig gestaltet werden kann – z. B. durch besondere Maßnahmen zur Emissionsverringern. Leitfragen sind hierbei:

- ▶ Wie ist das Freisetzungspotenzial in der jeweiligen Verwendung?
- ▶ Welche Bevölkerungsgruppen werden exponiert?
- ▶ Wie kann die Exposition verringert werden?

Hinweise hierfür finden Sie ebenfalls im Kapitel 2.2.

Dieser Leitfaden liefert keine Bewertungsmethode, die letztlich die „Nachhaltigkeit“ eines Stoffes in Zahlen abbildet. Das ist zwar durchaus möglich (allerdings nur mit individuellen Gewichtungen). Aber die „Ein-Punkt“-Bewertung kann dazu führen, dass die Vielschichtigkeit des Themas nicht angemessen berücksichtigt wird. Der Leitfaden mit Einzelergebnissen zu acht Feldern für die Stoffauswahl gibt Ihnen klare Hinweise, wo Verbesserungen sinnvoll sind bzw. wo Informationsbedarf besteht – besser als eine einzelne zusammenfassende Zahl.

Für die Praxis empfehlen wir Ihnen ein schrittweises Vorgehen:

- ▶ Zunächst kann eine erste Bewertung anhand der Informationen, die im Unternehmen leicht verfügbar sind erfolgen. Dann zeigt die vorgeschlagene tabellenartige Übersicht (siehe Kapitel 2.1.9), wo noch Vertiefungsbedarf, aber auch, wo voraussichtlich weiterer Handlungsbedarf besteht.
- ▶ Im zweiten Schritt können dann weitere Informationen in die Bewertung einbezogen werden. Hier muss der Leser ggf. zusätzliche Informationsquellen nutzen. Im Anhang 4 geben wir Hinweise auf solche Quellen.

SubSelect – Das elektronische Instrument zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Stoffen und Gemischen

<https://www.umweltbundesamt.de/dokument/subselect-instrument-zur-auswahl-nachhaltiger>

SubSelect hilft Ihnen bei der Bewertung der Nachhaltigkeit von Stoffen und von Gemischen anhand derselben stoffbezogenen Kriterien, die im Leitfaden beschrieben sind.

Für Fragen zu unseren Instrumenten und zur Nachhaltigkeit von Chemikalien können Sie sich gerne an uns wenden:

- ▶ Christopher Blum, Umweltbundesamt
christopher.blum@uba.de
- ▶ Antonia Reihlen (SubSelect), Ökopol
reihlen@oekopol.de
- ▶ Dirk Bunke (Leitfaden), Öko-Institut
d.bunke@oeko.de

LEGEN SIE LOS!

Es lohnt sich, Wert auf nachhaltigere Chemikalien zu legen. Für Sie, Ihre Kunden, Ihre Arbeitnehmenden und die Umwelt.

Weitere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel "Ausblick" auf Seite 55.



Seite 12 – 45

2.0

Kriterien für die
Auswahl nachhaltiger
Chemikalien





2.0 Kriterien für die Auswahl nachhaltiger Chemikalien

Die Kriterien für eine Auswahl nachhaltiger Chemikalien sollen es Unternehmen ermöglichen, nachhaltige Chemie im Unternehmensalltag in einer systematischen Weise umzusetzen.

Wir unterscheiden zwischen stoffbezogenen Kriterien, also solchen Merkmalen, die nur vom Stoff abhängen (z. B. seine Gefährlichkeit für den Menschen), und anwendungsbezogenen Kriterien. Das sind Kriterien, die mit der Art der Verwendung des Stoffes zusammenhängen, z. B. die Anwendungsmenge. Die stoffbezogenen Kriterien werden im Kapitel 2.1 dargestellt, die anwendungsbezogenen Kriterien im Kapitel 2.2.

Grundlage der Nachhaltigkeitsprüfung sind zunächst die acht stoffspezifischen Kriterien (Schritt 1). Wenn die Ergebnisse der Prüfung vorliegen, sollte im Folgeschritt anhand der anwendungsspezifischen Kriterien

für mit „rot“ und „gelb“ bewertete Chemikalien eine weitergehende Schwerpunktsetzung erfolgen. Für mit „weiß“ bewertete Chemikalien sollten zunächst Informationen zu den stoffbezogenen Kriterien gesammelt werden. Die anwendungsbezogenen Kriterien können für die Prioritätensetzung, mit welchen Chemikalien begonnen werden sollte, genutzt werden.

Einen Überblick über die Handlungsoptionen je nach Bewertungsergebnis zeigt Ihnen die folgende Abbildung.

Abbildung 2

HANDLUNGSOPTIONEN IN ZUSAMMENHANG MIT DEN BEWERTUNGSERGEBNISSEN

Kriterien	ROT	GELB	GRÜN	WEISS
Stoff ist gelistet	Substitution		Kein Handlungsbedarf	Information
Gefährliche PC-Eigenschaften	Substitution Risikomanagement			
Gefährlich für den Menschen	Anwendungsbezogene Kriterien Priorität ROT : Substitution Priorität GELB : Substitution oder Risikomanagement			
Gefährlich für die Umwelt				
Treibhauspotenzial	Substitution, Design Energieeffizienz steigern			
Ressourcenverbrauch	Substitution, Design Materialeffizienz steigern			
Verantwortung Lieferketten	Lieferanten bzgl. Standards fordern oder wechseln			

2.1 Stoffbezogene Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit

Zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Chemikalien werden im ersten Schritt die folgenden acht Kriterien angewendet. Sie beziehen sich auf den Stoff selbst – unabhängig von seiner Anwendungssituation:

1. Die Nennung des Stoffes in Problemstoff-Listen
2. Die Gefährlichkeit des Stoffes aufgrund physikalisch-chemischer Eigenschaften
3. Die gefährlichen Eigenschaften des Stoffes für den Menschen
4. Die problematischen Eigenschaften des Stoffes für die Umwelt
5. Die Mobilität des Stoffes
6. Die Treibhausgasemissionen, die mit der Herstellung des (Roh-) Stoffes verbunden sind
7. Der Ressourcenverbrauch, der mit der Herstellung des (Roh-) Stoffes verbunden ist
8. Die Verantwortung in den Lieferketten

In den folgenden Abschnitten beschreiben wir diese Kriterien. Wir gehen auch darauf ein, wo Sie die Informationen finden können, die Sie für die Anwendung der Kriterien brauchen.

Einige Produkte brauchen für ihre Funktion Eigenschaften, die automatisch zu der Bewertung „problematisch“ (roter Bereich) führen. So werden Topfkonservierungsmittel eingesetzt, um die mikrobiologische Zersetzung von Lacken zu verhindern. Dies setzt eine biozide Wirkung voraus, die mit einer Gefährlichkeit des Stoffes für die Umwelt einhergeht. Hier wird es Fälle geben, in denen zur Erhaltung der Funktionalität eine problematische Stoffeigenschaft akzeptiert wird. Wenn Kriterien Eigenschaften ansprechen, die für den Nutzen eines Produktes benötigt werden, kann sich das Gewicht der Kriterien für die Gesamtbewertung verändern, d. h. verringern.

Wenn der Einsatz problematischer Chemikalien funktional begründet ist, sollte intensiv geprüft werden, ob die gewünschte Funktionalität auch durch andere Produktions- bzw. Verarbeitungsprozesse oder durch ein verändertes Produkt-Design erreicht werden kann. Hierzu können auch nicht-stoffliche Ersatzlösungen zählen, z. B. konstruktiver Flammschutz.

In jedem Fall – auch bei nicht-stofflichen Alternativen – ist für die Klärung der Substituierbarkeit eine umfassende Betrachtung der unterschiedlichen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt notwendig (z. B. der Energieeinsatz bei thermischen Verfahren zur Pflanzenbekämpfung). Wir gehen im Leitfaden im Kapitel 2.2.5 genauer auf die Frage der Substituierbarkeit von Stoffen ein.

Die konkrete Bewertung im Sinne einer nachhaltigen Chemikalienauswahl erfolgt für jedes der acht Kriterien in einer Tabelle. Anhand von speziellen Indikatoren ermöglicht die Tabelle die Bestimmung der Nachhaltigkeit eines Stoffes, in Bezug auf die stoffabhängigen Eigenschaften. Hierbei wurden für die leichtere Verständlichkeit die Ampelfarben Grün, Gelb und Rot gewählt, die um die Möglichkeit „Weiß“ ergänzt wurden. Die Farben haben folgende Bedeutung:

- ▶ **Grün:** Es besteht kein Hinweis auf kritische Eigenschaften – und damit auch kein weiterer Untersuchungs- oder Handlungsbedarf. 
- ▶ **Gelb:** Es gibt Hinweise auf kritische Eigenschaften. Hier sollte genauer analysiert werden unter Einbezug der anwendungsbezogenen Kriterien. 
- ▶ **Rot:** Es liegen offensichtlich kritische Eigenschaften vor. Hier sollten vorrangig Möglichkeiten der Substitution geprüft werden. 
- ▶ **Weiß:** Die Informationen sind für eine Bewertung nicht ausreichend. Hier sollten umgehend zusätzliche Informationen beschafft werden, die eine Bewertung ermöglichen. 

Bei einigen der acht stoffbezogenen Kriterien werden mehrere Unterkriterien beschrieben. In diesen Fällen werden die Ergebnisse der Unterkriterien zu einem Gesamtergebnis für das jeweilige Kriterium zusammengefasst. Das Ergebnis der Unterkriterien, das den höchsten Klärungsbedarf aufzeigt, ist ausschlaggebend für das Gesamtergebnis des jeweiligen Kriteriums. Allgemein gilt die folgende Reihenfolge:

Rot > Weiß > Gelb > Grün

Dabei ist für Rot der Handlungsbedarf am dringendsten, für Grün am geringsten. Bei Weiß ist der Klärungsbedarf am größten, um eine Bewertung durchführen zu können. Der Handlungsbedarf (Verbesserung der Informationslage!) wird in diesem Fall auch als hoch eingestuft.

Hinweis: Die Zuordnung der Farben für die einzelnen Kriterien ist ein Vorschlag der Herausgeber des Leitfadens, der auf der Grundlage der Fachkenntnisse der Verfasser getroffen wurde.

Exkurs:

In den vergangenen Jahren wurden in der Stoffbewertung sowie der Einstufung und Kennzeichnung bereits sehr viele stoffbezogene Daten zu den gefährlichen Eigenschaften eines Stoffes durch Test und Studien gewonnen. Diese Daten, die sich z. T. auch aus den rechtlichen Anforderungen zur Kommunikation in der Lieferkette ergeben, stellen für die hier angestrebte Nachhaltigkeitsbewertung eines Stoffes eine wichtige Informationsquellen dar und werden in der Regel mit dem Sicherheitsdatenblatt kommuniziert. Daher gehen wir ergänzend im Anhang 5 auf die Einstufung von Stoffen und Sicherheitsinformationen in der Lieferkette ein.

2.1.1 Die Nennung des Stoffes in Problemstoff-Listen

Stoffe mit besonders gefährlichen Eigenschaften für Mensch und Umwelt sind vielfach bereits in verschiedenen gesetzlichen Regelwerken, Konventionen (z. B. Helsinki- oder Stockholm-Konvention), aber auch in privatwirtschaftlichen Instrumenten (z. B. der Global Automotive Declarable Substance List der Automobilindustrie (www.gadsl.org)) in Listen zusammengefasst. Sind Stoffe auf einer solchen Liste, so ist dies als starkes Indiz zu werten, dass der Stoff nicht nachhaltig ist.

Es gibt nicht die „eine“ und allgemein gültige Liste problematischer Stoffe, vielmehr existieren mehrere solcher Listen. Für die Nachhaltigkeitsüberprüfung haben wir eine Auswahl vorgenommen. Diese Listen sind im Zuge europäischer bzw. internationaler Gesetzeswerke bzw. Übereinkommen entstanden bzw. ihnen liegt ein intensiver Diskussions- und Abstimmungsprozess zugrunde.

- ▶ Die Kandidatenliste für die Zulassung unter REACH;
- ▶ Die prioritären und die prioritär gefährlichen Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie;
- ▶ Persistente organische Verbindungen, die unter der Stockholm POP-Konvention reguliert sind;
- ▶ Stoffe auf den prioritären Listen von OSPAR⁶ und HELCOM⁷;
- ▶ Treibhauswirksame Stoffe gemäß dem Montreal- und Kyoto-Protokoll;
- ▶ Ozonschädigende Stoffe, die im Montreal-Protokoll geregelt sind;
- ▶ Die SIN (“Substitute-it-now”)⁸-Liste.

Die Stoffe auf der SIN-Liste sind nur teilweise gesetzlich beschränkt. Da sie aber problematische Eigenschaften haben, kann davon ausgegangen werden, dass diese Stoffe in den kommenden Jahren gesetzlich eingeschränkt oder verboten werden. Daher sollten

⁶ OSPAR: Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks.

⁷ HELCOM: Kommission für den Schutz der Meeresumwelt im Ostseegebiet.

⁸ <http://chemsec.org/business-tool/sin-list/>

Sie nach Möglichkeit auch diese Stoffe vermeiden bzw. ersetzen.

Sie sollten für alle Stoffe, die Sie in Ihrem Unternehmen einsetzen, prüfen, ob sie auf einer dieser Listen genannt werden. Dafür brauchen Sie nur die CAS-Nummern der Stoffe. Die Überprüfung auf Listung ist dann einfach und rasch möglich.

Bei einigen (wenigen) Einträgen der Problemstofflisten gibt es keine CAS-Nummern. Hier ist ein direkter Vergleich der Namen erforderlich. Im elektronischen Instrument SubSelect (siehe Kapitel 4) wird der Vergleich für diese Stoffe bzw. Stoffgruppen gezielt unterstützt.

Die Listen sind öffentlich zugänglich. Da einige dieser Listen regelmäßig überarbeitet und ergänzt werden, verzichten wir darauf, die Listen selber im Anhang wiederzugeben. Im Anhang 1 finden Sie die Links zu den Internetseiten mit den aktuellen Stofflisten. Nur Listen, die schwer zu finden sind, haben wir im Anhang direkt wiedergegeben.

In der Access-gestützten Datenbank SubSelect (siehe Kapitel 4) sind die Listen, außer der SIN-List, in jeweils aktueller Form hinterlegt. Hier wird nach Eingabe der CAS-Nummer die Listung automatisch überprüft.

Das Kriterium der Listung von Stoffen ist für die Nachhaltigkeitsbewertung besonders wichtig. Stoffe werden nur dann in eine der genannten Listen aufgenommen, wenn sie von Fachleuten bewertet und als besonders bedenklich angesehen werden. Diese Bewertung bezieht sich allerdings immer nur auf die (öko-) toxischen Eigenschaften von Stoffen. (Für die Nachhaltigkeitsbewertung sind noch weitere Kriterien zu überprüfen – hierfür haben wir weitere sieben stoffbezogenen Kriterien entwickelt, die wir in den Folgekapiteln dieses Leitfadens beschreiben).

Beim Kriterium Stofflisten gibt es nur drei mögliche Ergebnisse (siehe Tabelle 1): „Rot“, wenn der Stoff auf einer der Listen genannt ist, „Grün“, falls das nicht der Fall ist, und „Weiß“, solange Sie es noch nicht überprüft haben. Die Listung eines Stoffes als Problemstoff ist ein gewichtiger Hinweis auf kritische

Tabelle 1

ANWENDUNG UND BEWERTUNGEN DES KRITERIUMS „STOFFLISTEN“

Bewertung	ROT	GRÜN
Kriterium Stofflisten	Stoff steht auf einer oder mehreren Problemstofflisten	Stoff steht auf keiner Problemstoffliste
Indikator	Problemstofflisten (siehe Verweise Anhang 1)	

Hinweis zur Bewertung: Für diese und alle weiteren Tabellen gilt: Wenn keine Informationen zu diesem Bewertungskriterium vorliegen, wird die Farbe „Weiß“ vergeben. Sie zeigt an, dass hier Handlungsbedarf besteht, um die für die Bewertung erforderlichen Informationen zu bekommen.

(nicht nachhaltige) Eigenschaften. Für solche Stoffe sollten vorrangig Möglichkeiten des Ersatzes geprüft werden.

Das gilt besonders für Stoffe, die auf der REACH-Kandidatenliste stehen, weil sie besonders besorgniserregende Eigenschaften haben („SVHC-Stoffe“, substances of very high concern). Wenn diese Stoffe in Erzeugnissen von Ihnen enthalten sind (in Konzentrationen von mehr als 0,1 %), müssen Sie Ihre Kunden über das Vorkommen dieser Stoffe informieren – und Nachfragen von Verbrauchern zu diesen Stoffen beantworten (REACH Art. 33).

2.1.2 Die Gefährlichkeit des Stoffes aufgrund physikalisch-chemischer Eigenschaften

Stoffe, die gefährliche physikalisch-chemische Eigenschaften haben, sind für Arbeitnehmende schwer zu handhaben. Es sind entweder Ersatzstoffe mit weniger gefährlichen physikalisch-chemischen Eigenschaften einzusetzen, oder zumindest Risikomanagementmaßnahmen am Arbeitsplatz zu treffen, damit es nicht zu einem Kontakt von Menschen mit diesen Stoffen und Schädigungen kommt. Außerdem können einige

physikalisch-chemische Eigenschaften auch für die Anlage hohe Gefährdungen erzeugen (Explosionen, Feuer).

Manche Stoffe werden gerade wegen ihren (gefährlichen) physikalisch-chemischen Eigenschaften hergestellt und verwendet. Bei der Herstellung von Feuerwerkskörpern kann z. B. auf explosionsgefährliche bzw. pyrophore (selbstentzündliche) Stoffe schlecht verzichtet werden⁹. Diese Stoffe werden bei der Bewertung anhand unseres Kriteriums immer in den roten Bereich kommen.

Die physikalisch-chemischen Eigenschaften eines Stoffes werden im Folgenden anhand seiner Einstufung bewertet. Die notwendigen Informationen sollten inzwischen durch die Umsetzung von REACH für viele Stoffe vorhanden sein, da ein umfangreicher Daten-

satz bereits für Stoffe in Tonnagen zwischen 1 und 10 t/a gefordert ist¹⁰. Anwender von Stoffen finden die Informationen in den Abschnitten 2, 9 und 10 des Sicherheitsdatenblattes. Bestehen Zweifel an den Informationen, sollte der Hersteller kontaktiert werden und die Einträge verglichen werden mit Informationen zur Einstufungen aus öffentlichen Datenbanken. Zum Beispiel dem gemeinsamen Stoffdatenpool von Bund und Ländern¹¹ oder der Datenbank zur Einstufung und Kennzeichnung¹².

Die Tabelle 2 zeigt, welche Gefahrenhinweise (H-Sätze), die sich auf die gefährlichen physikalisch-chemischen Eigenschaften beziehen, zu der Bewertung „Rot“, „Gelb“ bzw. „Grün“ führen.

⁹ Die Verfasser weisen hier daraufhin, dass in diesem Fall das Produkt als solches nicht als nachhaltig einzustufen ist. Einem eher als gering zu bezeichnenden sozialem Nutzen stehen hohe Risiken für Mensch und Umwelt und hohe Material- und Energieverluste gegenüber.

¹⁰ Dies kann bei kleinvolumigen Stoffen, die bereits vor REACH auf dem Markt waren, allerdings bis zum Jahre 2018 dauern.

¹¹ <http://www.gsbl.de/index.html>

¹² <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/classification-labelling/search-classlab/>

Tabelle 2

ANWENDUNG UND BEWERTUNGEN DES KRITERIUMS "GEFÄHRLICHE PHYSIKALISCH-CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN"

Bewertung	ROT	GELB	GRÜN
Kriterium: Gefährliche physikalisch-chemische Eigenschaften	Stoff ist explosionsgefährlich, brandfördernd, hochentzündlich oder pyrophor.	Stoff ist leicht entzündlich	Stoff hat keine gefährlichen physikalisch-chemischen Eigenschaften
Indikator: E&K nach CLP-Verordnung*	H200, 201, 202, 203, 205, 220, 221, 222, 226, 228, 240, 241, 242, 250, 251, 260, 261, 270, 271	H 204, 221, 223, 224, 225, 252, 272, 280, 281, 290	Kein Gefahrenhinweis. Kein H-Satz, der auf gefährliche PC-Eigenschaften hinweist

* E&K nach CLP-Verordnung: Einstufung und Kennzeichnung eines Stoffes entsprechend der europäischen Verordnung zur Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen.

Einige H-Sätze können nach CLP-Verordnung zusätzlich angegeben werden. Treffen eine oder mehr dieser H-Sätze auf den Stoff zu, so erhöht sich die Gefährlichkeit des Stoffes in der Bewertung um eine Stufe.

EUH001 – in trockenem Zustand explosionsgefährlich

EUH006 – mit und ohne Luft explosionsfähig

EUH014 – reagiert heftig mit Wasser

EUH018 – bei Gebrauch Bildung explosionsfähiger/leichtentzündlicher Dampf/Luft-Gemische möglich

EUH019 – kann explosionsgefährliche Peroxide bilden

Ergänzender Hinweis zu Nanomaterialien:

Zu den physikalisch-chemischen Eigenschaften zählt auch die Partikelgröße. Nanomaterialien können während der Nutzung des Produktes und in der Abfallphase aus ihrer gebundenen Form im Produkt gelöst werden. Über das Verhalten und die gefährlichen Eigenschaften von Nanomaterialien in Abfallbehandlungsanlagen, einschließlich der physikalisch-chemischen Risiken, ist bisher wenig bekannt. Wie auch für alle anderen Chemikalien sollte für Nanomaterialien das Vorsorgeprinzip angewendet und Expositionen vermieden werden, wenn Risiken nicht abgeschätzt werden können.

Wir empfehlen Ihnen, zunächst eine erste Überprüfung durchzuführen, ob und wenn ja, wo Sie überhaupt Nanomaterialien einsetzen. Hierfür benötigen Sie zu den von Ihnen eingesetzten Materialien Informationen zur Partikelgrößenverteilung. Sie sollte im Sicherheitsdatenblatt (Abschnitt 9.1) oder im technischen Merkblatt angegeben sein. Ist dies nicht der Fall, können Sie bei Ihrem Lieferanten fragen, ob in den Materialien Nanomaterialien gemäß der EU Definition enthalten sind. Der Beurteilung der Partikelgrößenverteilung wird die Definition der EU-Kommission vom Oktober 2011 zugrunde gelegt. „Nanomaterial“ ist demnach 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 (Europäische Kommission, 2011¹³). Wenn Sie Nanomaterialien einsetzen, besteht hier weiterer Handlungsbedarf, um problematische Eigenschaften bzw. Expositionen auszuschließen (Farbe Gelb).

¹³ Europäische Kommission EMPFEHLUNG DER KOMMISSION vom 18. Oktober 2011 zur Definition von Nanomaterialien., Pub. L. No. 2011/696/EU (2011). EU-Kommission. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:DE:PDF>

2.1.3 Die gefährlichen Eigenschaften für den Menschen („Humantoxizität“)

Stoffe, die gesundheitsgefährdende Eigenschaften besitzen, sind grundsätzlich zu vermeiden. Sie können während der Verarbeitung, aber auch während der Anwendung von chemischen Produkten oder Erzeugnissen Personen schädigen. Stoffeigenschaften, die nicht umkehrbare und schwerwiegende Gesundheitsschäden verursachen können, z. B. Krebs oder Schädigungen des Immunsystems, werden in diesem Leitfaden als problematischer bewertet als Stoffe, die reversible (wieder heilbare) Auswirkungen haben. Einige Eigenschaften sind sowohl für die Bewertung der gefährlichen Eigenschaften für den Menschen als auch für die Umwelt wichtig (z. B. die hormonelle Wirksamkeit).

Die Humantoxizität eines Stoffes bezieht sich auf den Stoff als solchen. Sie wird zunächst an sich bewertet. Ohne Berücksichtigung der geplanten Verwendung. Allerdings wird die Gefährlichkeit für die menschliche Gesundheit mitbestimmt von der Verwendung des Stoffes, von seiner Mobilität und seiner Flüchtigkeit (Kapitel 2.1.5 und Kapitel 2.2.1). Wird ein Stoff nur unter sehr kontrollierten Bedingungen hergestellt und verwendet (z. B. Biozide zur Verhinderung bakterieller Verunreinigungen in geschlossenen Kühlwasserkreisläufen oder Bleisulfat in Autobatterien), sind human-toxische Auswirkungen zwar nicht ausgeschlossen, aber aufgrund der voraussichtlich sehr niedrigen Exposition unwahrscheinlicher als z. B. in offenen Anwendungen wie Haushaltsreinigungsmitteln.

Für bestimmte Anwendungsbereiche werden Stoffe eingesetzt, weil sie giftig sind, z. B. im Fall von Biozidwirkstoffen und Wirkstoffen in Pflanzenschutzmitteln oder Pharmazeutika. Hier wird das Kriterium entsprechend in den roten Bereich führen. Daher sollte geprüft werden, ob es weniger giftige Alternativen oder andere Anwendungsformen bzw. Behandlungsansätze gibt, die nachhaltiger sind. Für viele schädliche Wirkungen auf den Menschen reichen die Informationen zur Einstufung eines Stoffes für die Bewertung aus. Sie finden sich in den Abschnitten 2 und 11 des Sicherheitsdatenblatts (s. Anhang 5).

Stoffe, die in das Hormonsystem eingreifen, können beim Menschen zu schwerwiegenden Schäden führen und werden als „endokrin“ wirksam bezeichnet (das hormonelle System wird auch als endokrines System bezeichnet (engl.: endocrine disrupting chemical (EDC)). Für die Bewertung, ob Ihr Stoff als EDC anzusehen ist, prüfen Sie zunächst, ob Hinweise auf hormonelle Wirkung in den Kapiteln 2 oder 11 des Sicherheitsdatenblattes zu finden sind. Als hormonell wirksam identifizierte Stoffe sind auch auf der SIN-Liste genannt (siehe Kapitel 2.1.1). Für diese Stoffe wird in der Begründung für die Listung genannt, dass sie hormonell wirksam sind. Auch in Gefahrstoffdatenbanken kann nach Hinweisen auf hormonelle Wirkungen gesucht werden, z. B. in GESTIS oder in der Datenbank eChemPortal¹⁴ (siehe Anhang 3: Links zu Datenbanken und Bewertungsinstrumenten). Ein

¹⁴ Die Datenbank eChemportal hat folgende Internetseite: www.echemportal.org (zuletzt überprüft am 29. Juni 2016).

Hinweis auf hormonelle Wirksamkeit liegt auch vor, wenn Ihr Stoff strukturelle Ähnlichkeiten mit Stoffen hat, die bereits als EDC identifiziert wurden.

In der Tabelle 3 wird festgelegt, welche Gefahrenhinweise (H-Sätze) und welche Hinweise auf hormonelle Wirkung zu welcher Bewertung führen. Die Zuordnung der H-Sätze ist angelehnt an das Einfache Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG) der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Es soll Unternehmen eine einfache Entscheidung über notwendige Risikomanagementmaßnahmen für Stoffe und Gemische ermöglichen.

Für eine Gefährdungsabschätzung von Tätigkeiten mit Gefahrstoffen am Arbeitsplatz sowie daraus abzuleitende Handlungen sollte immer das EMKG selbst heran gezogen werden. In der Fassung vom September 2009 wurde die CLP-Verordnung berücksichtigt (BAUA 2009).

Tabelle 3

ANWENDUNG UND BEWERTUNGEN DES KRITERIUMS „HUMANTOXIZITÄT“* – EINSTUFUNG NACH CLP-VO

Bewertung	ROT	GELB	GRÜN
Unterkriterium: Gefährlich bei Inhalation, Ingestion und Augenkontakt	Stoff gefährdet die Gesundheit schwerwiegend	Stoff gefährdet die Gesundheit	Stoff ist nicht gesundheitsgefährdend
Indikator: Einstufung nach CLP-Verordnung	H300, 330, 340, 350, 350, 350i, 360, 360D, 360DF, 360F, 360FD, 361Fd, 362, 372, EUH032	H301, 302, 304, 314, 318, 319, 331, 332, 334, 341, 351, 361, 361d, 361f, 361fd, 37013, 371, 373, EUH029, EUH031	Keine Einstufung oder „nur“ 335, 336
Unterkriterium: Gefährlich bei Hautkontakt	Stoff schädigt die Gesundheit, auch wenn er über die Haut aufgenommen wird	Stoff schädigt die Haut	Stoff hat nur sehr geringfügige schädigende Wirkungen auf die Haut
Indikator: Einstufung nach CLP-Verordnung	H310, 311, 314, Für hautresorptive Stoffe: 340, 341, 350, 351, 360, 360D, 360DF, 360F, 360FD, 361Fd 361, 361f, 361fd, 370, 372	H312, 315, 317 Für hautresorptive Stoffe: 371,373	Keine Einstufung oder EUH066
Unterkriterium: Hormonelle Wirkung	Nachgewiesener hormonell wirksamer Stoff (z. B. gemäß Problemstofflisten)	Hinweise auf hormonelle Wirkung bzw. strukturelle Ähnlichkeit zu hormonell wirksamen Stoffen	Nicht gelistet, keine Hinweise auf hormonelle Wirksamkeit
Gesamtbewertung			

* Die Zuordnung der H-Sätze zur Bewertung ist angelehnt an das einfache Maßnahmenkonzept der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: <http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd64.html>

Ergänzende Hinweise zu weiteren problematischen Stoffeigenschaften und besonderen Stoffgruppen:

Es gibt einige Stoffeigenschaften bzw. Stoffgruppen, auf die bei der Bewertung der gefährlichen Eigenschaften für den Menschen zusätzlich geachtet werden sollte. Hierzu gehören:

- ▶ Mineralfasern;
- ▶ Stäube;
- ▶ Stoffe, die zu problematischen Verbrennungsprodukten führen.

Mineralfasern mit einem kritischen Verhältnis zwischen Faserlänge und Faserdurchmesser können beim Menschen chronische Gesundheitsschäden hervorrufen. Solche Fasern sollten nach Möglichkeit ersetzt werden. Wenn Sie in Ihrem Unternehmen Mineralfasern einsetzen, sollten Sie überprüfen, ob aufgrund der Fasereigenschaften besondere Arbeitsschutzmaßnahmen erforderlich sind. Im Einfachen Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (s. o.) wird auf diese Thematik eingegangen. Gefährliche Fasern müssen entsprechend eingestuft werden. Diese Einstufung muss im Sicherheitsdatenblatt angegeben werden.

Wenn Sie Mineralfasern einsetzen, sollten Sie die Angaben zur Einstufung aus dem Sicherheitsdatenblatt überprüfen, z. B. durch Vergleich mit den Angaben in der Gefahrstoffdatenbank GESTIS¹⁵.

Auch von **Stäuben** können besondere Gefahren für den Menschen ausgehen. Das gilt auch dann, wenn der Stoff an sich nicht als gefährlich eingestuft worden ist. Stäube können leicht freigesetzt und eingeatmet werden. Wir gehen auf diese Eigenschaft beim Kriterium „Mobilität“ ein (Kapitel 2.1.5). Hinweise zum Umgang mit Stäuben finden Sie auch im Einfachen Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (s. o.).

Achten Sie bei den von Ihnen eingesetzten Materialien darauf, dass aus ihnen keine **problematischen Verbrennungsprodukte** entstehen können. Das

trifft z. B. auf halogenierte Flammenschutzmittel zu. Sie sollten durch halogenfreie Stoffe ersetzt werden. Dieser Schritt führt auch zur Schadstoffentfrachtung von Produkten. Derzeit wird ein beachtlicher Teil von Elektro- und Elektronikgeräten nicht fachgerecht entsorgt, sondern außerhalb Europas unter nicht kontrollierten Bedingungen „verwertet“. Hierbei treten sehr hohe Gesundheits- und Umweltbelastungen auf. Sie sind auch auf den Einsatz halogener Flammenschutzmittel zurückzuführen. Im EMKG wird auch das Entstehen von Gefahrstoffen bzw. ihre Freisetzung aus Erzeugnissen angesprochen.

2.1.4 Die problematischen Eigenschaften für die Umwelt

Stoffe, die persistent, bioakkumulierbar und toxisch (PBT-Stoffe) oder sehr persistent und sehr bioakkumulierbar (vPvB-Stoffe) sind, sind für die Umwelt besonders problematisch:

- ▶ Sie können in der (belebten) Umwelt angereichert werden (Persistenz und Bioakkumulation) und mit der Zeit Konzentrationen erreichen, oberhalb derer negative Effekte auftreten können;
- ▶ Wenn sie einmal in die Umwelt eingebracht wurden, können sie nicht mehr zurückgeholt werden.
- ▶ Viele dieser Stoffe kommen durch Transport in der Atmosphäre und Biosphäre auch fern von ihrer Emissionsquelle vor. Sie erreichen auf diesem Weg sogar vom Menschen noch unberührten Gebiete.
- ▶ PBT- und vPvB-Stoffe können aufgrund ihres Potentials zur Anreicherung in der Nahrungskette auch die menschliche Gesundheit gefährden.

Neben den PBT- und vPvB-Stoffen gibt es weitere Stoffe, die für die Umwelt problematisch sind, weil sie lokal bzw. bei schlechter Abbaubarkeit auch großräumig die Umwelt schädigen können. Für diese Stoffe wird als Bewertungskriterium die Einstufung als „umweltgefährlich“ verwendet.

¹⁵ Die Gefahrstoff-Datenbank GESTIS ist im Internet frei zugänglich. Die Adresse lautet: <http://www.dguv.de/ifa/GESTIS/GESTIS-Stoffdatenbank/index.jsp>.

Achtung: Es gibt Stoffe und Gemische, deren Funktion es verlangt, dass sie schlecht abbaubar sind bzw. dass sie eine hohe aquatische Toxizität aufweisen. Hierzu zählen z. B. Biozide in umweltoffenen Anwendungen. Bei diesen Stoffen und Produkten wird sich daher bei Anwendung des Kriteriums immer ein hoher Handlungsbedarf zeigen.

Chemische Elemente sind mit den PBT/vPvB-Kriterien nicht bewertbar, da sie von Natur aus persistent sind. Für anorganische Stoffe liegen derzeit keine PBT-Bewertungskriterien vor.

Wo finden Sie die Informationen, die Sie für die Bewertung brauchen? Bei Stoffen, bei denen PBT/vPvB-Eigenschaften gefunden wurden, muss dies im Sicherheitsdatenblatt genannt werden. Informationen zur Persistenz, Abbaubarkeit und aquatischen Toxizität stehen in den Kapiteln 9 und 11 des Sicherheitsdatenblattes. Im Kapitel 3 steht die Einstufung der gefährlichen Inhaltsstoffe. Die Daten sind mit der

Zunahme der Registrierungen unter REACH für eine steigende Zahl von Stoffen verfügbar¹⁶.

In der Tabelle 4 wird die Gefährlichkeit für die Umwelt den Bewertungsklassen zugeordnet. Als umweltgefährlich eingestufte Stoffe werden mit den folgenden H-Sätzen gekennzeichnet: H400, H410, H411, H412 und H413. Für die Bewertung als PBT/vPvB werden im Anhang 2 die Kriterien gemäß REACH Anhang XIII aufgelistet. Wenn alle Prüfpunkte positiv sind, so ist die Substanz ein PBT- oder vPvB-Stoff.

Vielfach liegen Informationen zu Halbwertszeiten und zur Biokonzentration nicht vor. In Ermangelung dieser Daten kann hilfsweise zur Abschätzung der Gefährdung die Abbaubarkeit des Stoffes und der

¹⁶ Allerdings sind die Registrierungen für kleinvolumige Stoffe (1 – 10 t/Jahr) voraussichtlich erst 2018 abgeschlossen. Für diese Stoffe werden keine Daten generiert werden, anhand derer die PBT/vPvB – Kriterien direkt abgeprüft werden können.

Tabelle 4

ANWENDUNG UND BEWERTUNGEN DES KRITERIUMS “GEFÄHRLICHKEIT FÜR DIE UMWELT”

Bewertung	ROT	GELB	GRÜN
Unterkriterium: PBT/vPvB,-Eigenschaften	Der Stoff ist ein PBT/vPvB-Stoff	Aufgrund der Datenlage kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Stoff ein PBT/vPvB ist*	Kein PBT/vPvB,-Stoff
Indikator: Stoffinformationen aus Tests	Nennung als PBT/vPvB-Stoff in der Kandidatenliste/im SDB bzw. Erfüllung der PBT/vPvB Kriterien**	H410 Aquatische Toxizität: LC50 < 0,1 mg/l	Es gibt keine Hinweise darauf, dass ein Stoff ein PBT/vPvB ist
Unterkriterium: akute aquatische Toxizität	Der Stoff ist sehr gefährlich für aquatische Umwelt	Der Stoff ist gefährlich für die aquatische Umwelt	Der Stoff ist nicht gefährlich für die aquatische Umwelt
Indikator: Einstufung nach CLP-Verordnung	H400	H410, 411, 412 und 413	Kein H-Satz, der mit 4 beginnt
Gesamtbewertung			

* Es kann z. B. sein, dass ein Stoff inhärent nicht abbaubar ist und einen LogKow von > 4 hat. Dies sind Hinweise darauf, dass der Stoff ein PBT/vPvB sein kann. Weitere Daten wären notwendig, um einen Vergleich mit den Kriterien zu ermöglichen (z. B. Simulationsstudie zur Abbaubarkeit und/oder Studie zur Ermittlung des BCF).

** Die Kriterien sind im Anhang 2 aufgeführt.

Tabelle 5

ANWENDUNG UND BEWERTUNGEN DES KRITERIUMS „MOBILITÄT“

Bewertung	ROT	GELB	GRÜN
1. Unterkriterium: Freisetzungspotenzial in Wasser	Hohe Wasserlöslichkeit	Mittlere Wasserlöslichkeit	Niedrige Wasserlöslichkeit
Indikator: Wasserlöslichkeit	> 10 mg/l	10 – 0,001 mg/l	< 1 µg /l
2. Unterkriterium: Freisetzungspotenzial in die Luft	Hoher Dampfdruck	Mittlerer Dampfdruck	Niedriger Dampfdruck
Indikator: Dampfdruck	> 100 Pa (Umwelt) > 25 Pa (Mensch)	1-100 Pa (Umwelt) 0,5 – 25 Pa (Mensch)	< 1 Pa (Umwelt) < 0,5 Pa (Mensch)
3. Unterkriterium: Ferntransport	Stoff wird in entlegene Gebiete transportiert	Stoff wird wahrscheinlich nicht in entlegene Gebiete transportiert	Kein Transport in entlegene Gebiete
Indikator: Persistenz, Hinweise auf atmosphärischen Transport über weite Strecken	Halbwertszeit in Luft > 2 Tage und Dampfdruck > 1000 Pa	Halbwertszeit zwischen 1 und 2 Tagen und Dampfdruck < 1000 Pa	Halbwertszeit < 1 Tag
4. Unterkriterium: Freisetzungspotenzial am Arbeitsplatz	Sehr staubend	Etwas staubend	Gar nicht staubend
Indikator: Darreichungsform vom Hersteller	Aerosole und Gase, Stoffe, die Staubwolken bilden, die länger in der Luft bleiben	Grobpulvrige Stoffe, Staub setzt sich ab	Flüssigkeiten, nicht staubende Feststoffe (Pellets, Wachs, Granulat ...)
Das folgenden Unterkriterium ist nur wichtig, falls aus dem Stoff Gemische bzw. Erzeugnisse hergestellt werden.			
5. Unterkriterium: Freisetzungspotenzial aus Gemischen bzw. Erzeugnissen	Wird in Gemischen verwendet, wird beabsichtigt aus Erzeugnissen freigesetzt	Wird aus Erzeugnissen unbeabsichtigt freigesetzt	Ist fest eingebunden (reaktiv)
Indikator: Freisetzung (Migration), Einbindung in die Erzeugnismatrix	Der Stoff wird in Gemischen eingesetzt. Der Stoff ist in Erzeugnissen enthalten, aus denen er freigesetzt werden soll, z. B. Tinte in Stiften	Der Stoff wird nicht in Gemische eingesetzt und es ist bekannt, dass er aus der Matrix im Laufe der Lebenszeit des Erzeugnisses freigesetzt wird	Feste Einbindung des Stoffes in die Matrix, keine Verwendung von Stoff in Gemischen für Verbraucher
Gesamtbewertung			

Verteilungskoeffizient Oktanol/Wasser (LogKOW) verwendet werden: Stoffe, die inhärent nicht biologisch abbaubar oder nicht leicht abbaubar sind (OECD screening test¹⁷), sind als persistent zu bewerten. Stoffe mit einem LogKOW > 4 sind als bioakkumulierbar zu bewerten. Diese Werte sind aber nur Hinweise auf eine Gefährdung und für eine Klassifizierung als PBT- oder vPvB-Stoff nicht ausreichend.

¹⁷ <http://oberon.sourceoecd.org/vl=7718146/cl=11/nw=1/rpsv/cw/vhosts/oecdjournals/1607310x/v1n3/contp1-1.htm>

2.1.5 Die Mobilität des Stoffes

Es gibt Stoffe, die sich in der Luft, im Wasser oder im Boden sehr weit verbreiten können. Sie können sich somit auch am Arbeitsplatz oder in der Umwelt ausbreiten und bei geringer Abbaubarkeit auch über weite Strecken transportiert werden. Eine hohe Mobilität ist vor allem problematisch, wenn Stoffe gesundheitsgefährdend oder umweltgefährdend sind, oder wenn durch die Mobilität (z. B. Verdunsten) hohe Verluste auftreten (Ressourceneffizienz).

Die Mobilität eines Stoffes ist eine Eigenschaft, die anhand bestimmter Kenngrößen des Stoffes abgeschätzt werden kann. Die Mobilität wird aber auch dadurch bestimmt, wie ein Stoff verwendet wird (s. Kapitel 2.2.1). In diesem Abschnitt werden nur die Stoffeigenschaften diskutiert, die für eine Ausbreitung in Luft und Wasser relevant sind. Außerdem wird bewertet, ob ein Stoff über die Haut aufgenommen werden kann. Für solche Stoffe ist es problematisch, wenn Menschen mit ihnen in Berührung kommen. Bei Stoffen, die die Haut nicht durchdringen können, wird davon ausgegangen, dass hier auch bei einem direkten Kontakt keine Risiken zu erwarten sind.

Achtung: Es gibt Stoffe, deren Funktion eine hohe Mobilität erfordert. Z. B. Lösemittel in Druckfarben, falls sie sehr schnell verdrückt und getrocknet werden müssen. Diese werden bei der Bewertung der Mobilität immer im roten oder gelben Bereich landen. Daher ist bei der Bewertung der Mobilität immer die Verwendung des Stoffes mit zu berücksichtigen.

Die Angaben, die für die Bewertung der Mobilität wichtig sind (z. B. der Dampfdruck), stehen im Kapitel 9 des Sicherheitsdatenblatt, mitunter auch in den Kapiteln 2 und 11.

Bei der Bewertung der Mobilität werden 5 Unterkriterien verwendet (siehe Tabelle 5). Beim letzten Kriterium geht es um die Bewertung der Freisetzung aus Gemischen bzw. Erzeugnissen. Dieses Unterkriterium ist naturgemäß nur bei Stoffen von Bedeutung, die in Gemischen bzw. Erzeugnissen eingesetzt werden. Für die Bewertung der Mobilität sollten alle Unterkriterien geprüft und dann in der Bewertung zusammengefasst werden. Das Unterkriterium, das den höchsten Handlungsbedarf aufzeigt, ergibt das Gesamtergebnis für das Kriterium Mobilität.

Eine hohe Mobilität ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn der Stoff als gesundheitsgefährdend oder umweltgefährdend bewertet wird, oder wenn durch seine Mobilität hohe Verluste auftreten. In diesem Fall gehen Rohstoffe verloren (die Ressourceneffizienz sinkt).

Ergänzende Hinweise zur Mobilität persistenter (nicht bzw. nur sehr schlecht abbaubarer) Stoffe:

Im oberen Teil der folgenden Tabelle wird die Wasserlöslichkeit als Indikator verwendet, um die Freisetzung eines Stoffes ins Wasser zu beurteilen. Für die meisten Stoffe ist dies eine gute Vorgehensweise. Allerdings nicht für Stoffe, die nicht bzw. nur sehr schlecht abbaubar sind. Bei diesen – persistenten – Stoffen besteht die Gefahr eines Eintrags in Gewässern auch bei geringer Wasserlöslichkeit. Eine Bewertung dieser Stoffe anhand der in der Tabelle für das erste Unterkriterium genannten Werte würde zu einem falschen Ergebnis führen („grün“, aufgrund geringer Wasserlöslichkeit). Für die Bewertung der Mobilität dieser Stoffe ist eine andere Messgröße besser geeignet: der Verteilungskoeffizient K_{oc} . Er zeigt an, wie sich ein Stoff verteilt zwischen Wasser und organischen Komponenten („organic carbon“, „oc“).

Für persistente Stoffe können folgende Werte benutzt werden, um die Mobilität im Wasser zu bewerten:

- ▶ Logarithmus des Verteilungskoeffizienten K_{oc} ($\log K_{oc}$) > 4,5: Grün (der Stoff wird im Boden adsorbiert)
- ▶ $\log K_{oc}$ zwischen 3 und 4,5: Gelb (Hinweis auf eine kritische Mobilität)
- ▶ $\log K_{oc}$ unter 3: Rot (wahrscheinlich sehr kritische Mobilität)

Informationen zum Verteilungskoeffizienten K_{oc} gibt es für einige Stoffe in Stoffdatenbanken, z. B. in der Datenbank eChem http://www.echemportal.org/echemportal/index?pageID=0&request_locale=en. Für ionisierende Stoffe (Salze) muss der K_{oc} gemessen werden.

2.1.6 Die Treibhausgasemissionen, die mit der Herstellung des (Roh-)Stoffes verbunden sind

Bei der Herstellung von Stoffen können Gase freigesetzt werden, die zur zusätzlichen Erwärmung der Erdatmosphäre beitragen. Kohlendioxid (CO₂) ist das bekannteste Treibhausgas¹⁸. Zur Beurteilung der Klimawirksamkeit eines Stoffes, können Sie abschätzen, in welchem Umfang mit dem Stoff Freisetzung solcher Treibhausgase verbunden sind. Dazu werden die Emissionen, die in der Vorkette – bei der Beschaffung der Rohstoffe sowie bei der eigentlichen Stoffherstellung – entstehen, berücksichtigt. Sie werden gemessen als Menge an CO₂-Äquivalenten. Die Höhe der Emissionen wird in der Regel hauptsächlich durch den Energieverbrauch und die Transporte der Rohstoffe bestimmt. Stoffe mit einem hohen Treibhauspotenzial in den Vorketten haben deshalb häufig auch einen hohen Wert beim Energieverbrauch für die Herstellung (s. Abschnitt 2.1.8). In Einzelfällen können aber auch andere Abschnitte des Lebenszyklus mit bedeutenden Freisetzungen von Treibhausgasen verbunden sein.

¹⁸ Neben CO₂-Emissionen werden auch andere Treibhausgase, wie Methan oder SF₆ berücksichtigt, die eine andere Klimawirksamkeit haben, als CO₂. Zur Berechnung der Klimawirksamkeit werden alle Emissionen entsprechend ihrer jeweiligen Wirksamkeit auf CO₂ umgerechnet und das Treibhauspotenzial als CO₂-Äquivalente angegeben.

Die absoluten Werte für die CO₂-Äquivalente, die entlang der Lebenslinie mit dem Stoff verbunden sind (z. B. „20 kg CO₂-Äquivalente/kg Stoff“), besitzen in der Regel wenig Aussagekraft. Die Beurteilung findet sinnvoller Weise vergleichend zwischen verschiedenen Stoffen oder unterschiedlichen Produkten statt. Als Bezugspunkt sind hierbei die Stoffmengen zu nehmen, die für die Erfüllung der gewünschten Funktionalität erforderlich sind. Die berechnete Menge an CO₂-Äquivalenten, die mit der Produktion von 1 kg eines Stoffes verbunden ist, ist hierfür mit der Menge des Stoffes zu multiplizieren, die für die Erfüllung der gewünschten Funktion benötigt wird. Auf diese Weise können auch Alternativen verglichen werden, die sich in den eingesetzten Stoffmengen unterscheiden.

Oft fehlen sehr spezifische Daten für das Treibhauspotenzial. Sich ähnelnde Rohstoffe haben meist dieselben Werte und das Kriterium ergibt für sich ähnelnde Stoffe gleiche Ergebnisse.

Informationen zu den Treibhausgasemissionen können für einige Stoffe der Datenbank Probas des Umweltbundesamtes entnommen werden (s. Anhang 3). Für einige häufig verwendete Stoffe sehen Sie in der Tabelle im Anhang 9, wie hoch die mit der Herstellung von 1 kg verbundenen Treibhausgasemissionen sind. Wenn der gesuchte Stoff in der Tabelle oder in der Datenbank Probas nicht enthalten ist, können für eine erste Einschätzung Stoffe ausgewählt werden, die ähnlich hergestellt werden (ähnliche Rohstoffe,

Tabelle 6

ANWENDUNG UND BEWERTUNGEN DES KRITERIUMS TREIBHAUSPOTENZIAL

Bewertung	ROT	GELB	GRÜN
Kriterium: Treibhauspotenzial	Hohe Treibhausgasemissionen	Mittlere Treibhausgasemissionen	Niedrige Treibhausgasemissionen
Hinweis: Aggregierte Treibhausgasemissionen als kg CO ₂ -Äquivalente/kg Stoff	> 10 (siehe Anhang 9)	1 – 10 (siehe Anhang 9)	< 1 (siehe Anhang 9)
In jedem Fall ist eine vergleichende Einzelfallbewertung unter Berücksichtigung der funktionellen Einheit erforderlich!			

ähnliches Herstellungsverfahren). Die Erstellung einer eigenen Treibhausgas-Bilanz ist begrüßenswert, aber relativ aufwändig.

Exkurs:

Für Bauprodukte und vereinzelt auch für Produkte aus anderen Branchen werden von den Herstellern inzwischen Umweltproduktdeklarationen erarbeitet (EPD, „Environmental Product Declarations“). In ihnen wird eine auf das Produkt bezogene Bilanz der Treibhausgase vorgenommen.

Solche Umweltproduktdeklarationen würden es dem Stoff- bzw. Gemischanwender ermöglichen, eine belastbare vergleichende Beurteilung der Treibhausgasemissionen seiner Stoffe vorzunehmen.

Vom Internationalen Chemieverband (ICCA) sind 2009 Ökobilanzierungen für ausgewählte Chemikalien vorgelegt worden (ICCA 2009)¹⁹.

Der Indikator für das Kriterium Treibhausgasemissionen ist die Höhe der CO₂-Äquivalente, die mit der Herstellung eines Stoffes verbunden sind. Hierbei sollte vorher ermittelt werden, welche Menge (in Kilogramm) der betrachteten Stoffe für die jeweilige Verwendung erforderlich ist. Dann kann eine vergleichende Bewertung durchgeführt werden.

Für eine erste Abschätzung haben wir eine Gruppierung von Stoffen in drei Klassen vorgenommen: Stoffe mit hohem, mittlerem und niedrigen Treibhausgasemissionen. Der Durchschnittswert der Freisetzung an CO₂-Äquivalenten liegt für organische und anorganische Chemikalien bei etwa 2 kg pro kg Stoff. Für eine erste Orientierung kann davon ausgegangen werden, dass Treibhausgasemissionen voraussichtlich für die Bewertung der Nachhaltigkeit eines Stoffes wenig

bedeutsam sind, wenn ihre Freisetzung niedriger als die Hälfte dieses Wertes ist²⁰.

In Tabelle 6 wird als Orientierungswert 1 kg CO₂-Äquivalente/kg Stoff angegeben. Bei sehr hohen Stoffaufwendungen kann allerdings auch bei niedrigen Treibhausgasemissionen pro Kilogramm eine beträchtliche Menge an Treibhausgasen entstehen. In diesem Fall ist zu prüfen, ob hier Möglichkeiten der Verringerung bestehen – auch unter Einbezug der Prüfung des Nutzens der Anwendung (siehe Kapitel 2.2.6).

Die in der Tabelle 6 genannten Werte stellen erste Anhaltspunkte der Bewertung dar auf der Grundlage von Ökobilanzdaten aus der Datenbank PROBAS (siehe Anlage 3). Für weitergehende Aussagen ist eine vergleichende Einzelfallbewertung erforderlich, die sich nicht auf eine fest vorgegebene Stoffmenge (1 kg) bezieht, sondern auf die für die zu erfüllende Funktion notwendige Stoffmenge.

Schätzen Sie die stoffbezogenen Treibhausgasemissionen zunächst für die zehn Stoffe ab, von denen Sie die größten Mengen verwenden. Vergleichen Sie diese Ergebnisse dann mit anderen CO₂-Freisetzungen Ihres Unternehmens – z. B. aus der Energieversorgung. Dann können Sie beurteilen, ob es sich lohnt, tiefer in die Beurteilung der stoffbezogenen Treibhausgasemissionen einzusteigen. Ein Anhaltspunkt ist, dass die stoffbezogenen Treibhausgasemissionen mehr als 10 % Ihrer Gesamt-CO₂-Freisetzungen ausmachen.

Falls ja, kann es sinnvoll sein, gezielt zu überprüfen, ob Ersatzstoffe zur Verfügung stehen, die sich durch eine geringere Freisetzung von Treibhausgasen auszeichnen.

¹⁹ ICCA International Council of Chemical Association 2009: *Innovations for Greenhouse Gas Reductions. A life cycle quantification of carbon abatement solutions enabled by the chemical industry. July 2009* <https://www.americanchemistry.com/Policy/Energy/Climate-Study/Innovations-for-Greenhouse-Gas-Reductions.pdf>

²⁰ 1 Kilogramm CO₂-Äquivalente entspricht von der Größenordnung her der Menge an CO₂, die bei der Nutzung von 1 Kilowattstunde Energie freigesetzt werden (der genaue Wert liegt bei 650 Gramm/kWh). Der durchschnittliche jährliche Energieverbrauch eines Einfamilienhaushaltes liegt in Deutschland bei 1800 kWh.

2.1.7 Der Ressourcenverbrauch, der mit der Herstellung eines Stoffes verbunden ist

Für die Herstellung²¹ von Stoffen werden unter anderem Rohstoffe, Wasser und Energieträger verbraucht. Diese Grundlagen unserer Gesellschaft werden als „Ressourcen“ bezeichnet²². Hohe Ressourcenverbräuche sind nicht nachhaltig. Daher sollten gezielt Stoffe ausgesucht werden, die sich durch einen niedrigen Ressourcenverbrauch auszeichnen.

Für die Beurteilung des mit der Herstellung der Stoffe verbundenen Ressourceneinsatz sind die Vorketten, die ein (Roh-) Stoff durchläuft von Bedeutung. Dazu zählen:

- ▶ Die Beschaffung der Rohstoffe (z. B. Förderung und Transport von Rohöl, Abbau und Transport von Mineralien oder Metallerzen, Anbau nachwachsender Rohstoffe),
- ▶ Die Aufbereitung der Rohstoffe (Aufreinigung) sowie
- ▶ Die ggf. stattfindenden Synthesen zu analysieren.

Die Art des Ausgangsmaterials für die Stoffherstellung stellt einen weiteren Nachhaltigkeitsaspekt dar (fossile Rohstoffe, nachwachsende Rohstoffe etc.). Weiterhin ist die Menge produzierten Abfalls pro Menge hergestelltem Stoffes (einschließlich seiner Vorketten) ein Indikator für die Ressourceneffizienz.

Die Ermittlung genauer quantitativer Daten zum Rohstoffverbrauch, der mit einem Stoff und seinen Vorketten verbunden ist, erfordert eine umfangreiche Analyse der Prozessschritte und dafür aufgewendeten Verbräuche. Diese detaillierte Analyse ist in der

²¹ Um für einen Stoff ein vollständiges seines Ressourcenverbrauchs zu bekommen, sind zwei Seiten zu sehen. Zum einen der Verbrauch an Ressourcen pro Menge des Stoffes (seine „Ressourceneffizienz“). Zum anderen, ob der Stoff in seiner Wertschöpfungskette dazu führt, dass Ressourcen eingespart werden können. Dies erfordert allerdings die Kenntnis der Anwendungen und Anwendungsprozesse und ist eine sehr komplexe Aufgabe, auf die in diesem Leitfaden nicht eingegangen werden kann.

²² In ganzheitlichen Betrachtungen werden zusätzlich weitere Produktionsfaktoren betrachtet, wie z. B. der Einsatz von Maschinen und Hilfsstoffen oder der Flächenverbrauch. Um das Kriterium in der betrieblichen Praxis handhabbar zu machen, werden in diesem Leitfaden nur die oben genannten Faktoren verwendet.

betrieblichen Praxis normalerweise nicht zu leisten. Wir stellen Ihnen daher hier ein stark vereinfachtes Verfahren und Kriterienset zur Verfügung. Es ermöglicht Ihnen eine erste Bewertung des Ressourcenverbrauchs auf einer rein qualitativen Ebene. Es zeigt Ihnen an, ob Sie für die Nachhaltigkeitsbewertung hier genauer hinschauen sollten.

Die absoluten Werte für Energieträger-, Rohstoff- und Wassereinsatz sind in der Regel wenig aussagekräftig. Nur im Vergleich zwischen zwei Alternativen kann beurteilt werden, welcher Stoff bezüglich der Ressourceneffizienz vorteilhafter ist.

In der Tabelle 7 sind auf der Grundlage von Stoffdaten aus der Datenbank PROBAS einige Zahlen genannt, die einen ersten Anhaltspunkt geben können, ob es sich lohnt, sich näher mit dem Kriterium zu beschäftigen. Wenn die Stoffe in hohen Mengen eingesetzt werden, sollten die Kriterien in jedem Fall beachtet werden.

Wie oben bereits aufgeführt, kann die Bedeutung des Ressourcenverbrauches nur vorläufig eingeschätzt werden, für weitergehende Bewertung ist eine Einzelfallprüfung erforderlich.

Exkurs:

Auch nachwachsende, erneuerbare Rohstoffe können nicht nachhaltig sein, wenn ihr Anbau mit hohem Ressourceneinsatz verbunden ist (Düngemittel, Pestizide) oder ihr Anbau kann mit anderen Nutzungsformen, z. B. der Nahrungsmittel-Produktion, konkurrieren. Der Anbau einiger nachwachsender Rohstoffe erfordert einen hohen Wassereinsatz (z. B. Baumwolle). Verpackungen aus Maisstärke sind ein weiteres Beispiel für ein Produkt, das ökobilanziell durch hohen Energie- und Materialaufwand negativ auffällt. In der Übersichtsveröffentlichung des Umweltbundesamtes zur nachhaltigen Chemie (Umweltbundesamt 2008) wird im Kapitel 4.1 die Thematik nachwachsender Rohstoffe näher dargestellt. In Deutschland gibt es für flüssige Biobrennstoffe und Biokraftstoffe zwei Nachhaltigkeitsverordnungen, in

Tabelle 7

ANWENDUNG UND BEWERTUNGEN DES KRITERIUMS „RESSOURCENVERBRAUCH“

Bewertung	ROT	GELB	GRÜN
Unterkriterium 1: Verfügbarkeit der Rohstoffe und Auswirkungen bei ihrer Gewinnung			
A NACHWACHSENDE ROHSTOFFE	Der Rohstoff ist zwar erneuerbar, aber mit seiner Verwendung sind schwerwiegende negative ökologische und soziale Folgen verbunden	Der Rohstoff ist zwar erneuerbar, aber seine Verwendung ist teilweise ökologisch und sozial bedenklich	Der Rohstoff ist erneuerbar und mit seiner Gewinnung und Verarbeitung sind verhältnismäßig geringe ökologisch und sozial negative Auswirkungen verbunden
Indikator: Summe der Punkte zu den Leitfragen	1 Punkt oder weniger	2 oder 3 Punkte	4 Punkte
Leitfragen	1 Minus-Punkt pro „Ja“		1 Punkt pro „Ja“
Verfügbarkeit der Rohstoffe und Auswirkungen bei ihrer Gewinnung	Rohstoff nur noch in geringen Mengen verfügbar? (z. B. Lithium) Rohstoffgewinnung aufwändig? (z. B. Beryllium) Rohstoffgewinnung hat negative soziale und ökologische Konsequenzen? (z. B. Schiefergas, Gold, Diamanten)	Rohstoff noch reichlich verfügbar? (z. B. Silizium, Eisen, Mineralöl) Rohstoffgewinnung nicht aufwändig? (z. B. Eisen, Mineralöl) Rohstoffgewinnung hat wenig negative soziale und ökologische Konsequenzen? (z. B. Natriumchlorid, Ton, Mineralöl)	
B FOSSILE ROHSTOFFE	Der Rohstoff ist fossil und mit seiner Verwendung sind schwerwiegende negative ökologische und soziale Folgen verbunden	Der Rohstoff ist fossil und die mit seiner Verwendung verbundenen ökologischen und sozialen Folgen sind nur teilweise bedenklich	Der Rohstoff ist zwar nicht erneuerbar, aber er ist ausreichend vorhanden und mit seiner Gewinnung und Verarbeitung sind verhältnismäßig geringe ökologisch und sozial negative Auswirkungen verbunden
Indikator: Summe der Punkte zu den Leitfragen	0 Punkt oder weniger	1 oder 2 Punkte	3 Punkte
Leitfragen	1 Minus-Punkt pro „Ja“		1 Punkt pro „Ja“
Verfügbarkeit der Rohstoffe und Auswirkungen bei ihrer Gewinnung	Rohstoff nur noch in geringen Mengen verfügbar? (z. B. Lithium) Rohstoffgewinnung aufwändig? (z. B. Beryllium) Rohstoffgewinnung hat negative soziale und ökologische Konsequenzen? (z. B. Schiefergas, Gold, Diamanten)	Rohstoff noch reichlich verfügbar? (z. B. Silizium, Eisen, Mineralöl) Rohstoffgewinnung nicht aufwändig? (z. B. Eisen, Mineralöl) Rohstoffgewinnung hat wenig negative soziale und ökologische Konsequenzen? (z. B. Natriumchlorid, Ton, Mineralöl)	
Unterkriterium: Energieträger-Verbrauch	Hoher Energieverbrauch	Mittlerer Energieverbrauch	Niedriger Energieverbrauch
Indikator: Daten zum Energieträger-Verbrauch	Mehr als 100 MJ/kg (siehe Anhang 10)	Zwischen 10 und 100 MJ/kg (siehe Anhang 10)	Weniger als 10 MJ/kg (siehe Anhang 10)
Einzelfallprüfung unter Beachtung der funktionellen Einheit erforderlich. Erster Anhaltspunkt: Das Kriterium hat wahrscheinlich wenig Bedeutung, wenn der Energiebedarf pro kg Stoff bei unter 10 MJ liegt, und hohe Bedeutung, falls dieser Wert bei über 100 MJ/kg liegt.			
Unterkriterium: Wassereinsatz	Hoher Wassereinsatz	Mittlerer Wassereinsatz	Niedriger Wassereinsatz
Indikator: Daten zum Wasserverbrauch	Mehr als 100 l/kg (siehe Anhang 11)	Zwischen 5 und 100 l/kg (siehe Anhang 11)	Weniger als 5 l/kg (siehe Anhang 11)
Einzelfallprüfung unter Beachtung der funktionellen Einheit erforderlich. Erster Anhaltspunkt: wenig Bedeutung, falls der Wasserbedarf unter 5 l/kg liegt, und hohe Bedeutung, falls dieser Wert bei über 100 l/kg liegt.			
Gesamtbewertung			

denen konkrete Nachhaltigkeits-Anforderungen enthalten sind. Sie beziehen sich u. a. auf den Schutz von Flächen mit hohem Naturschutzwert, den Schutz von Torfmoor, die nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung und das Treibhausminderungspotenzial (BGB 2009). Auch Stoffe, für die ein geringer Ressourcenverbrauch identifiziert wurde, können ineffektiv und damit nicht-nachhaltig genutzt werden. Gemäß der Empfehlung der Rio-Deklaration²³ sollen erneuerbare Ressourcen nur in dem Umfang genutzt werden, in dem sie auch nachwachsen.

Übersetzt in die Unternehmenspraxis bedeutet dies zu überprüfen, ob der globale Verbrauch eines spezifischen Rohmaterials die Menge übersteigt, die nachwächst. Hinweise für eine Übernutzung können z. B. sein: Verringerung der vorhandenen Vorräte, Preissteigerungen aufgrund von Rohstoffknappheit, Angaben in der Literatur zu nachwachsenden Rohstoffen.

Beantworten Sie die Fragen, die in Tabelle 7 aufgeführt sind, und rechnen Sie dann die Punktzahl für jedes Unterkriterium zusammen. Die Summe der Punkte ergibt dann die Bewertung für das jeweilige Unterkriterium.

Die Abfallphase und die Recyclingfähigkeit der auftretenden Abfälle spielt bei der Bewertung der Nachhaltigkeit eine große Rolle. Hierauf gehen wir im Leitfaden auch bei den anwendungsbezogenen Kriterien noch näher ein (siehe Kapitel 2.2.4).

Bewertung – Hinweis für eine detailliertere Betrachtung:

Die oben aufgeführten Kriterien können auch zum Vergleich von Stoffen im Detail verwendet werden (Art des Rohstoffes, Verbrauch an Energieträgern, Wassereinsatz). Entsprechende Daten sind im Rahmen von Lebenszyklusanalysen (LCA) und verschiedenen Indikatoren zur Material- und Prozessbewertung für unterschiedliche, aber natürlich nicht alle Stoffe verfügbar.

Im Anhang 3 sind Datenbanken benannt, die für eine detaillierte Bewertung von Stoffen hilfreich sein können. Werden zwei Stoffe miteinander verglichen ist es wichtig, dass für beide dieselben Methoden bzw. Datenbanken genutzt werden.

Durch eine solche Betrachtung können Unterschiede innerhalb der oben gemachten Kategorien deutlicher herausgestellt werden. Da eine solche Bewertung sehr zeitaufwändig sein kann, sollte eine detailliertere Betrachtung erst dann begonnen werden, wenn der Ressourcenverbrauch für die Bewertung der Nachhaltigkeit eines Stoffes entscheidungsrelevant ist.

Wir empfehlen, die Unterkriterien „Wasserverbrauch“ und „Energieverbrauch“ zunächst für die zehn Stoffe zu beurteilen, von denen Sie die größten Mengen verwenden. Vergleichen Sie diese Ergebnisse dann mit anderen Wasser- bzw. Energieverbräuchen in Ihrem Unternehmen und hier bestehenden Einsparmöglichkeiten. Das erleichtert es Ihnen, die Bedeutung der stoffbezogenen Wasser- und Energieverbräuche einzuschätzen.

²³ Die Rio-Deklaration wurde auf der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung verfasst. Die Konferenz fand in Rio de Janeiro vom 3. bis 14. Juni 1992 statt (siehe <http://www.quetzalleipzig.de/printausgaben/ausgabe-02-umwelt-und-entwicklung-in-lateinamerika/erklarung-der-unced-19093.html>).

Exkurs:

Wie bereits beim vorhergehenden Kriterium gesagt, sind inzwischen für einzelne Produkte aus verschiedenen Branchen Umweltproduktdeklarationen (EPD, Environmental Product Declarations) erarbeitet worden. In ihnen wird eine auf das Produkt bezogene Bilanz wichtiger umweltbezogener Größen vorgelegt. Hierzu zählen auch der Energieträgerverbrauch und das Abfallaufkommen. Solche Umweltproduktdeklarationen würden es dem Stoff- bzw. Gemischanwender ermöglichen, eine belastbare, vergleichende Beurteilung des Ressourcenverbrauches seiner Stoffe vorzunehmen.

2.1.8 Die Verantwortung in der Lieferkette

Bei diesem Kriterium geht es um Frage, ob die Lieferanten eines Stoffes ihrer Verantwortung gegenüber der Umwelt und ihren Arbeitnehmenden gerecht werden. Bei gleicher Qualität der Rohstoffe entscheidet normalerweise der Preis darüber, von welchem Lieferanten sie bezogen werden. Wenn Rohstoffe aufgrund ihrer Nachhaltigkeit ausgewählt werden, sind bei der Kaufentscheidung auch der Schutz der Umwelt und die Situation der Arbeitnehmenden bei der Rohstoffproduktion wichtig sowie das Engagement des Lieferanten in seiner gesamten sozialen Umgebung. Die Standards im Umweltschutz und am Arbeitsplatz (Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz, Bezahlung und soziale Sicherung) sind in den Unternehmen global gesehen sehr unterschiedlich. Allerdings können auch zwischen Unternehmen, die in der gleichen Region angesiedelt sind, große Unterschiede bestehen.

Umweltschäden am Ort der Rohstoffproduktion, sind bei diesem Kriterium genauso zu beachten wie die Arbeitsplatzbedingungen und soziale Standards. Der Austausch zu den hier genannten Fragen kann zum einen helfen, unterschiedliche Kosten für denselben Stoff zu erklären. Die bewusste Kaufentscheidung für Rohstoffe, die in dieser Hinsicht nachhaltiger sind,

fördert solche Unternehmen bzw. Regionen, die ihrer Verantwortung gerecht werden und die nachhaltig produzieren wollen.

Die Übernahme von Umwelt- und Sozialverantwortung sollten Sie zunächst bei den Lieferanten prüfen, von denen die größten Mengen an Rohstoffen bezogen werden. Zusätzlich sollten bevorzugt auch die Lieferanten angesprochen werden, zu denen wenige Informationen vorliegen.

Für eine Bewertung der Übernahme der Umwelt- und Sozialverantwortung brauchen Sie Informationen zu Ihren Lieferanten. Informationsquellen können z. B. Statements zu Unternehmenspolitiken und Nachhaltigkeits- oder Umweltberichte im Rahmen von zertifizierten Managementsystemen sein (Arbeit: BA 18.000; Qualität: ISO 9.000; und/oder Umweltschutz (ISO 14.000 oder EMAS)). Wichtige Hinweise gibt auch die Bereitwilligkeit der Unternehmen, die angefragten Informationen zu beschaffen und der Service allgemein. Die Existenz von „Codes of Conduct“, in denen z. B. die Einhaltung sozialer Standards garantiert wird, oder ein Engagement (Sozialsponsoring, spezielle Umwelt- oder Nachhaltigkeitsprojekte oder -Forschung) sind positiv zu bewerten. Informationen, die durch unabhängige Überprüfungen belegt sind, haben generell ein höheres Gewicht.

Drei Unterkriterien haben wir entwickelt, die Sie für die Bewertung von verantwortungsvollem Handeln nutzen können. Sie werden in der Tabelle 8 gezeigt. Für jeden der drei Bereiche gibt es einen Satz von Fragen. Ihre Beantwortung führt zu Plus- bzw. Minuspunkten. Je höher die eingehaltenen Standards im Arbeits- und Umweltschutz, sowie die Verantwortlichkeit für soziale Belange sind, desto höher sind die Gesamtpunktzahl – und die Nachhaltigkeit des Lieferanten.

Diese Kriterien sollen Ihnen eine erste Bewertung ermöglichen. Ihre Nutzung für die Bewertung aller Lieferanten Ihres Unternehmens kann eine gute Hilfestellung sein. Sie wird Ihnen zeigen, bei welchen Lieferanten ein Austausch über die Verantwortungsübernahme besonders wichtig ist.

Tabelle 8

ANWENDUNG UND BEWERTUNGEN FÜR DAS KRITERIUM „VERANTWORTUNG IN DER LIEFERKETTE“

Bewertung	ROT	GELB	GRÜN
Unterkriterium 1: Verantwortung am Arbeitsplatz beim Lieferanten	Der Lieferant legt keinen Wert auf Arbeitsschutz	Der Lieferant setzt gesetzliche Anforderungen im Arbeitsschutz um	Dem Lieferanten ist Arbeitsschutz wichtig
Indikator: Summe der Punkte zu den Leitfragen	Weniger als 0 Punkte	0 Punkte	1 Punkt
Leitfragen	1 Minus-Punkt pro „Ja“	0 Punkte pro „Ja“	1 Punkt pro „Ja“
Managementsystem, Risikomanagement am Arbeitsplatz	Es sind Probleme im Arbeitsschutz bekannt (z. B. Unfälle, hoher Krankenstand) Der Lieferant antwortet nicht auf Anfragen zum Arbeitsschutz	Der Lieferant hat bestätigt, ein systematisches Arbeitsschutzmanagementsystem zu betreiben	Ein dokumentiertes Arbeitsschutzmanagementsystem ist vorhanden (durch externe Stellen zertifiziert)
Unterkriterium 2: Verantwortung für die Umwelt beim Lieferanten	Der Lieferant legt keinen Wert auf Umweltschutz	Es gibt Hinweise auf die Einhaltung von Umweltschutzstandards	Umweltschutz ist für den Lieferanten nachweislich wichtig
Indikator: Summe der Punkte zu den Leitfragen	Weniger als 0 Punkte	0 Punkte	1 Punkt oder mehr
Leitfragen	1 Minus-Punkt pro „Ja“	0 Punkte pro „Ja“	1 Punkt pro „Ja“
Betriebliche Umweltschutz- Managementsysteme und Umsetzung von Umweltstandards	Es sind Probleme im Umweltschutz bekannt (z. B. Unfälle) Der Lieferant antwortet nicht auf Anfragen zum Umweltschutz	Der Lieferant hat bestätigt, ein nicht zertifiziertes Umweltmanagementsystem zu betreiben	Der Lieferant hat ein zertifiziertes Umweltmanagementsystem Der Lieferant veröffentlicht einen Umwelt- oder Nachhaltigkeitsbericht
Unterkriterium 3: Soziale Verantwortung beim Lieferanten	Der Lieferant beteiligt sich gar nicht an Aktivitäten, die über die unternehmerischen Tätigkeiten hinausgehen	Es gibt Hinweise, dass dem Lieferanten soziale Standards wichtig sind	Dem Lieferanten ist die Verbesserung der sozialen Standards wichtig
Unterkriterium: Wassereinsatz	Hoher Wassereinsatz	Mittlerer Wassereinsatz	Niedriger Wassereinsatz
Indikator: Summe der Punkte zu den Leitfragen	0 Punkte oder weniger	1 Punkt	2 Punkte oder mehr
Leitfragen	1 Minus-Punkt pro „Ja“	1 Punkt pro „Ja“	
Indikator: Soziale Verantwortung	Der Lieferant antwortet nicht auf Anfragen zum sozialen Engagement des Unternehmens	Der Lieferant hat einen sozialen „Code of conduct“ Der Lieferant bildet aus Der Lieferant beteiligt sich an sozialen Projekten außerhalb des Unternehmens	
Gesamtbewertung			

Hinweis zur Bewertung: Wenn keine Informationen zu diesem Bewertungskriterium vorliegen, wird die Farbe „Weiß“ vergeben. Sie zeigt an, dass hier Handlungsbedarf besteht, um die für die Bewertung erforderlichen Informationen zu bekommen.

Tabelle 9

NACHHALTIGKEITSPROFIL FÜR STOFFE

Die stoffbezogenen Kriterien	ROT	WEISS	GELB	GRÜN
Die Nennung in Problemstofflisten				
Die physikalisch-chemischen Eigenschaften				
Die Gefährlichkeit für den Menschen				
Die Gefährlichkeit für die Umwelt				
Die Mobilität des Stoffes				
Das Treibhauspotenzial				
Der Ressourcenverbrauch				
Die Verantwortung in den Lieferketten				

2.1.9 Das Ergebnis der Bewertung

Die Anwendung der acht Kriterien zeigt Ihnen, wie ein Stoff bezogen auf wichtige Nachhaltigkeitskriterien einzuschätzen ist. Dafür empfehlen wir, die Bewertung der einzelnen (möglichst vielen) Kriterien in einer Tabelle darzustellen, wie sie in der folgenden Abbildung gezeigt wird.

Dieses „Nachhaltigkeitsprofil“ zeigt Ihnen, wo für den betrachteten Stoff Handlungs- bzw. Informationsbedarf besteht und ggf. ein Ersatz durch weniger problematische Stoffe sinnvoll ist.

Eine Gesamtbewertung eines Stoffes (z. B. anhand einer einzigen Kennzahl) ist nicht das Ziel dieses Leitfadens. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Anwendung der Einzelkriterien ist durchaus möglich. Bei diesem Vorgehen besteht allerdings die Gefahr, dass die bei der Anwendung der einzelnen Kriterien erzielten Ergebnisse nicht ausreichend gewürdigt und genutzt werden.

Daher wird keine abschließende Bewertung (z. B. „Rot“, „Gelb“ oder „Grün“) für einen Stoff angestrebt (s. a. Kapitel 1.6 „Das Ergebnis der Anwendung des Leitfadens“). Vielmehr ist beabsichtigt, dass Sie aufgrund der Bewertungsergebnisse in einzelnen Feldern durch Maßnahmen gezielt Verbesserungen erzielen können.

Das Nachhaltigkeitsprofil erleichtert auch den Vergleich zwischen zwei oder mehreren Stoffen. Tabelle 10 wird am Beispiel von zwei Farbstoffen – Phenolphthalein und Thymolphthalein – gezeigt, wie solch ein Vergleich aussehen kann.

Tabelle 10

VERGLEICH ZWEIER STOFFE ANHAND IHRES NACHHALTIGKEITSPROFILS

Die stoffbezogenen Kriterien	Phenolphthalein	Thymolphthalein
Die Nennung in Problemstofflisten	ROT 	GRÜN 
Die physikalisch-chemischen Eigenschaften	GRÜN 	GRÜN 
Die Gefährlichkeit für den Menschen	ROT 	GRÜN 
Die Gefährlichkeit für die Umwelt	GRÜN 	GRÜN 
Die Mobilität des Stoffes	GELB 	GELB 
Das Treibhauspotenzial	GELB 	GELB 
Der Ressourcenverbrauch	GELB 	GELB 
Verantwortung in der Lieferkette	WEISS 	WEISS 

Phenolphthalein ist als besonders besorgniserregender Stoff auf der Kandidatenliste aufgeführt. Daher ist es auch hinsichtlich der Gefährlichkeit für den Menschen als sehr kritisch einzuschätzen. Bei der Bewertung des Treibhauspotentials und der Mobilität gibt es keine Unterschiede zwischen den Stoffen. Für den Ressourcenverbrauch und die Verantwortung in der Lieferkette fehlen bei beiden Stoffen noch Daten.

2.2 Anwendungsbezogene Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit

Die anwendungsbezogenen Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Stoffen oder Gemischen sollten dazu genutzt werden, die Relevanz der stoffbezogenen Kriterien besser bewerten, bzw. gewichten zu können. Die Beschreibung der anwendungsbezogenen Kriterien ist im Vergleich zu den stoffbezogenen Kriterien stärker qualitativ, da es angesichts der Vielzahl von Anwendungen chemischer Stoffe als solcher und in Gemischen weder eine Struktur gibt, die alle Fälle einschließt, noch „eindeutige Maßstäbe“ anhand derer die Anwendungen in Bezug zu den Stoffeigenschaften gesetzt werden können. Dieses Kapitel ist insofern eine Unterstützung zur Reflektion der Ergebnisse aus den ersten Bewertungsschritten (siehe auch Kapitel 1.6, Abb. 1).

Wir empfehlen, die Ergebnisse der stoffbezogenen Bewertung bei der anwendungsbezogenen Bewertung folgendermaßen zu berücksichtigen:

- ▶ Ergibt sich für die stoffbezogenen Kriterien 1 (Problemstofflisten), 2 (physikalisch-chemische Eigenschaften) oder 8 (Verantwortung Lieferkette) kein Handlungsbedarf, entfällt eine Bewertung der anwendungsbezogenen Kriterien.
- ▶ Hat ein Stoff gefährliche Eigenschaften für Mensch und Umwelt (stoffbezogenen Kriterien 3 und 4), sind die anwendungsbezogenen Kriterien in jedem Fall zu prüfen.
- ▶ Für die stoffbezogenen Kriterien 6 (Treibhausgase) und 7 (Ressourcenverbrauch) sind besonders die anwendungsbezogenen Kriterien 1 (Emissionspotenzial) und 2 (Anwendungsmenge) wichtig.
- ▶ Die anwendungsbezogenen Kriterien 5 bis 7 (Substituierbarkeit, Nutzenpotential und Innovationspotential) können den Handlungsbedarf verstärken oder abschwächen, der sich aus der Bewertung der fünf stoffbezogenen Kriterien 3 (Gefahr Mensch), 4 (Gefahr Umwelt), 5 (Mobilität), 6 (Treibhausgase) und 7 (Ressourcenverbrauch).

Für Stoffhersteller, Formulierer und Stoffanwender, die aufgrund der Bewertung der stoffbezogenen Aspekte der Nachhaltigkeit ihrer Stoffe in den vorigen Kapiteln bereits zu einem eindeutigen Ergebnis in Richtung einer Substitution von Stoffen oder Gemischen gekommen sind, kann das Kapitel der anwendungsbezogenen Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit dennoch hilfreich sein, um die Suche nach Alternativen zu fokussieren.

Zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Chemikalien sind für den zweiten Schritt sieben Kriterien aufgestellt worden, die sich die Anwendungsphase des Stoffes beziehen:

1. Das Emissionspotential der Verwendung des Stoffes
2. Die Anwendergruppen des Stoffes
3. Die Anwendungsmengen des Stoffes
4. Die Abfallphase des Stoffes
5. Die Substituierbarkeit des Stoffes
6. Die Nutzenpotenziale des Stoffes
7. Das Innovationspotenzial des Stoffes

In den folgenden Abschnitten werden diese sieben Kriterien beschrieben und das Bewertungsschema vorgestellt. Auch hier werden wieder Aussagen getroffen über die Anwendbarkeit der Kriterien der Möglichkeit für den Anwender, sich zugrunde liegende Informationen zu beschaffen sowie zur Relevanz in Bezug auf stoffbezogene Kriterien.

2.2.1 Das Emissionspotenzial der Verwendung eines Stoffes²⁴

Unter dem „Emissionspotenzial einer Verwendung“ wird in diesem Leitfaden eine Abschätzung der Höhe der Freisetzung eines Stoffes (als solchem oder wenn er in Gemischen oder Erzeugnissen enthalten ist) entlang seines Lebensweges verstanden. Freisetzungen können z. B. aus industriellen Anlagen in die Umwelt erfolgen, am Arbeitsplatz oder aus Produkten in Innenräume. Diese Freisetzungen führen in aller Regel zu einem Kontakt zwischen Mensch/Umwelt und dem Stoff (Exposition), wodurch ggf. Schäden verursacht werden.

Stoffe gelten als nicht nachhaltig, wenn sie problematische Stoffeigenschaften besitzen und sie bei ihrer Verwendung freigesetzt werden, die letztlich zu Schädigungen von Mensch und Umwelt führen können. Bei sehr gefährlichen Stoffen können bereits geringe Freisetzungen problematisch sein.

Eine vollständige Betrachtung der Emissionen entlang des Lebensweges eines Stoffes ist in diesem Leitfadens nicht leistbar. Themenbezogene Publikationen, wie die Veröffentlichungen der europäischen Chemikalienagentur geben hierzu jedoch z. T. detailliert Auskunft:

- ▶ Der VCI REACH-Praxisführer zur Expositionsbeurteilung und Kommunikation in den Lieferketten gibt eine Einführung in die Thematik mit Hinweisen für die Umsetzung in der Praxis²⁵.
- ▶ Der Leitfaden der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) zu den Informationsanforderungen und zur Stoffsicherheitsbeurteilung beschreibt die Methodik der Expositionsbeurteilung und Risikocharakterisierung²⁶.

²⁴ Weitergehende Erläuterungen zu diesem Kriterium sind im Anhang 6 aufgeführt.

²⁵ Den „REACH-Praxisführer zur Expositionsbeurteilung und zur Kommunikation in den Lieferketten“ können Sie mit den dazugehörigen Beispielen von uns bekommen. Schreiben Sie eine kurze E-Mail an d.bunke@oeko.de.

²⁶ Der Leitfaden ist erhältlich auf der Internetseite der Europäischen Chemikalienagentur (<http://echa.europa.eu/de/guidance-documents/guidance-on-reach>).

Stoffhersteller, die im Rahmen der Registrierung unter REACH eine Stoffsicherheitsbewertung durchführen, sollten die daraus resultierenden Informationen für die Nachhaltigkeitsbewertung nutzen. Wichtig für die Nachhaltigkeitsbewertung eines Stoffes sind z. B. Informationen darüber, ob ein hohes Maß an Risikomanagement erforderlich ist, oder bestimmte Verwendungen nicht sicher handhabbar sind.

Das Emissionspotenzial ist über den gesamten Lebensweg eines Stoffes abzuschätzen, das heißt, dass auch eine Bewertung für den Lebensabschnitt „Nutzung“ erfolgen soll; also auch bei Kunden und Verbrauchern, die Produkte nutzen, in denen der Stoff enthalten ist.

Emissionen am **Arbeitsplatz**²⁷ können durch Verdunstung, Verstaubung oder Hautkontakt mit dem Arbeitnehmenden entstehen. Der Grad der Freisetzung hängt von der Art der Verarbeitung und den Verarbeitungsbedingungen ab. Emissionen in die **Verbraucherumwelt** entstehen bei der Verwendung von chemischen Gemischen (z. B. Raumsprays, Farben) durch Aerosolbildungen, Verdunstung, Staub oder z. B. Nutzung im Wasser (Spülmittel). Auch aus Erzeugnissen können Stoffe emittiert werden (z. B. Weichmacher aus Fußbodenbelägen). Das Umweltemissionspotenzial ergibt sich dann durch alle Emissionen von Stoffen aus Gemischen oder Erzeugnissen, die in die Umwelt über die Luft, das Wasser oder in den Boden freigesetzt werden.

Relevanz in Bezug auf stoffbezogene Kriterien: Ein hohes Emissionspotenzial ist gleich zu setzen mit einem hohen Stoffverlust und stellt damit eine ineffiziente Ressourcennutzung dar. Deshalb ist das Kriterium auch für den Ressourcenverbrauch (Kapitel 2.1.7) von Bedeutung.

Das Kriterium „Emissionspotenzial der Verwendung“ ist in Verbindung mit den Kriterien „Anwendergruppen“ (Kapitel 2.2.2) sowie „Mobilität“ (Kapitel 2.1.5) zu betrachten, da das Emissionspotenzial auch davon

abhängt, wie mobil ein Stoff ist und wie „sachgemäß“ er verwendet wird.

Anwendbarkeit des Kriteriums: Das Kriterium kann auf alle Stoffe (als solche oder als Bestandteil von Gemischen oder Erzeugnissen) angewendet werden. Für Stoffe, die als Zwischenprodukte eingesetzt werden, ist es allerdings nicht sinnvoll, da der Lebensweg sehr kurz und in der Regel sehr stark kontrolliert ist. Für Stoffe, die als Prozesshilfsstoffe eingesetzt werden, endet der Lebensweg in der Regel mit ihrer tatsächlichen Verwendung (also keine Erzeugnisherstellung und keine Nutzung des Erzeugnisses), schließt aber die Entsorgung von Produktionsabfällen ein.

Zugrunde liegende Informationen: Informationen über die Verwendungen sind entweder bekannt, oder müssen vom Stoffhersteller oder -anwender ermittelt werden. Dies kann durch direkte Kommunikation mit den Kunden bewerkstelligt werden.

Bewertung: In den Tabellen 11, 12 und 13 sind einige Beispiele für Anwendungen mit eher hohen und eher niedrigen Emissionspotenzialen. In Tabelle 11 sind diese Angaben bezogen auf die stoffbezogenen Kriterien „gefährlich für die Umwelt“ und „Ressourcenverbrauch“, in Tabelle 12 bezogen auf „gefährlich für den Arbeitnehmenden“ und in Tabelle 13 bezogen auf „gefährlich für die Verbrauchenden“.

Hohe Emissionspotenziale können die Bewertungen der stoffbezogenen Kriterien (Gefährlichkeit für Mensch und Umwelt, Ressourcenverbrauch) verstärken (Gelb → Rot), bzw. niedrige Emissionspotenziale diese abschwächen.

²⁷ Eine Anleitung für eine detaillierte Bewertung von Emissionen und Expositionen gefährlicher Stoffe am Arbeitsplatz gibt das „Einfache Maßnahmenkonzept“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, inklusive Hilfestellungen zum Risikomanagement.

Tabelle 11

HINWEISE ZUR BEWERTUNG DES EMISSIONSPOTENZIALS VON VERWENDUNGEN FÜR DIE UMWELT*

Einflussfaktoren	Kritische Anwendungen, höheres Emissionspotenzial	Weniger kritische Anwendungen, niedriges Emissionspotenzial
Anwendung des Stoffes als solchem oder in Gemischen	Anwendung direkt in der Umwelt, in Privathaushalten, im Handwerk, Anwendung in Kleinindustrie	Chemische Synthese Anwendung in größeren Industrieanlagen (automatisierte Prozesse)
Wasserrelevanz der Anwendung	Stoff oder Gemisch wird in wässrigen Systemen oder in direktem Kontakt zu Umweltmedien eingesetzt	Stoff oder Gemisch kommt nicht mit Wasser in Kontakt
„Geschlossenheit“ der Anlage	Offene oder halboffene Anlage, nicht abluft- und abwasserfrei	Stoff oder Gemisch wird in geschlossener Anlage genutzt**
Andere Bedingungen bei der Nutzung der Stoffen und Gemische	Verarbeitung bei hohen Temperaturen oder Drücken, hohe mechanische Beanspruchungen (Abrieb, Staubentwicklung)	Verarbeitung bei Raumtemperatur oder kühler, keine extremen Bedingungen
Entsorgung von Produktionsabfällen oder Abfällen von Gemischen, die privat genutzt werden	Keine spezifische Abfallentsorgung, Verbraucher entsorgen Chemikalien mit dem Abwasser oder im Hausmüll	Abfallentsorgung durch Zerstören oder geordnete Sammlung und Zurückgewinnung/Recycling
Stand von Abwasser- und Abluftreinigung	Emissionserfassung nach bestem Stand der Technik nicht sichergestellt Chemikalien für Verbraucher	Abluft und Abwasser werden fachgerecht gereinigt und entsorgt (gewerbliche Nutzung)
Stoffe als Bestandteil von Erzeugnissen	Flächige Produkte, Beschichtungen, Außenanwendungen, Abrieb	Kompakte Produkte, Innenanwendungen, kein Abrieb
Entsorgung von Erzeugnissen, die den Stoff enthalten	Weitverbreitete Endnutzung, keine spezielle Rückholung oder Entsorgung, i.d.R. Bestandteil des Hausmülls	Enger Nutzerkreis; Produkte, für die spezifische Abfallregime bestehen (Elektrogeräte, Autos etc.)
Einfluss Mobilität (Wasser und Luft sind getrennt zu betrachten)	Mobile Stoffe oder Stoffe, die nicht mit einer Matrix reagieren	Wenig mobile Stoffe oder Stoffe, die mit einer Matrix reagieren und dadurch gebunden sind

* Quelle: Umweltbundesamt: Leitfaden zur Anwendung umweltverträglicher Stoffe für die Hersteller und gewerblichen Anwender gewässerrelevanter Chemischer Produkte, Teil 2, Berlin 2003. Die Tabelle wurde für diesen Leitfaden verändert.

** Als vorläufiger Orientierungswert kann ein jährlicher Betriebsmittelverlust von deutlich unter 0,001 bis 1 % im Vergleich zum Einsatzvolumen im System angesetzt werden. Die zu erreichende Zielgröße muss branchen-, stoff- oder prozessspezifisch definiert werden.

Tabelle 12

HINWEISE ZUR BEWERTUNG DES EMISSIONSPOTENZIALS VON VERWENDUNGEN BEZOGEN AUF DEN ARBEITSPLATZ

Einflussfaktoren	Kritische Anwendungen, höheres Emissionspotenzial	Weniger kritische Anwendungen, niedriges Emissionspotenzial
Anwendung des Stoffes als solchem oder in Gemischen	Nutzung in Anlagen mit geringerem technischen Standard, professionelle Verwendung (Handwerk)	Anlagen zur Stoffherstellung (chemische Synthese) und Anlagen, mit hohem technischem Standard (automatisierte Prozesse)
Art der Anwendung – Dosierung von Stoffen und Gemischen	Manuelle Dosierung von Pulvern und Flüssigkeiten, direkte Aufgabe von staubigen und leicht flüssigen Stoffen	Einfache Dosierung (geschlossene Leitungen, ready-to-use Verpackung), Immobilisierung durch z. B. compounding
Art der Anwendung – Nutzung von Stoffen und Gemischen	Prozesse mit hoher Energie, schnelle Abläufe, wenig Automatisierung. Offene, manuelle Anwendungen, wie Spritzen, Tauchen, Schneiden etc.	Technische, automatisierte Prozesse, wenig Energie und langsame Abläufe, organisatorische oder technische Trennung von Arbeitnehmenden und Chemikalie
Entsorgung und Reinigungsarbeiten	Keine Trennung von Abfällen Entsorgungswege wenig geregelt, Reinigungsarbeiten nicht durch spezialisiertes Personal	Getrennte Entsorgung durch Fachfirmen, Reinigungsarbeiten (auch der Anlagen zur Abluftreinigung etc.) oder durch Fachbetriebe mit spezialisiertem Personal und Technologie
Stand von Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmenden	Kein Arbeitsschutzmanagement, niedriger Stand der Emissionsminderung am Arbeitsplatz. Verwendung durch professionelle Anwender, Nutzung in „mobilen“ Arbeitsstellen.	Managementsystem zum Arbeitsschutz existiert, regelmäßige Risikobewertungen am Arbeitsplatz und Emissionsminderungsmaßnahmen werden vorgenommen
Einfluss Mobilität (Flüchtigkeit wichtiger als Mobilität in Wasser, Log Kow bzgl. Hautkontakt).	Mobile Stoffe	Wenig mobile Stoffe

Tabelle 13

HINWEISE ZUR BEWERTUNG DES EMISSIONSPOTENZIALS VON VERWENDUNGEN BEZOGEN AUF DEN VERBRAUCHER

Einflussfaktoren/Stufen im Lebensweg	Kritische Anwendungen, höheres Emissionspotenzial	Weniger kritische Anwendungen, niedriges Emissionspotenzial
Art der Anwendung Dosierung von Stoffen und Gemischen Anwendung des Stoffes als solchem oder in Gemischen	Manuelle Dosierung von Pulvern und Flüssigkeiten	Ready-to-use Verpackungen, Tabs, hochviskose Gemische
Art der Anwendung von Stoffen und Gemischen	Sprühanwendungen, „freie Anwendung“, z. B. Wischen, direkter Kontakt mit der Haut und Atemluft	Nutzung in Maschinen (z. B. Waschen), Nutzung in speziell darauf abgestimmten Geräten (z. B. Silikonspritze), direkter Kontakt gering
Entsorgung von Abfällen aus Stoffen und Gemischen	Komplizierte Entsorgung (z. B. Farbbehälter), Reinigung von Geräten notwendig	Entsorgung ohne Umfüllen, Säubern etc. Es entstehen keine Abfälle
Stoff als Bestandteil von Erzeugnissen	Stoff ist im Erzeugnis nicht fest eingebunden, wäscht aus oder verdampft	Stoff ist in Erzeugnis fest eingebunden (Innerhalb geschlossener Subsysteme oder reagiert mit Matrix)
Einfluss Mobilität (Wasser und Luft sind getrennt zu betrachten)	Mobile Stoffe oder Stoffe, die nicht mit einer Matrix reagieren	Wenig mobile Stoffe oder Stoffe, die mit einer Matrix reagieren und dadurch gebunden sind

Empfehlung: Unternehmen sollten sich eine Übersicht verschaffen, welche ihrer Prozesse sich durch besonders hohe Stofffreisetzungen auszeichnen. Hier bestehen voraussichtlich Potenziale sowohl zur Verringerung von Arbeitsplatz- und Umweltbelastungen, sowie zu gesundheitsfreundlicheren Produkten für den Endverbraucher und zur Kostensenkung. Hinweise zur Erstellung einer solchen Übersicht werden im REACH-Praxisführer zur Expositionsbewertung und Kommunikation in den Lieferketten gegeben²⁸.

2.2.2 Die Anwendergruppen des Stoffes

Stoffe werden als solche, in Gemischen oder in Erzeugnissen von unterschiedlichen Personengruppen und in verschiedenen Umgebungen angewendet. Entscheidend für die Bewertung ist, ob Personengruppen, die besonders empfindlich oder schutzbedürftig sind, wie z. B. Kinder oder kranke Menschen, prinzi-

piell mit gesundheitsgefährdenden Stoffen in Kontakt kommen können. Hierfür ist nicht nur relevant, ob sie überhaupt mit dem Stoff umgehen, sondern auch, ob er freigesetzt werden kann²⁹ (s. Kapitel 2.1.5 „Mobilität“ und Kapitel 2.2.1 „Emissionspotenzial“).

Relevanz in Bezug auf stoffbezogene Kriterien:

Bezüglich der Anwendergruppe wird hier nur das Kriterium „Gefährlichkeit für den Menschen“ (Kapitel 2.1.3) betrachtet, wenngleich auch andere Kriterien eine Rolle spielen können. Wenn Stoffe von empfindlichen Bevölkerungsgruppen genutzt werden oder mit ihnen in Kontakt kommen könnten, bekommt das Kriterium „Die Gefährlichkeit für den Menschen“ ein höheres Gewicht. Wir empfehlen dann eine Höher-

²⁸ Kapitel 5.3.1 im REACH-Praxisführer (erhältlich bei uns. Schreiben Sie uns eine E-Mail an d.bunke@oeko.de).

²⁹ In diesem Abschnitt wird die Mobilität sowie die „Offenheit der Verwendung“ NICHT betrachtet, sondern auf die entsprechenden Kapitel verwiesen. Es ist allerdings sinnvoll, diese Kapitel gemeinsam zu betrachten, da selbst bei einer sehr sensiblen Anwendergruppe, bei einer sehr niedrigen Mobilität oder einer geschlossenen Verwendung von einer geringen Relevanz der Anwendergruppe ausgegangen werden kann.

Tabelle 14

ANWENDUNG UND BEWERTUNGEN DES KRITERIUMS „ANWENDERGRUPPEN“

Stoffbezogenes Kriterium	Abschwächend	Verstärkend
Gelisteter Stoff	Gelistete Stoffe sollten für alle Anwendergruppen gemieden werden	
Der Stoff ist gefährlich für den Menschen	Der Stoff als solcher und in Gemischen ist nur für professionelle Anwender vorgesehen Der Stoff wird nur in Produkten für Verbraucher genutzt, aus denen keine Emissionen in Innenräume stattfinden	Der Stoff wird in Produkten eingesetzt die von (Klein-) Kindern oder von anderen empfindlichen Personen genutzt werden. Oder: Der Stoff wird in Innenräumen verwendet
Der Stoff ist leicht flüchtig oder leicht löslich	Der Stoff wird nur in Chemikalien für gewerbliche Verwender eingesetzt	Der Stoff wird in Produkten verwendet, die für Verbraucher bestimmt sind oder in Innenräumen genutzt werden. Oder: Der Stoff wird in Produkten eingesetzt, aus denen er beabsichtigt freigesetzt wird (z. B. Filzstift, Duftkerzen)

stufung von „Gelb“ in „Rot“. Auch bei „Weiß“ besteht hier ein besonders hoher Klärungsbedarf.

Zugrunde liegende Informationen: Es muss bekannt sein, in welchen Verwendungen der Stoff vorkommt und welche Anwendergruppen (Verbraucher, besonders sensible Gruppen, Arbeitnehmende) das Endprodukt nutzen.

Bewertung: Empfindliche Personengruppen, z. B. Kinder und (werdende) Mütter, sollten möglichst gar nicht in Kontakt mit humantoxischen Chemikalien kommen. Arbeitnehmende sind oft häufig hohen Mengen eines Stoffes ausgesetzt. Verbraucher können auch durch Emissionen von Stoffen aus Produkten in Innenräumen exponiert sein.

In der Tabelle 14 wurde für jedes Kriterium angenommen, dass eine gelbe Bewertung für die Gefährlichkeit und Mobilität ermittelt wurde. Anhand der Beispiele kann abgeleitet werden, ob die Bewertung der stoffbezogenen Merkmale durch die Anwendergruppe abgeschwächt oder verstärkt wird.

2.2.3 Die Anwendungsmenge des Stoffes

Es gibt keine einheitlichen Festlegungen, was „hohe“ bzw. „niedrige“ Anwendungsmengen sind. Unter REACH werden die Registrierungspflichten für Stoffe für die Mengen 1–10, 10–100 und 100–1000 Tonnen/Jahr unterschieden. Die Anwendungsmenge sollte in Verbindung mit den gefährlichen Eigenschaften von Stoffen bemessen werden; so kann für Stoffe mit besonders besorgniserregenden Eigenschaften (SVHC) bereits eine Menge von 1 Tonne/Jahr sehr hoch sein. Für Erzeugnisse (Produkte), die SVHC enthalten, ist der unter REACH festgelegte 0,1 %-Grenzwert eine sinnvolle Größenordnung, die sich auf die Teilerzeugnisse bezieht, nicht auf das Gesamterzeugnis. Für Nanomaterialien sind die Anwendungsmengen aufgrund der hohen Reaktivität in der Regel deutlich geringer (Faktor 100–1000). Dies sollte bei der Bewertung berücksichtigt werden.

Relevanz in Bezug auf stoffbezogene Kriterien

Hohe Anwendungsmengen können einzelne der stoffspezifischen Kriterien verstärken. Je höher z. B. die Produktion von Treibhausgasen oder der Verbrauch an Ressourcen für die Herstellung eines Stoffes ist, desto höher ist das Gewicht dieses Kriteriums, wenn der Stoff in sehr großen Mengen produziert wird. Wird

Tabelle 15

HINWEISE ZUR BEWERTUNG DES EMISSIONSPOTENZIALS VON VERWENDUNGEN BEZOGEN AUF DEN VERBRAUCHER

Stoffbezogenes Kriterium	Bedeutung der Menge und Indikator für hohe/geringe Menge
Gelisteter Stoff	Jegliche Verwendung sollte vermieden werden, unabhängig von der Anwendungsmenge
Gefährliche physikalisch-chemische Eigenschaften	Probleme sind normalerweise unabhängig von der Anwendungsmenge
Gefährlich für den Menschen	Arbeitnehmende → kg/Tag = eher viel; mg/Tag = eher gering. Bei CMR-Stoffen kann, je nach Art der Verwendung und der Expositionssituation, auch eine Menge von wenigen Gramm/Tag kritisch sein. Werden Stoffe in Gemischen für Verbraucher eingesetzt, so sollten sie in diesem Gemisch keine Einstufung des Gemisches auslösen (geringe Menge). Werden Stoffe in Erzeugnissen eingesetzt, sind die Mengen nur schwer zu bewerten und stattdessen das Kriterium „Emissionspotenzial der Verwendung“ und „Mobilität“ zu verwenden.
Gefährlich für die Umwelt	Kritische Mengen hängen von der Abbaubarkeit des Stoffes ab. Bei schwer abbaubaren Stoffen sind auch kleine Produktions- und Verwendungsmengen/Jahr kritisch. Für leicht abbaubare Stoffe ist es nicht sinnvoll, die Mengen als Kriterium zu nutzen.
PBT/ vPvB – Stoffe	Jegliche Verwendung sollte vermieden werden, unabhängig von der Anwendungsmenge
Stoff ist leicht flüchtig und/oder stark wasserlöslich	Die Mobilität von Stoffen ist nicht sinnvoll mit der Anwendungsmenge zu korrelieren
Hoher Ressourcenverbrauch zur Stoffherstellung	Je höher die Produktions- und Anwendungsmengen, desto höher die Menge der dafür verbrauchten Ressourcen. Hoch = mehr als 1.000 t/Jahr
Hohes Treibhauspotential durch Stoffherstellung	Je höher die Produktions- und Anwendungsmengen, desto höher die Menge der dafür emittierten Treibhausgase. Hoch = mehr als 1.000 t/Jahr
Rohstoffherkunft ist kritisch	Je höher die Anwendungsmengen und je teurer der Stoff, desto mehr finanzielle Unterstützung wird für fragwürdige Produktionsmethoden oder Produktionsverhältnisse bereitgestellt. Hoch = mehr als 1 t/Jahr

der Stoff hingegen nur in geringen Mengen verwendet, fließen die Treibhausgasemissionen und Ressourcenverbräuche weniger stark in die Nachhaltigkeitsbewertung ein. Insgesamt sind v. a. die stoffspezifischen Kriterien „gefährliche Eigenschaften für Mensch und Umwelt“ (Kapitel 2.1.3 und 2.1.4), „Mobilität“ (Kapitel 2.1.5) sowie „Treibhausgasemissionen“ und „Ressourcenverbrauch“ (Kapitel 2.1.6 und 2.1.7) zu beachten.

Anwendbarkeit des Kriteriums: Das Kriterium Anwendungsmenge kann auf alle Stoffe und Gemische angewendet werden. Stoffhersteller sollten ihre Produktionsvolumina als Referenzgröße verwenden. Formulierer können sich auf die Menge eines Stoffes

beziehen, die sie in Formulierungen einsetzen oder auf die Menge der Formulierung als solcher, je nach Bewertungsansatz. Anwender von Gemischen können die Anwendungsmenge durch Multiplizieren der Konzentration des Stoffes im verwendeten Gemisch, mit der Gesamtmenge des Gemisches³⁰ errechnen.

Zugrunde liegende Informationen : Eigene Herstellungs- und Verwendungsmengen bzw. Marktvolumina des betrachteten Stoffes in der EU.

³⁰ Die Konzentration im Gemisch ist allerdings nur dann aus dem Sicherheitsdatenblatt erkennbar, wenn der Stoff als gefährlich eingestuft ist. Ggf. sollte beim Lieferanten nachgefragt werden.

Bewertung: Als alleiniger Indikator sagt die Anwendungsmenge nichts aus. Daher werden in der Tabelle 15 die Kriterien aus der stoffbezogenen Nachhaltigkeitsbewertung als Grundlage für die Bewertung der Anwendungsmengen heran gezogen. Hohe Mengen verstärken eine negative Bewertung der stoffbezogenen Kriterien, geringe Mengen schwächen sie ab.

Empfehlung: Unternehmen sollten im ersten Schritt ihr Gefahrstoffkataster nutzen, um eine Übersicht zu gewinnen, welche ihrer problematischen Stoffe in besonders hohen Mengen eingesetzt werden.

2.2.4 Die Abfallphase des Stoffes

Manche Stoffe bergen Risiken für Mensch und Umwelt wenn sie zu Abfall werden. Grundsätzlich ist eine Wiedergewinnung von Stoffen anzustreben, wenn dies Ressourcen und Energie einspart. Allerdings können problematische Stoffe auch einen Materialstrom verunreinigen und problematisch sein, wenn hieraus erneut Produkte hergestellt werden.

Nachhaltige Stoffe sollten entweder vollständig abbaubar sein (kein Abfall) oder durch Recycling vollständig und ohne Qualitätsverlust zurück gewonnen werden können³¹. Auch wenn es einige Indikatoren für mögliche Probleme in der Abfallphase gibt, ist auch hier im Einzelfall zu prüfen, inwieweit diese Faktoren relevant sind und die Gesamtbewertung der Nachhaltigkeit eines Stoffes verändern.

Des Weiteren ist für die Bewertung zentral, in welcher Art von Endprodukt ein Stoff verwendet wird, da in der Regel hierdurch die Art der Entsorgung festgelegt ist.

Relevanz in Bezug auf stoffbezogene Kriterien:

Wenn ein Stoff zu Abfall wird, d. h. nicht vollständig abbaubar ist oder nicht vollständig rezykliert wird, steigt das Gewicht von stoffbezogenen Kriterien. Die Bewertung verstärkt die Bewertung der Kriterien „gefährliche Eigenschaften für Mensch und Umwelt“ (Kapitel 2.1.3 und 2.1.4), „Mobilität“ (Kapitel 2.1.5) sowie „Ressourcenverbrauch“ (Kapitel 2.1.7), wenn Probleme in der Abfallphase auftreten können.

³¹ Dies bedingt, dass die Stoffe stabil sein müssen und verhältnismäßig leicht abtrennbar.

Anwendbarkeit des Kriteriums: Für Stoffe, die nicht im Abfall vorkommen, z. B. weil sie während ihres Lebenszyklus vollständig emittieren (Lösemittel) oder mit anderen Stoffen reagieren (Zwischenprodukte, z. T. reaktive Additive) entfällt dieses Kriterium.

Zugrundeliegende Informationen: Für die Bewertung der Abfallphase muss der Hersteller oder Verwender des Stoffes Informationen über Stoffeigenschaften mit Informationen über den „wahrscheinlichen Entsorgungsweg“ der Produkte kombinieren, in denen er eingesetzt wird (Gemische oder Erzeugnisse, die jeweils industriell, gewerblich oder privat genutzt werden).

Bewertung: Die folgende Aufzählung listet Kombinationen von Entsorgungstechniken und Stoffeigenschaften auf, die zu Risiken für Menschen und Umwelt führen können. Sie sind daher bei der Bewertung der Nachhaltigkeit der Abfallphase als problematisch anzusehen³²:

- ▶ Gelangen metallhaltige Verbindungen in die Abfallverbrennung, können diese zerstört werden und die Metalle fein verteilt in die Umwelt gelangen (wenn keine Rückhaltetechniken eingesetzt werden).
- ▶ Stoffe, die PBT/vPvB-Eigenschaften haben, können in der Abfallentsorgung freigesetzt werden und in die Umwelt gelangen (z. B. Verdunstung, Versickerung in Deponien, etc.)
- ▶ Durch thermische oder biologische Prozesse in Deponien können Abbauprodukte von Stoffen entstehen, die gefährliche Eigenschaften haben; diese können in die Umwelt gelangen.
- ▶ Im Fall von Recyclingprozessen können problematische Inhaltsstoffe den Materialstrom verunreinigen und in Produkten auf den Markt gebracht werden.

³² Der ECHA-Leitfaden zur Informationsanforderung und zur Erstellung von Stoffsicherheitsbewertungen (IR/CSA – R18) enthält auch einen Teil zur Risikobewertung von Stoffen auf der Lebenszyklusstufe Abfall, der Anleitung auch zu einer quantitativen Betrachtung gibt. Dieser Teil des Leitfadens wird derzeit überarbeitet.

- ▶ Stoffe werden weder als solche, noch in recycelten Abfällen als Materialbestandteil wiedergewonnen, sondern werden im Abfallbehandlungsprozess „verloren“.
- ▶ Halogenhaltige Stoffe können in Verbrennungsprozessen bei Anwesenheit von organischen Verbindungen dazu führen, dass Dioxine und Furane gebildet werden. Diese Reaktionen können durch Metalle, z. B. Kupferverbindungen, befördert werden.
- ▶ Bei der Abfallbehandlung, inklusive der Schritte der Abfallsortierung und -trennung, können in den Abfällen enthaltene leicht wasserlösliche Stoffe über das Abwasser in die Umwelt gelangen.
- ▶ Arbeitnehmende in Abfallbehandlungsanlagen können gegenüber Stoffen, die in Erzeugnissen oder chemischen Abfällen enthalten sind, exponiert sein (ohne dies zu wissen), wenn Abfälle zerlegt oder zerkleinert werden. Hierzu zählen das Öffnen geschlossener Behälter (z. B. Batterien), gefährliche Flüssigkeiten in Altfahrzeugen (z. B. Hydraulikflüssigkeiten, Bremsflüssigkeit) und Staubentwicklungen. Diese Belastungen treten oftmals erst in der Abfallphase auf, nicht während der normalen Nutzung des Produktes.
- ▶ Nanoskalige Stoffe können in der Abfallphase aus ihrer gebundenen Form im Produkt gelöst werden. Über das Verhalten und die gefährlichen Eigenschaften von Nanopartikeln in Abfallbehandlungsanlagen, inklusive der physikalisch-chemischen Risiken, ist bisher wenig bekannt. Für Nanomaterialien sollte das Vorsorgeprinzip greifen: Risiken, die nicht abgeschätzt werden können, sollten vermieden werden. Das gilt insbesondere für nicht leicht abbaubare Nanomaterialien.
- ▶ Während davon ausgegangen werden kann, dass Abfälle aus industriellen Anlagen fachgerecht den vorgesehenen Entsorgungswegen zugeführt werden, kann dies bei Abfällen aus gewerblichen Tätigkeiten sowie für Verbraucherprodukte nicht angenommen werden.

(Daher ist bei diesen Verwendungen ein niedriger Schadstoffgehalt gerade in Bezug auf die Abfallphase besonders wichtig.)

Die aufgeführten Beispiele zeigen, dass durch die Abfallphase zusätzliche Belastungen von Mensch und Umwelt entstehen können. Daher ist die Abfallphase bei der Beurteilung der Nachhaltigkeit von Stoffen von weitreichender Bedeutung und sorgfältig zu berücksichtigen.

Treffen einer oder mehrere der Spiegelstriche der Kombinationen von Entsorgungstechniken und Stoffeigenschaften auf einen Stoff zu, so ist dieser als kritisch im Sinne der Nachhaltigkeit des Stoffes bzw. seiner Verwendung anzusehen.

2.2.5 Die Substituierbarkeit des Stoffes

Die Substituierbarkeit eines Stoffes oder eines Gemisches ist ein Kriterium, das weniger den (nicht nachhaltigen) Stoff oder das Gemisch selbst betrifft, sondern die Möglichkeit, die Verwendung zu vermeiden. Sind Ersatzstoffe oder Ersatzverfahren verfügbar, oder kann der Stoff oder das Gemisch durch andere Maßnahmen ersetzt werden, z. B. verändertes Produktdesign oder eine Prozessumstellung? Ist dies technisch wie ökonomisch möglich, so verstärkt die prinzipielle Substituierbarkeit eine negative Bewertung allein dadurch, dass der Einsatz des Stoffes oder das Gemisch vermieden werden könnte. Sind keine Alternativen verfügbar, so ist eine Weiternutzung (und nach Möglichkeit der Implementierung von Maßnahmen zur Minderung nicht nachhaltiger Aspekte des Stoffes/des Gemisches) zunächst unabdingbar. Eine negative Nachhaltigkeitsbewertung wird entsprechend relativiert. Allerdings sollte die Verfügbarkeit von Alternativen regelmäßig geprüft werden.

Substitution ist ein komplexer Prozess und im Rahmen dieses Leitfadens kann nur die Aufmerksamkeit auf dieses Thema gerichtet werden; konkrete Substitutionsszenarien werden hier nicht dargelegt. Eine Übersicht zum Thema findet sich in der Veröffentlichung von Lißner und Lohse 2006. Eine „Anleitung zur Substitution“ bietet z. B. der Leitfaden, der von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin veröffentlicht worden ist als Technische Regel Ge-

fahrstoffe (TRGS) 600³³. Im Anhang 7 werden einige grundlegende Überlegungen zur Substitution dargestellt, die zu einer ersten Bewertung ausreichen.

Gute Beispiele für Substitution und viele hilfreiche Informationen zu diesem Thema finden Sie auf der Internetseite des Projektes „Subsport“. Die Abkürzung steht für Substitutions-Portal³⁴. Besonders anschaulich sind die Fallbeispiele.

Wir führen in unserem Leitfaden an dieser Stelle die wichtigsten, die Substitutionsentscheidung beeinflussenden Faktoren auf:

- ▶ Durch eine Substitution sollte die Produktqualität erhalten oder verbessert werden.
- ▶ Eine Substitution sollte keine Risiken für Mensch und Umwelt verschieben oder erhöhen, insgesamt sollten sich die Risiken (für alle Schutzgüter) verringern.
- ▶ Substitution kann nur dann funktionieren, wenn sowohl im eigenen Betrieb, als auch beim Kunden die technischen Voraussetzungen gegeben sind. Das heißt z. B., dass Prozesse nicht auf den zu ersetzenden Stoff abgestimmt sein dürfen.
- ▶ Substitution ist nur dann eine nachhaltige Lösung für ein stoffbezogenes Problem, wenn sowohl gesellschaftlich, als auch betrieblich die Kosten für den Ersatz die Kosten für mögliche oder tatsächliche Schäden unterschreiten.

Bei Substitutions-Aufgaben werden oft problematische Stoffe durch strukturell sehr ähnliche Stoffe ersetzt. Diese sogenannte „1:1“-Substitution ist einfach, da in vielen Fällen am Prozess selber keine Änderungen (außer dem Stoff-Austausch) vorgenommen werden müssen. Sie führt aber sehr oft auch dazu, dass nach einiger Zeit erneut ein Ersatzstoff gesucht werden muss, da der eingesetzte, ähnliche Stoff oftmals auch ähnlich problematische Eigenschaften hat. Mittel- und langfristiger sind Ersatzlösungen, die entweder anders strukturierte Stoffe

verwenden („Systemwechsel“), oder bei denen ganz andere Lösungen gefunden werden („Pfadwechsel“). Dies können z. B. Veränderungen im Produktdesign sein, die den Einsatz der problematischen Stoffe, z. B. Flammenschutzmittel, überflüssig werden lassen.

Relevanz in Bezug auf stoffbezogene Kriterien: Die Substituierbarkeit wirkt sich auf die Bewertung aller stoffbezogenen Kriterien aus.

Anwendbarkeit des Kriteriums: Grundsätzlich kann für jeden Stoff und jedes Gemisch geprüft werden, ob die Verwendung vermieden werden kann und sollte. Vor diesem Hintergrund ist das Kriterium auf alle Stoffherstellungen und -verwendungen anwendbar. Die Substitutionsmöglichkeiten werden oft weniger und komplizierter, je spezifischer die Funktionalität eines Stoffes oder eines Gemisches, bzw. je essenzieller er für ein Produkt oder einen Prozess ist.

Zugrunde liegende Informationen: Die Informationen zur Prüfung von Alternativen (Substitution) sind vielfältiger Art und beinhalten v. a.:

- ▶ Betriebswirtschaftlichen Quellen zur Bewertung der finanziellen Machbarkeit einer Substitution,
- ▶ Aussagen von Kunden zur Produkt- oder Prozessqualität,
- ▶ Datenbanken (z. B. im Internet) zu Alternativen,
- ▶ Informationen zu Stoffeigenschaften, Verwendungen und möglichen Expositionen bzw. Risiken und
- ▶ Technische Substitutionserfahrungen.

Bewertung: Jedes Unternehmen muss im Einzelfall entscheiden, ob die Nachhaltigkeitsbewertung eines Stoffes oder eines Gemisches eine Substitution erforderlich macht (rechtfertigt) oder nicht. Je „einfacher“ und kostengünstiger eine Substitution möglich ist, desto höher ist die Substituierbarkeit des Stoffes / des Gemisches und desto mehr fällt eine negative Bewertung der Nachhaltigkeit aufgrund der stoffbezogenen Kriterien in das Gewicht. Diese Bewertung ist nicht standardisierbar und deshalb können keine Bewertungsmaßstäbe angegeben werden.

³³ www.baua.bund.de/nn_78960/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-600.pdf

³⁴ Die Internetseite finden Sie unter der folgenden Adresse: <http://www.subsport.eu/?lang=de>. (Zuletzt überprüft am 28. Juni 2016).

2.2.6 Das Nutzenpotenzial des Stoffes

Das Nutzenpotential setzt sich aus der Qualität der (End-) Produkte, dem gesellschaftlichen Nutzen, dem Nutzen für die Umwelt sowie dem betriebswirtschaftlichen Nutzen zusammen.

Stoffe können sehr unterschiedliche Funktionen haben, sowohl in Gemischen, als auch in Erzeugnissen, in die sie eingebracht werden. Um das Nutzenpotential zu ermitteln, ist jeweils die Relevanz des Stoffes für die Funktionsfähigkeit oder die entsprechende Qualität des Endproduktes zu ermitteln. Die Funktionen von Stoffen für die Endprodukte können unterschiedlichen Bereichen zugeordnet werden. Eine mögliche Unterteilung ist im Folgenden aufgeführt und wird im Anhang 8 näher erläutert.

Nutzenpotenziale von Stoffen werden erst bei der Betrachtung der Endprodukte realisiert, in denen sie verwendet werden; es sei denn, sie werden als Prozesshilfsstoff verwendet. Die Nutzenpotenziale können unterschieden werden nach:

- ▶ Qualität von (End-) Produkten: Der Stoff trägt wesentlich zur Produktqualität bei (z. B. Langlebigkeit, Sicherheit, Gewicht), z. B. Oberflächenbeschichtungen als Schutz vor mechanischen Verletzungen.
- ▶ Das Endprodukt hat einen hohen gesellschaftlichen Nutzen, der wesentlich durch den Einsatz des Stoffes vermittelt wird. Z. B. Feuerlösch-Schäume.
- ▶ Umweltnutzen von Produkten entstehen z. B. durch eine Verbesserung der Produktqualität oder durch die vorgesehene Verwendung des Produktes im Sinne des Umweltschutzes
- ▶ Betriebswirtschaftlicher Nutzen. Mit dem Produkt, in dem der Stoff eingesetzt wird, kann ein hoher Gewinn erzielt werden.

Relevanz in Bezug auf stoffbezogene Kriterien:

Das Nutzenpotential eines Stoffes wirkt sich auf die Bewertung aller stoffbezogenen Kriterien aus.

Die Bewertung des Nutzenpotenzials durch eine bestimmte Funktionalität eines Stoffes, eines Gemisches oder eines Endproduktes, kann das Gesamtergebnis der Bewertung der Stoffeigenschaften relativieren. Werden die Nutzen eines Stoffes als sehr hoch angesehen, kann ggf. eine eher schlechte Bilanz der Nachhaltigkeit bezüglich der stoffbezogenen Kriterien in Kauf genommen oder aufgewogen werden. Dieser Ansatz wird z. B. verfolgt, wenn für Stoffe sozio-ökonomische Analysen („SEA“, „socio-economic analysis“) durchgeführt werden³⁵.

Eine vollständige SEA, die sicherlich wertvolle Informationen zur Nachhaltigkeitsbewertung hervorbringen würde, ist sehr umfangreich und arbeitsaufwändig. Allerdings ist auch durch „gesunden Menschenverstand“ eine Bewertung von gesellschaftlichen Kosten und Nutzen möglich, was vielfach zwar zu deutlich weniger differenzierten und nicht „belegbaren“ aber dennoch zu gleichen Ergebnissen führt.

Anwendbarkeit des Kriteriums: Das Kriterium ist auf alle Stoffe anwendbar.

Zugrunde liegende Informationen: Funktionalitäten von Stoffen basieren auf ihren chemischen Eigenschaften und sind von den Herstellern und Verwendern erwünscht und ihnen bekannt.

Funktionalitäten von Gemischen werden ebenfalls gezielt durch den Zusatz einzelner Stoffe erreicht und sind weitgehend bekannt. Allerdings ist oft das Zusammenwirken von Stoffen wichtig, weshalb die Bedeutung einzelner Stoffe komplexer zu erfassen ist.

Werden Stoffe in Erzeugnissen verwendet, so können nur sehr unnötige Funktionalitäten ebenso wie solche

³⁵ Die Sozioökonomische Analyse dient der strukturierten Erfassung von gesellschaftlichen Nutzen und Kosten eines bestimmten Sachgegenstandes. Unter anderem wurden in der Vergangenheit solche Analysen im Rahmen des Altstoffprogramms der EU durchgeführt, um herauszufinden, welche Maßnahmen zur Verringerung der Risiken, die mit dem Einsatz des betrachteten Stoffes verbunden sind, am effizientesten sind, also am wenigsten Kosten verursachen und den höchsten gesellschaftlichen Nutzen herbeiführen. Hierbei werden viele Größen quantifiziert und als Kosten oder Einsparung beschrieben. Unter REACH wird die Sozioökonomische Analyse im Rahmen des Zulassungsverfahrens auch von der Industrie selbst durchgeführt werden, um Anträge auf die Zulassung von Stoffen zu begründen. Hierfür soll ein eigenständiger Leitfadener entwickelt werden.

mit sehr hohem Nutzen den Einzelstoffen eindeutig zugeordnet werden. In dem meisten Fällen ist dies nicht möglich, insbesondere wenn es sich um Massenchemikalien handelt. Hier ist das Produkt als Ganzes einer Nutzenbetrachtung zu unterziehen und Fragestellungen von Produktdesign etc. werden wichtiger.

Bewertung: Die Bewertung des Nutzens eines Chemikalieneinsatzes kann je nach gesellschaftlichem Akteur sehr unterschiedlich ausfallen. Dies gilt insbesondere bei Produkten, die zwar bezogen auf ihren gesellschaftlichen Nutzen bzw. hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Umwelt als problematisch einzuschätzen sind, sich aber betriebswirtschaftlich gut rechnen.

Das vorgestellte Kriterium ist hilfreich, um eine nachvollziehbare Analyse des Nutzens eines Stoffes anzuregen.

Es kann Fälle geben, in denen Sie problematische Stoffe einsetzen, um einen bestimmten Nutzen zu erzielen – z. B. Flammenschutz mit halogenhaltigen Flammenschutzmitteln. Prüfen Sie in diesen Fällen, ob es Substitute gibt, die Ihnen den gleichen Nutzen bringen, aber die problematischen Eigenschaften der „Standardlösung“ vermeiden. Hinweise hierzu finden Sie im Kapitel 2.2.5 weiter oben.

2.2.7 Innovationspotenziale des Stoffes

Der Einsatz nachhaltiger Substanzen kann die Produktqualität insgesamt verbessern (z. B. einfacherer Umgang mit dem Produkt, Vermeidung von Kosten für Risikomanagementmaßnahmen). Er kann zu Produkt- und Prozessinnovationen führen. Er kann die Durchdringung des Marktes mit in dieser Hinsicht innovativen Produkten fördern. Dies alles sollte bei der Bewertung nachhaltiger Chemikalien als Vorteil erkannt werden. Hierfür ist es sehr wichtig, Nachhaltigkeitsaspekte bei Produktentwicklungen transparent zu dokumentieren und zu vermitteln.

Nachhaltige Stoffe, die keine problematischen Eigenschaften für Mensch und Umwelt haben, werden auch keinen regulativen Beschränkungen unterworfen werden. Für Sie und Ihre Produktionsprozesse bedeutet dies: die Stoffe werden Ihnen auch mittel-

und langfristig zur Verfügung stehen (falls sie nicht aus anderen Gründen knapp werden). Dies gibt Ihnen Richtungssicherheit bei produkt- und prozessbezogenen Entscheidungen.

Nachhaltigkeit von Stoffen und Produkten spielt insbesondere in ökologisch geprägten Märkten (ökologisch erzeugte Produkte, vom Lebensmittel über Bekleidung bis zum Möbelstück) eine Rolle. Zukünftig werden solche Anforderungen noch stärker als sie z. T. schon bisher für Stoffe gefordert werden, die in Endprodukten mit besonders hoher Gesundheitsrelevanz verwendet werden (z. B. Bekleidung, Kosmetika, Produkte für Säuglinge und Kleinkinder, Bauprodukte für den Innenraum). Die Herstellung und Verwendung von nachhaltigen Stoffen ist auch wichtig, um entsprechende Unternehmensphilosophien mit Leben zu füllen.

Relevanz in Bezug auf stoffbezogene Kriterien: Das Innovationspotential eines Stoffes wirkt sich auf die Bewertung aller stoffbezogenen Kriterien aus.

Anwendbarkeit des Kriteriums: Die Verbindung der Verwendung nachhaltiger Stoffe mit Innovationstätigkeiten ist eher eine Frage des Designs von Innovationsprozessen und des Zeitpunktes, als eine, die die grundsätzliche Bewertung der Nachhaltigkeit von Stoffen berührt. Das Kriterium kann auf Stoffe und auf Gemische angewendet werden.

Zugrunde liegende Informationen: Das Kriterium kann anhand des eigenen Wissens über Märkte und Produktionsprozesse reflektiert werden.

Bewertung: Die Bewertung des Innovationspotentials eines Chemikalieneinsatzes kann je nach gesellschaftlichem Akteur sehr unterschiedlich ausfallen. Dies gilt insbesondere bei Produkten, die zwar ein hohes wirtschaftliches Potential versprechen, sich aber hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Umwelt als problematisch erweisen.

Das vorgestellte Kriterium ist hilfreich, um eine nachvollziehbare Analyse des Innovationspotentials eines Stoffes anzuregen.

Seite 46 – 51

3.0

Goldene Regeln





3.0 Goldene Regeln

Die jetzt folgenden neun goldenen Regeln fassen wichtige Grundsätze der nachhaltigen Chemie zusammen. Dies ist natürlich nur durch eine grobe Vereinfachung möglich (und daher können die Regeln auch nicht die Detailausführungen der vorhergehenden Kapitel ersetzen). Aber sie lassen die grundlegende Ausrichtung klar erkennen, die ein nachhaltiges Chemikalienmanagement auszeichnet. Und sie können Ihnen Richtungssicherheit bei Detailentscheidungen geben.

REGEL 1

Nehmen Sie möglichst nur Stoffe, die sich nicht auf Problemstofflisten befinden! So tragen Sie dazu bei, Risiken signifikant zu verringern und vermeiden, dass Ihnen durch gesetzliche Schritte diese Rohstoffe in Zukunft nicht mehr zur Verfügung stehen.



REGEL 2

Überprüfen Sie bei problematischen Stoffen ihre Verwendungen und den möglichen Nutzen des Stoffes. Wenn ein Ersatz nicht möglich ist, übernehmen Sie die Verantwortung für die Verwendung. Bewerten Sie hierbei nicht nur den Stoff allein, sondern seinen gesamten Lebensweg.





REGEL 3

Verwenden Sie möglichst nur Stoffe, die nicht gesundheitsschädlich sind (insbesondere keine, die als krebserzeugend, mutagen oder reproduktionstoxisch gekennzeichnet sind), in der Umwelt rasch abgebaut werden, nicht bioakkumulieren und sich nicht weit verteilen! Sie haben bei diesen Stoffen auch weniger Aufwand mit Risikomanagementmaßnahmen.

REGEL 4

Verwenden Sie möglichst keine Stoffe, die nach dem Einfachen Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG) ein hohes Maß an Risikomanagement erfordern! Das schützt Ihre Arbeitnehmenden und verringert Ihre Kosten.





REGEL 5

Bevorzugen Sie Stoffe, an denen kein Mangel besteht bzw. die aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Zum einen werden Sie dafür weniger bezahlen müssen. Zum anderen stehen Sie Ihnen wahrscheinlich auch in zwanzig Jahren noch zur Verfügung.

REGEL 6

Vermeiden Sie lange Transportwege in der gesamten Lieferkette – besonders bei Stoffen, die Sie in großen Mengen einsetzen! Transporte bedeuten immer auch Umweltbelastungen.



REGEL 7

Achten Sie bei Stoffen, die Sie in hohen Mengen einsetzen, auf einen niedrigen Energie- und Wasserverbrauch bei ihrer Herstellung sowie auf ein niedriges Abfallaufkommen bei Herstellung und Verwendung! So schonen Sie begrenzte Ressourcen.



REGEL 8

Achten Sie in Ihrem Unternehmen und bei Ihren Lieferanten auf die Einhaltung anspruchsvoller Umwelt- und Sozialstandards. Verwenden Sie möglichst nur Stoffe, deren Lieferkette Sie nachvollziehen können und deren Akteure sich der Nachhaltigkeit verpflichtet haben! So fördern Sie Unternehmen, die ihrer Verantwortung in der Lieferkette gerecht werden.

REGEL 9

Darüber hinaus sollten Sie möglichst keine Produkte herstellen, für die kein gesellschaftlicher und/oder kein Verbrauchernutzen erkennbar ist.

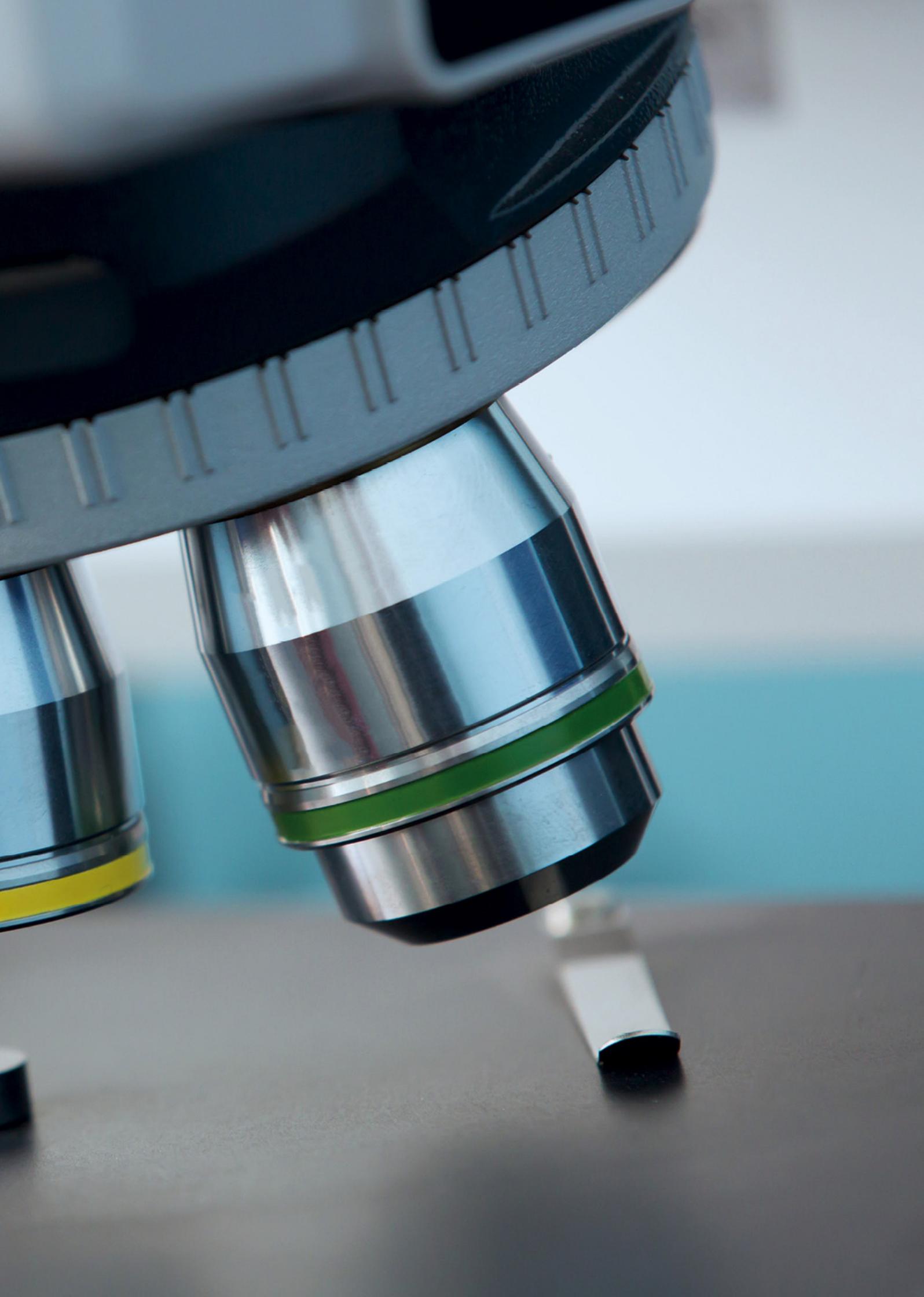




Seite 52 – 55

4.0

Ausblick



4.0 Ausblick

Dieser Leitfaden soll Ihnen helfen, verstärkt Nachhaltigkeitsaspekte zu berücksichtigen, wenn Sie Chemikalien auswählen.

Die im Kapitel 2 genannten Kriterien ermöglichen Ihnen eine Analyse, bei welchen Themenfeldern für den betrachteten Stoff Handlungs- bzw. Informationsbedarf besteht und ggf. ein Ersatz durch weniger problematische Stoffe sinnvoll ist. Wenn Sie problematische Stoffe nicht ersetzen können, geben Ihnen die stoffbezogenen Kriterien Anhaltspunkte, wie Sie die Verwendungen dieser Stoffe nachhaltiger gestalten können.

Zu diesem Leitfaden gibt es auch ein Access-gestütztes Bewertungsinstrument: Sub-Select. In ihm werden zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Stoffen und Gemischen dieselben stoffbezogenen Kriterien angewandt, die wir Ihnen in diesem Leitfaden vorgestellt haben. Es erleichtert Ihnen an vielen Stellen die Bewertung, da Bezugsinformationen für die Bewertung in der Access-Datei hinterlegt sind. Z. B. die aktuellen Fassungen der Problemstofflisten. Die nebenstehende Seite zeigt Ihnen die Startseite von SubSelect.

SubSelect bietet Ihnen noch eine besondere Möglichkeit: Sie können die Nachhaltigkeitsbewertung anhand der Kriterien, die Sie für Stoffe bereits kennengelernt haben, auch gezielt für Gemische durchführen. SubSelect speichert einmal von Ihnen eingegebene Daten für Stoffe.

Diesen Leitfaden und SubSelect gibt es sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache.

Den Leitfaden in Deutsch und Englisch bekommen Sie hier:

<https://www.umweltbundesamt.de>

SubSelect, das elektronische Instrument zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Stoffen und Gemischen, bekommen Sie hier:

<https://www.umweltbundesamt.de>

Sie können Ihre Arbeit mit dem Leitfaden für mehr Nachhaltigkeit auch für Ihre Öffentlichkeitsarbeit nutzen. Der Leitfaden kann auch für betriebliche Schulungen oder für den Austausch mit Ihren Lieferanten bzw. Kunden eingesetzt werden.

Mit Ihren Fragen zu unseren Instrumenten, zur Nachhaltigkeit von Chemikalien und zu Unterstützungsmöglichkeiten für die Bewertungsaufgaben können Sie sich gerne direkt an uns wenden:

- ▶ Christopher Blum, Umweltbundesamt
christopher.blum@uba.de
- ▶ Antonia Reihlen (SubSelect), Ökopol
reihlen@oekopol.de
- ▶ Dirk Bunke (Leitfaden), Öko-Institut
d.bunke@oeko.de

Legen Sie los! Es lohnt sich, Wert auf nachhaltigere Chemikalien zu legen. Für Sie, Ihre Kunden, Ihre Arbeitnehmenden und die Umwelt.

SubSelect – Das elektronische Instrument zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Stoffen und Gemischen

<https://www.umweltbundesamt.de/dokument/subselect-instrument-zur-auswahl-nachhaltiger>

Zu diesem Leitfaden gibt es ein Access-gestütztes Bewertungsinstrument: SubSelect.

In ihm werden zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Stoffen und Gemischen dieselben stoffbezogenen Kriterien angewandt, die wir Ihnen in diesem Leitfaden vorgestellt haben.

SubSelect bietet Ihnen eine besondere

Möglichkeit: Sie können die Nachhaltigkeitsbewertung anhand der Kriterien, die Sie für Stoffe bereits kennengelernt haben, auch gezielt für Gemische durchführen.

SubSelect speichert einmal von Ihnen eingegebene Daten für Stoffe.

LEGEN SIE LOS!

Es lohnt sich, Wert auf nachhaltigere Chemikalien zu legen. Für Sie, Ihre Kunden, Ihre Arbeitnehmenden und die Umwelt.



Seite 56 – 57

LI

Literatur

Literatur

BAuA (2008): Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG). EMKG Version 2.1 und Schutzleitfäden; Stand: 05.11.2008. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund.
http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/EMKG/EMKG__content.html

BAuA (2009): Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG). Merkblatt zur Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 zur Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen in Kraft (CLP-Verordnung) und dem EMKG. http://www.baua.de/nn_18306/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/EMKG/pdf/EMKG-Modul.pdf?

Bundesgesetzblatt (2009): Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung – Biokraft-NachV). Vom 30 September 2009. In: Bundesgesetzblatt 2009, Teil I Nr. 65, ausgegeben am 5. Oktober 2009, 3182 - 3212

ICCA International Council of Chemical Association (2009): Innovations for Greenhouse Gas Reductions. A life cycle quantification of carbon abatement solutions enabled by the chemical industry. July 2009; <https://www.americanchemistry.com/Policy/Energy/Climate-Study/Innovations-for-Greenhouse-Gas-Reductions.pdf>

Lißner, L.; Lohse, J. (2006): Braucht Substitution mehr Staat oder mehr Markt? In: UWSF – Z Umweltchem Ökotox 18 (3) 193 – 200

Umweltbundesamt (2003): Leitfaden zur Anwendung umweltverträglicher Stoffe für die Hersteller und gewerblichen Anwender gewässerrelevanter Chemischer Produkte, Teil 2, Berlin 2003

Umweltbundesamt (2008): Nachhaltige Chemie. Positionen und Kriterien des Umweltbundesamtes. Umweltbundesamt Dessau 2008



Seite 58 – 59

AK

Abkürzungs-
verzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

BAT	Beste verfügbare Techniken (Best available techniques)
BCF	Biokonzentrationsfaktor
BREF-Dokumente	Referenzdokumente zur besten verfügbaren Technik innerhalb eines Branche (Best available techniques reference document).
C&L	Einstufung und Kennzeichnung (Classification and labelling)
CLP-Verordnung	VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/200
CMR	Krebserzeugende, erbgutverändernde oder reproduktionstoxische Stoffe
DNEL	Derived No Effect Level (engl.): abgeleitete (rechnerische) Expositionshöhe, bei der keine schädliche Auswirkung mehr zu erwarten ist.
ECHA	Europäische Chemikalienagentur (European Chemicals Agency)
EDC	Hormonell wirksame Chemikalien (Endocrine disrupting chemical)
EMKG	Einfaches Maßnahmen-Konzept Gefahrstoffe. Von der BAuA erarbeitetes generisches Modell zur Expositionsbeurteilung am Arbeitsplatz
EPD	Umweltproduktklärung (Environmental product declaration)
Erzeugnis	Gegenstand, der bei der Herstellung eine spezifische Form, Oberfläche oder Gestalt erhält, die in größerem Maße als die chemische Zusammensetzung seine Funktion bestimmt (REACH Art. 3 (3)).
Exposition	Exponere (lat): ausgesetzt sein. Kontakt (Berührung) zwischen einem chemischen Stoff oder einem physikalischen oder biologischen Agens einerseits und einem Organismus oder einem Umwelt-kompartiment andererseits.
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Point
Inhärente Eigenschaften	Innewohnend Eigenschaft eines Stoffes
Intrinsische Eigenschaften	Innewohnende Eigenschaft eines Stoffes
KMU	Kleine und mittelständische Unternehmen
LCA	Lebenszyklusanalyse (Life cycle analysis)
LC50	Konzentration, bei der 50 % der Testorganismen sterben
LogKow	Logarithmus des Verteilungskoeffizienten eines Stoffes zwischen Octanol und Wasser
PBT	Persistente, bioakkumulative und toxische Stoffe
PC-Eigenschaften	physikalisch-chemische Eigenschaften
PEC	Predicted Environmental Concentration (engl.): rechnerisch ermittelte, vorhergesagte Umweltkonzentration.
PNEC	Predicted No Effect Concentration (engl.): abgeschätzte Nicht-Effekt-Konzentration, d.h. eine abgeleitete (rechnerische) Konzentration in der Umwelt, bei der keine schädliche Auswirkung mehr zu erwarten ist.
REACH	Europäische Verordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien ((EC) No 1907/2006).
SVHC	besonders besorgniserregende Stoffe (Substances of very high concern)
vPvB	Sehr persistente und sehr bioakkumulierbare Stoffe

Seite 60 – 72

AH

Anhänge



Anhänge

Anhang 1 – Links zu Stofflisten

REACH-Kandidatenliste besonders besorgniserregender Stoffe und weitere Informationen:	http://echa.europa.eu/chem_data/candidate_list_table_en.asp https://echa.europa.eu/addressing-chemicals-of-concern https://echa.europa.eu/addressing-chemicals-of-concern/substances-of-potential-concern https://echa.europa.eu/addressing-chemicals-of-concern/restrictions/substances-restricted-under-reach
Prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie:	http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/priority_substances.htm
Helcom list of substances of possible concern:	http://www.helcom.fi/Recommendations/en_GB/rec19_5/ https://portal.helcom.fi/meetings/PRESSURE%203-2015-278/Documents/Presentation%201_Overview%20of%20hazardous%20substances%20included%20in%20the%20BSAP_Secretariat.pdf
Ospar list of substances of possible concern (Datenbank zum Suchen von Stoffen) und Liste zum herunterladen:	http://www.ospar.org/content/content.asp?-menu=00950304450000_000000_000000 http://www.ospar.org/work-areas/hasec/chemicals/possible-concern
Ospar list of substances for priority action:	http://www.ospar.org/work-areas/hasec/chemicals/priority-action
Stockholm Konvention POPs:	http://www.pops.int/documents/convtext/convtext_en.pdf http://chm.pops.int/ https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/chemikalien-management/stockholm-konvention https://de.wikipedia.org/wiki/Stockholmer_%C3%9Cbereinkommen
Montreal Protokoll:	http://ozone.unep.org/
SIN (Substitute it now) – Liste:	http://chemsec.org/business-tool/sin-list/

Anhang 2 – PBT/vPvB – Kriterien nach REACH Anhang XIII

Kriterium	PBT	vPvB
Persistenz		
Halbwertszeit in Meerwasser oder	> 40 Tage	> 60 Tage
Halbwertszeit in Süßwasser oder Flussmündungen oder	> 40 Tage	> 60 Tage
Halbwertszeit in Meeressediment oder	> 180 Tage	> 180 Tage
Halbwertszeit in Süßwasser-sediment oder Flussmündungs-sediment oder	> 120 Tage	> 180 Tage
Halbwertszeit im Boden	> 120 Tage	> 180 Tage
Bioakkumulierbarkeit		
Biokonzentrationsfaktor	> 2 000	> 5 000
Toxizität		
Konzentration, bei der keine Langzeitwirkungen (Langzeit no-observed effect concentration – NOEC) auf Meeres- oder Süßwasserlebewesen beobachtet oder	< 0,01 mg/l	Nicht anwendbar
Stoff ist oder	karzinogen (Kategorie 1A oder 1B), mutagen (Kategorie 1A oder 1B) oder fortpflanzungsgefährdend (Kategorie 1A, 1B oder 2)	
Einstufung nach CLP-Verordnung	Spezifische Zielorgantoxizität – wiederholte Exposition (STOT RE Kategorie 1 oder 2)	

Anhang 3 – Links zu Datenbanken und Bewertungsinstrumenten

3.1 PROBAS Datenbank des Umweltbundesamtes

In der Probas Datenbank sind zu verschiedenen Materialien und Prozessen Informationen zusammengetragen. Ausgehend von einer definierten Menge Produkt (z. B. 1 kg Kupfer) werden zunächst die benötigten Inputs zusammengestellt (Energie, stoffliche Inputs, Wasser). Für die Bewertung des Energieverbrauchs sind die aggregierten Werte KEA und KEV hilfreich, die Maße für den Verbrauch von Energieträgern über die Herstellungskette zusammenrechnen (Tabelle „Ressourcen“). Der Wassereinsatz kann der Tabelle „Inputs“ entnommen werden. In der letzten Tabelle „Abfälle“ sind die Abfallmengen entlang der Herstellungskette zusammengetragen. <http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php>

3.2 MIPS-Konzept des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie GmbH

MIPS steht für Materialinput pro Serviceeinheit. Nach diesem Konzept werden die Umweltauswirkungen eines Stoffes, Materials, Produktes oder einer Dienstleistung

anhand der zur Herstellung bzw. Bereitstellung notwendigen materiellen Verbräuche berechnet. Auf den Internetseiten zum MIPS-Konzept wird ein Datenerhebungsbogen (Excel) bereitgestellt, anhand derer die Materialinputs strukturiert erfasst werden können. Weiterhin kann eine Liste mit Materialintensitäten für diverse Rohstoffe und Chemikalien heruntergeladen werden.

Für das in diesem Leitfaden beschriebene Bewertungskonzept können der Materialliste die Wasser- verbräuche entnommen werden. Energieverbräuche werden nicht aufgeführt. Eine Bewertung bezüglich der Erneuerbarkeit der Rohstoffe wird nicht vorgenommen. Mittels des Excelsheets können eigenständige Bewertungen vorgenommen werden. http://www.wupperinst.org/de/projekte/themen_online/mips/index.html

Das Direktorat Forschung der Europäischen Kommission stellt auf einer Website Informationen, Tools und Datenbanken zur Erstellung von Lebenszyklusanalysen kostenfrei bereit. <http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/directory.vm>

Anhang 4 – Hinweise auf weiterführende Informationsquellen

In diesem Anhang werden einige Informationsquellen genannt, die weiterführende Informationen zu den einzelnen angesprochenen Kriterien liefern. Die Aufstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, kann aber gute Hilfestellungen geben. In vielen Branchen gibt es zusätzliche branchenspezifische Informationen. Hier sollten die jeweiligen Verbände angesprochen werden.

Übersicht über das Themenfeld „Nachhaltige Chemie“ und weitere Literaturhinweise:

Das Hintergrundpapier des Umweltbundesamtes zur nachhaltigen Chemie gibt einen guten Überblick über die Vielfalt der Themen, die zur nachhaltigen Chemie gehören. Es kann heruntergeladen werden

von der folgenden Internetseite: http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3734

Methodik, um branchenspezifisch Schwerpunkte im Risikomanagement in Lieferketten setzen zu können:

Das HACCP-Konzept („Hazard Analysis and Critical Control Point) ist speziell für die Lebensmittelbranche entwickelt worden. Das Konzept kann aber auch in anderen Branchen angewendet werden. Informationen hierzu finden sich unter: http://www.bfr.bund.de/cm/234/fragen_und_antworten_zum_hazard_analysis_and_critical_control_point_haccp_konzept.pdf

Branchenspezifische Dokumentation der besten verfügbaren Techniken:

Sie sind in den sog. BREF-Dokumenten beschrieben, deren Umsetzung zu Ressourceneinsparungen und Emissionsverringerungen führen. <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>

Branchenspezifische Listen problematischer Stoffe:

In der Liste deklarationspflichtiger Stoffe der Automobilindustrie sind viele der existierenden Listen zusammengefasst worden (Global Automotive Declared Substance List der Automobilindustrie (www.gadsl.org)). Branchenunabhängige Listen werden im Anhang 1 dieses Leitfadens genannt.

Datenbanken mit Informationen zu Gefahrstoffen:

Öffentlich verfügbar sind u. a. der gemeinsame Stoffdatenpool von Bund und Ländern (<http://www.gsbl.de/index.html>) und die europäische Datenbank des Joint Research Centers in Ispra zur Einstufung und Kennzeichnung (<http://ecb.jrc.ec.europa.eu/classification-labelling/search-classlab/>). Informationen zu mehr als 5.000 Gefahrstoffen stehen zur Verfügung in GESTIS, dem Gefahrstoffinformationssystem der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (<http://www.dguv.de/ifa/GESTIS/GESTIS-Stoffdatenbank/index.jsp> – zuletzt überprüft am 29. Juni 2016). Hier finden Sie zum Beispiel die H-Sätze eines Stoffes und Angaben zu seiner Wasserlöslichkeit, dem Dampfdruck und anderen physikalisch-chemischen Größen.

Sehr umfangreiche Daten sowohl zu physikalisch-chemischen Eigenschaften als auch zu gefährlichen Eigenschaften für Mensch und Umwelt enthält das internationale Portal eChem (http://www.echemportal.org/echemportal/index?pageID=0&request_locale=en – zuletzt geprüft am 29. Juni 2016).

Hilfsmittel zur Bestimmung von arbeitsplatzbezogenen Risikomanagement-Maßnahmen:

Das einfache Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG) der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin ermöglicht unter Nutzung weniger, im Unternehmen verfügbarer Informationen die Ermitt-

lung der angemessenen Risikomanagement-Maßnahmen für den Umgang mit Gefahrstoffen. Es ist auf der folgenden Internetseite zum Herunterladen verfügbar: <http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd64.html>

Hilfestellungen zur Stoffsicherheitsbeurteilung, zur Expositions- und Risikobewertung:

Eine vollständige Betrachtung der Emissionen entlang des Lebensweges eines Stoffes ist in diesem Leitfadens nicht leistbar. Themenbezogene Publikationen, wie die Veröffentlichungen der europäischen Chemikalienagentur geben hierzu jedoch detailliert Auskunft.

Der Leitfaden der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) zu den Informationsanforderungen und zur Stoffsicherheitsbeurteilung beschreibt die Methodik der Expositionsbeurteilung und Risikocharakterisierung. Von der ECHA sind weitere Leitfäden vorgelegt worden. http://guidance.echa.europa.eu/guidance_en.htm

Zur standardisierten Beschreibung der Verwendungen von Stoffen sind im Rahmen von REACH die Verwendungs-„Deskriptoren“ („use descriptors“) entwickelt worden. Sie werden in einem Leitfaden der ECHA beschrieben (Leitlinie der Europäischen Chemikalienagentur zu den Informationsanforderungen und zur Stoffsicherheitsbeurteilung, Teil R12). Diese Leitlinie ist erhältlich auf der Internetseite der Europäischen Chemikalienagentur. <http://echa.europa.eu/de/guidance-documents/guidance-on-reach>

Der VCI REACH-Praxisführer zur Expositionsbeurteilung und Kommunikation in den Lieferketten gibt eine Einführung in die Thematik mit Hinweisen für die Umsetzung in der Praxis. Sie können ihn von uns kostenfrei erhalten, schreiben Sie dafür eine E-Mail an d.bunke@oeko.de

Modelle zur Expositionsabschätzung:

Zur Expositionsabschätzung im Rahmen der Stoffbewertung sind unterschiedliche Modelle entwickelt worden. Eine Übersicht hierzu wird in Teil IV des eben genannten REACH-Praxisführers gegeben. Im Mai 2009

ist die überarbeitete Fassung des frei verfügbaren Instruments ECETOC TRA („Targeted Risk Assessment“) veröffentlicht worden. (<http://www.ecetoc.org/tra>)

Hilfestellungen zur Substitution:

Eine „Anleitung zur Substitution“ bietet z. B. der Leitfaden, der von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin als Technische Regel Gefahrstoffe (TRGS) 600 veröffentlicht worden ist: www.baua.bund.de/nn_78960/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-600.pdf

Eine gute Übersicht zum Thema findet sich in der Veröffentlichung von Lißner und Lohse (Lißner, L.; Lohse, J. (2006); Braucht Substitution mehr Staat oder mehr Markt? In: UWSF – Z Umweltchem Ökotox 18 (3) 193 – 200).

Anhang 5 – Die Einstufung von Stoffen und Sicherheitsinformationen in der Lieferkette

Drei der acht stoffbezogenen Kriterien nutzen bestehende Einstufungen eines Stoffes als Indikatoren (die Kriterien zu den physikalisch-chemischen, den humantoxischen und ökotoxischen Eigenschaften (s. Kapitel 2.1.2, 2.1.3 und 2.1.4). Diese Information ist von den Stoffherstellern oder Importeuren zu erzeugen und liegt den Anwendern von Stoffen und Gemischen in Form von Sicherheitsdatenblättern, REACH-Information oder Produktetiketten vor. Auch Informationen zur Gefährlichkeit für die Umwelt (s. Kapitel 2.1.4) und zur Mobilität (s. Kapitel 2.1.5) sind in der Regel im Sicherheitsdatenblatt vorhanden. Daher wird hier kurz auf die Informationsquelle Sicherheitsdatenblatt und die rechtlichen Grundlagen eingegangen:

Stoffe sind entsprechend der CLP-Verordnung einzustufen und zu kennzeichnen. Hierfür sind alle verfügbaren Informationen, einschließlich denen, die zur REACH-Registrierung erzeugt werden, zu verwenden. Hersteller und Importeure eines Stoffes sind unter REACH verpflichtet, je nach produzierter Tonnage, Informationen über einen Stoff für die Registrierung zusammen zu stellen oder zu erzeugen. Neben der Verwendung zur Einstufung und Kennzeichnung, ist ein Teil dieser Informationen (Ergebnisse von

Tests/Studien) mit dem Sicherheitsdatenblatt an die nachgeschalteten Anwender zu übermitteln. Fehlende Informationen sollten im Sicherheitsdatenblatt gekennzeichnet sein (z. B. Hinweis „nicht getestet“, Information nicht vorhanden).

Nachgeschaltete Anwender von Stoffen und Gemischen erhalten Sicherheitsinformationen zu einem Stoff oder einem Gemisch von ihrem Lieferanten. Insbesondere in der Übergangsphase von REACH sollten sie darauf achten, dass diese Informationen insbesondere nach der Registrierung eines Stoffes neue Daten erhalten (können).

Das Fehlen von Angaben zu Stoffeigenschaften im Sicherheitsdatenblatt, sowie die allgemeine Angaben, dass eine Eigenschaft „nicht zutrifft“, sind nicht eindeutig nach zu vollziehen. Hier ist unklar, ob die Aussage aufgrund von Daten getroffen wurde, oder aufgrund nicht-vorhandener Informationen. In diesen Fällen sollte der Hersteller des Stoffes kontaktiert werden, damit erkenntlich wird, in welchem Maße die Stoffe jeweils getestet sind³⁶. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn verschiedene Substitutionsalternativen verglichen werden.

Ist ein Stoff oder ein Gemisch nicht als gefährlich eingestuft³⁷, so muss zunächst kein Sicherheitsdatenblatt zur Verfügung gestellt werden³⁸. Andere Eigenschaften von Stoffen (z. B. ein Stoff hat die Eigenschaft „sehr staubig“) oder Gemischen können es erfordern, bestimmte Risikomanagementmaßnahmen umzusetzen. Nach REACH Artikel 32 muss der Lieferant/Hersteller die Stoffeigenschaften und die Risikomanagementmaßnahmen kommunizieren. Die Form, in der die Information weitergegeben wird, ist nicht gesetzlich vorgeschrieben.

³⁶ Ist ein Stoff aufgrund mangelnder Daten nicht eingestuft, so kann er sich zu einem späteren Zeitpunkt als wesentlich bedenklicher herausstellen, als der zu ersetzende Stoff. Es wäre weder nachhaltig, noch betriebswirtschaftlich sinnvoll, Entscheidungen auf einer sehr unterschiedlichen Datenlage zu treffen. In diesem Fall muss entschieden werden, ob auf neue Daten gewartet wird, ein Substitut aufgrund mangelnder Daten ausgeschlossen wird, eigene Daten erstellt werden oder eine Substitution „riskiert“ wird.

³⁷ Gemäß der REACH-Verordnung muss auch für PBT/vPvB-Stoffe und für Stoffe, die auf der Kandidatenliste für die Zulassung stehen, ein Sicherheitsdatenblatt zur Verfügung gestellt werden, selbst wenn diese keine Einstufung haben.

³⁸ Es sei denn, der Stoff ist als besonders Besorgnis erregender Stoff („substance of very high concern“, „SVHC“) auf der Kandidatenliste für die Zulassung aufgeführt.

Anhang 6 – Ergänzungen zum Thema „Emissionspotenzial“

Relevanz des Emissionspotenzials:

Das Emissionspotenzial sagt etwas darüber aus, welche Menge eines Stoffes auf seinem Lebensweg „verloren“, oder freigesetzt wird und zu einer Exposition und damit zu Belastungen von Mensch und Umwelt führen kann. Emissionen werden in der Regel für einzelne Stoffe bewertet, nicht für mehrere Stoffe, auch wenn sie zum gleichen Zeitpunkt freigesetzt werden. Bei der Bewertung von Gemischen werden die Emissionen der Inhaltsstoffe zunächst einzeln bewertet. Hierbei ist es sinnvoll, zunächst die Stoffe mit der höchsten Mobilität und dem höchsten Gefährdungspotenzial für Mensch und Umwelt zu betrachten. Emissionen aus Produkten und Prozessen können mit Risikomanagementmaßnahmen gemindert werden, was bei der Betrachtung des Emissionspotenzials berücksichtigt werden kann, wenn es hierzu im Unternehmen bereits Kenntnisse gibt³⁹.

Lebenszyklus eines Stoffes:

Für die Betrachtung des Emissionspotenzials von Stoffen (als solchen, als Bestandteil von Gemischen oder Erzeugnissen) in ihren Verwendungen sind alle Stufen des Lebensweges zu betrachten. Jede Verwendung ist in der Regel eine Kombination aus den Phasen:

- ▶ Herstellung (oder Import)
- ▶ Formulierung/Mischung von Gemischen (oft mehrere Mischungsschritte in einem oder mehreren Unternehmen nacheinander)
- ▶ Verwendung eines Gemisches in Prozessen (als Prozesshilfsmittel oder zur Herstellung in Erzeugnissen, in denen der Stoff verbleibt)
- ▶ Nutzung des Erzeugnisses
- ▶ Entsorgung, sowohl der Erzeugnisse, als auch von (Produktions-) Abfällen, die auf den vorhergehenden Schritten erzeugt werden

Je nach Art des Stoffes und je nach Verwendung können einzelne Stufen im Lebenszyklus mehrfach vorkommen oder fehlen. Manche Stoffe werden für verschiedene Verwendungen genutzt. Dem entsprechend sind mehrere Lebenswege zu betrachten.

Gemäß der EU Chemikalienverordnung REACH sind für alle als gefährlich eingestuften Stoffe Emissions- und Expositionsabschätzungen durchzuführen, wenn sie in Mengen oberhalb von 10 t/a registriert werden. Hierfür stehen einige Instrumente zur Verfügung, wie eine standardisierte Beschreibung der Verwendungen von Stoffen (anhand der use descriptors⁴⁰), sowie einfache Modelle⁴¹ zur Abschätzung der Emissionsmengen aus Prozessen und Produkten. Ziel der Betrachtung unter REACH ist es, die Risikomanage-

mentmaßnahmen zu identifizieren, die dafür notwendig sind, eine sichere Verwendung eines Stoffes entlang der gesamten Wertschöpfungskette, inklusive der Verwendung in Erzeugnissen und der Entsorgung, sicher zu stellen.

³⁹ Dieser Leitfaden beschränkt sich aus Gründen der Handhabbarkeit darauf, eine erste Einschätzung zu ermöglichen. Des Weiteren sind Emissionen mit Blick auf die Nachhaltigkeit, selbst wenn sie durch Risikomanagementmaßnahmen nicht zu Expositionen führen, dennoch weitgehend zu vermeiden, um die Stoffe nicht zu verlieren (Ressourcenverbrauch).

⁴⁰ Vgl. Hierzu die Leitlinie der Europäischen Chemikalienagentur zu den Informationsanforderungen und zur Stoffsicherheitsbeurteilung, Teil D. Diese Leitlinie ist erhältlich auf der Internetseite der Europäischen Chemikalienagentur (http://guidance.echa.europa.eu/guidance_en.htm).

⁴¹ Z. B. ECETOC TRA Version 2. Eine allgemein verständliche Beschreibung von Instrumenten zur Expositionsabschätzung findet sich im Vertiefungskapitel „Expositionsabschätzung“ des REACH-Praxisführers (erhältlich bei uns, schreiben Sie eine E-Mail an d.bunke@oeko.de).

Anhang 7 – Ergänzungen zum Thema „Substitution“

Bei der Entscheidung über die Substitution von Stoffen durch andere, weniger problematische Stoffe oder durch andere Maßnahmen, wie ein verändertes Produktdesign oder organisatorische Maßnahmen im Produktionsprozess sind verschiedene Faktoren zu beachten. Im Folgenden sind einige dieser Faktoren kurz erläutert. Für detaillierte Information wird auf einschlägige Veröffentlichungen verwiesen.

Erhalt oder Verbesserung der Produktqualität:

Durch den Einsatz einer Alternative sollte sich die Qualität eines Produktes im Sinne der Nachhaltigkeit mindestens verbessern, auf keinen Fall aber verschlechtern. Zu erhaltende oder verbessernde Produktqualitäten sind z. B. die Lebensdauer, die Anwendungssicherheit, der Anwendungskomfort und das Produktgewicht (Materialeinsatzmenge).

Wird als Alternative das Produktdesign verändert (z. B. konstruktiver Flammenschutz anstelle von chemischem Flammenschutz), kann eine verbesserte Produktqualität auch dazu führen, dass die beschriebenen Charakteristika für mehrere andere Produkte verbessert werden, die diese Änderung übernehmen.

Das kann als technologischer “spill over” geschehen. Hierunter wird die Nutzung einer Systemveränderung in anderen Technologien verstanden. Es kann

auch geschehen, indem das veränderte Produkt als Bestandteil von Erzeugnissen verwendet wird.

Teilweise werden die Qualitätsanforderungen an ein Produkt von den Kunden festgelegt. In diesen Fällen ist die Frage der Verfügbarkeit einer Alternative aus Sicht der Stoffhersteller durch die Anforderungen der Kunden – u. U. mit sehr geringem Spielraum – definiert. Wird andererseits von den Kunden erwartet, dass das Fehlen eines Stoffes die zu erreichende Produktqualität ist, ist die Suche nach Alternativen eindeutig erwünscht und nicht durch Bedingungen limitiert.

Keine Risikoverschiebung oder Erhöhung:

Werden nicht nachhaltige Stoffe durch andere Stoffe ersetzt, so ist darauf zu achten, dass sich die Risiken für Mensch und Gesundheit nicht erhöhen. Dies kann dadurch sichergestellt werden, dass das Substitut weniger gefährliche Eigenschaften für Mensch und Umwelt hat (s. Kapitel 2.1.3 und 2.1.4) und/oder weniger mobil ist (s. Kapitel 2.1.5) und/oder in deutlich geringeren Mengen verwendet wird (s. Kapitel 2.2.3).

Für nichtchemische Alternativen, aber auch dann, wenn Alternativen Substitutionsstoffe sind, müssen weitere Risiken in die Betrachtung einbezogen werden:

- ▶ Am Arbeitsplatz kann es z. B. sein, dass durch technische Maßnahmen der Einsatz eines nicht nachhaltigen Stoffes vermieden wird, aber dafür der Arbeitnehmende höheren physischen Belastungen ausgesetzt ist.⁴²
- ▶ Der Verzicht auf Stoffe kann darin resultieren, dass sicherheitsrelevante Qualitäten des Produktes verschlechtert werden (z. B. erhöhte Entflammbarkeit durch Verzicht auf Flammschutzmittel).
- ▶ Ein verändertes (Stoff-) Design kann die Handhabbarkeit von Produkten verschlechtern.

Technische Voraussetzungen im eigenen Betrieb und bei den Kunden:

Alternativen zu nicht nachhaltigen Stoffen müssen auch technisch einsetzbar sein und das nicht nur in der eigenen Produktion, sondern auch beim Kunden. Insbesondere im Bereich komplexer und schneller Produktionsprozesse (z. B. dem Druck von Zeitungen) sowie bei der Herstellung von komplexen Erzeugnissen (z. B. Elektrogeräten) sind die Produktionsmaschinen und -abläufe auf bestimmte Chemikalien abgestellt. Bei einer Substitution sind also die gesamten Bedingungen und technischen Anforderungen entlang der Wertschöpfungskette zu prüfen.

Ökonomische Fragestellungen: Substitution von Stoffen birgt verschiedene Risiken:

Dies beginnt mit der technischen Machbarkeit und dem oft nicht vorhandenen Wissen über die Wirkungen von Substituten, beinhaltet die Finanzierung der Forschungsarbeiten und die Umsetzung der Substitution genauso wie die Akzeptanz der neuen Produkte im Markt. Substitution kann aber auch eine Vielzahl von Chancen bieten, die Produktqualität zu erhöhen, Ansätze für nachhaltige Innovation voranzutreiben, die Position im Markt zu verbessern und neue Märkte zu erschließen.

Jedes Unternehmen muss für jede einzelne Substitutionsfragestellung prüfen, welche Risiken und Chancen sich mit einer Substitution eröffnen und entscheiden, ob und wie diese gehandhabt werden können.

⁴² So könnten z. B. lösemittelhaltige Farben durch eine Trocknungsanlage ersetzt werden. Hierdurch wären die Arbeitnehmenden ggf. höheren Temperaturen bei der Arbeit ausgesetzt und einem erhöhten Lärmpegel durch die Abluft der Trocknungsanlage.

Anhang 8 – Ergänzungen zum Thema „Nutzenpotenziale“

Die Nutzenpotenziale können verschiedenen Bereichen zugeordnet werden, die im Folgenden kurz erläutert werden.

Qualität von (End-) Produkten: Funktionalitäten von Stoffen⁴³, die der Verbesserung der Produktqualität im Sinne der Nachhaltigkeit dienen, sind z. B. solche, die ein Produkt

- ▶ langlebiger machen (z. B. die Verringerung der Witterungsanfälligkeit durch den Einsatz von Stoffen mit der Funktionalität UV-Schutz oder Korrosionsinhibition);
- ▶ mit geringerem Materialeinsatz herstellbar machen, als ohne den Stoff (z. B. geringere Materialstärken durch den Einsatz von Nanomaterialien);
- ▶ sicherer machen oder die Nutzung anderer Produkte verbessern (z. B. kann durch das Vorhandensein von Schmierstoffen in Maschinen die Sicherheit erhöht und der Verschleiß verringert werden).

Gesellschaftlicher Nutzen: Zur Bewertung des gesellschaftlichen Nutzens eines Stoffes sind einerseits seine Funktion im Endprodukt zu betrachten, andererseits mögliche, durch ihn verursachte Veränderungen der Gesundheit. So ist beispielsweise der gesellschaftliche Nutzen der Verwendung von Duftstoffen in Radiergummis, CDs und ähnlichen Erzeugnissen durchaus fragwürdig. Hingegen besteht ein eindeutiger Nutzenaspekt in der Verwendung von Silber in Textilien zur Verbesserung der Verträglichkeit von Kleidungsstücken für an Neurodermitis erkrankte Personen. Die Verwendung von Bioziden in Metallbearbeitungsflüssigkeiten fördert die Gesundheit der Arbeitnehmenden dadurch, dass sie die Verkeimung mit gesundheitsgefährdenden Bakterien verhindert oder zumindest deutlich verringert.

Zur Reflektion des gesellschaftlichen Nutzens sind die Fragen zu beantworten:

- ▶ Welche Qualität erhält das Endprodukt dadurch, dass der Stoff hierin eingesetzt wird?

- ▶ Welchen Nutzen hat die Gesellschaft davon, dass diese Eigenschaft vorhanden ist? Gibt es Hinweise darauf, dass die Funktion erwünscht ist oder abgelehnt wird?
- ▶ Fördert die Eigenschaft die Gesundheit oder den Gesundheitsschutz von Verbraucherumwelt und Arbeitnehmenden?

Umweltnutzen: Umweltnutzen von Produkten entstehen meist durch eine Verbesserung der Produktqualität (Langlebigkeit, Einsparung von Ressourcen) und überschneiden sich also mit dem ersten Punkt. Weitere Umweltnutzen von Stoffen können darin gesehen werden, dass die Umweltqualität direkt durch sie, bzw. ihr Vorhandensein im Endprodukt, verbessert wird. Beispiele hierfür finden sich im Bereich der Umwelttechnik: chemische Reinigung von Abwässern, Nutzung von Chemikalien zur Sanierung von Umwelt. Weiterhin sind Umweltnutzen im Sinne der Nachhaltigkeit immer dann mit einem chemischen Stoff direkt verbunden, wenn dieser für das Funktionieren eines Produkts wichtig ist, das die Umwelt entlastet (z. B. Silizium in Solarzellen).

Betriebswirtschaftlicher Nutzen: Eine nachhaltige Entscheidung über die Herstellung und/oder Verwendung von Stoffen muss auch die ökonomischen Konsequenzen für Unternehmen berücksichtigen. So ist es in der Regel nicht möglich, die Produktion oder Verwendung eines Stoffes, der als nicht nachhaltig bewertet wird, sofort einzustellen. Auch die Existenz des Unternehmens ist zu sichern und mit der „Nicht-Nachhaltigkeit“ eines Stoffes ins Verhältnis zu setzen. Allerdings sollte die Nachhaltigkeit der Produkte bei den langfristigen Zielsetzungen des Unternehmens ein hohes Gewicht bekommen.

⁴³ Auf der Ebene von Materialien oder Produktdesign werden weitere Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Produkten relevant, wie z. B. die Möglichkeit, Produkte zu reparieren oder sie zu zerlegen, um sie zu recyceln. In den folgenden Erläuterungen beschränken wir uns rein auf Funktionalitäten im Sinne der Nachhaltigkeit, die vom Hersteller oder Verwender von Stoffen beurteilt und beeinflusst werden können.

Anhang 9 – Treibhausgasemissionen von Stoffen

Die folgende Tabelle nennt für einige häufig eingesetzte Stoffe die Höhe der Treibhausgasemissionen. Angegeben wird sie als Kilogramm CO₂-Äquivalente, mit der Herstellung von einem Kilogramm des Stoffes verbundenen sind. Die Werte stammen aus der Ökobilanzdatenbank Probas des Umweltbundesamtes (siehe 3.1). Es wird folgende Bewertung vorgenommen:

- ▶ Werte unter 1 kg CO₂-Äquivalenten/kg Stoff: Farbe Grün.
- ▶ Werten zwischen 1 und 10 kg CO₂-Äquivalenten/kg Stoff: Farbe Gelb
- ▶ Werten über 10 kg CO₂-Äquivalenten/kg Stoff: Farbe Rot.

Stoffbezeichnung	kg CO ₂ -Äq/kg Stoff	Farbe
Anorganisch; Keine Information	2	Gelb ●
Asphalt	0,2	Grün ●
Bauxit	0,2	Grün ●
Biozide	25	Rot ●
Calciumchlorid CaCl ₂ (hochrein)	0,5	Grün ●
Calciumhydroxid Ca(OH) ₂	0,8	Grün ●
Chlor	1	Grün ●
Chlor (Mix)	0,5	Grün ●
Destilliertes Wasser	0,5	Grün ●
Flußsäure (hochrein)	0	Grün ●
Formaldehyd	0,5	Grün ●
Harnstoff	0,7	Grün ●
Industriediamanten	7.000.000	Rot ●
Kohlenmonoxid, CO	4,1	Gelb ●
Lösemittel (hochrein)	2,6	Gelb ●
Melamin	1	Gelb ●
Metallisierungspaste	0,03	Grün ●
Methanol	0,5	Grün ●
NaOH mix	0,4	Grün ●

Stoffbezeichnung	kg CO ₂ -Äq/kg Stoff	Farbe
Natriumsilikat	1,9	Gelb ●
NF ₃ (hochrein)	21	Rot ●
Organisch; Keine Information	1,9	Gelb ●
P ₄ (Phosphor)	8,7	Gelb ●
PEG+DPM (hochrein)	2,2	Gelb ●
Pflanzenschutzmittel	5,4	Gelb ●
Phenol	2	Gelb ●
Phosphorpaste	0,05	Grün ●
Phosphorsäure	3	Gelb ●
Phosphortrichlorid	3	Gelb ●
POCl ₃ (hochrein)	4,8	Gelb ●
Polypropylen-Granulat	2	Gelb ●
Propylenglycol	2	Gelb ●
Russ	0,4	Grün ●
Salpetersäure	1,6	Gelb ●
Sauerstoff (flüssig)	0,4	Grün ●
Schwefelsäure	0	Grün ●
SF ₆ (hochrein)	10	Gelb ●
SiC	1,3	Gelb ●
SiC (hochrein)	6	Gelb ●
SiCl ₄	4,6	Gelb ●
Silan (hochrein)	53	Rot ●
Silizium (technisch)	9,5	Gelb ●
Silizium-EG	61	Rot ●
Soda	1	Gelb ●
Stickstoff (flüssig)	0,4	Grün ●
Tetrachlorkohlenstoff	1,5	Gelb ●
Thermo-Öl	7	Gelb ●
Toluol	1,7	Gelb ●
Tonerde	1,2	Gelb ●
Wasserstoff	1,7	Gelb ●
Wasserstoff	8,7	Gelb ●
Wasserstoffperoxid	5,5	Gelb ●
Xylol	1,7	Gelb ●

Anhang 10 – Energieverbrauch von Stoffen

Die folgende Tabelle nennt für einige häufig eingesetzte Stoffe die Höhe des Energieverbrauches, der mit ihrer Herstellung verbunden ist. Angegeben wird der Energieverbrauch in der Einheit Mega-Joule/Kilogramm Stoff. Die Werte stammen aus der Ökobilanzdatenbank Probas des Umweltbundesamtes (siehe 3.1). Es wird folgende Bewertung vorgenommen:

- ▶ Energieverbrauch unter 10 MJ/kg Stoff:
Farbe Grün.
- ▶ Energieverbrauch zwischen 10 und 100 MJ/kg Stoff: Farbe Gelb
- ▶ Energieverbrauch über 50 MJ/kg Stoff:
Farbe Rot.

Stoff	MJ/kg	Farbe
2-Propanol (hochrein)	10	Gelb ●
Aluminiumfluorid	0,6	Grün ●
Ammoniak	0,07	Grün ●
Ammoniumnitrat	0,2	Grün ●
Anorganisch; Keine Information	27	Gelb ●
Asphalt	6,3	Grün ●
Bauxit	0,65	Grün ●
Benzol	10	Gelb ●
Biozide	281	Rot ●
C ₂ F ₆ (hochrein)	152	Rot ●
Calciumchlorid CaCl ₂ (hochrein)	0,01	Grün ●
Calciumhydroxid Ca(OH) ₂	0,17	Grün ●
CF ₄ (hochrein)	153	Rot ●
Chlor	17	Gelb ●
Chloroform	26	Gelb ●
CO	68	Gelb ●
Cumol	9,8	Grün ●
Destilliertes Wasser	0,13	Grün ●
Dünger-K	19	Gelb ●
Dünger-P,N,K	0,11	Grün ●
Essigsäure	14	Gelb ●
Ethanol (hochrein)	3,6	Grün ●
Ethylen	7,1	Grün ●
Ethylenoxid	5,7	Grün ●
EVA	40	Gelb ●
Fluor	149	Rot ●
Flußsäure (hochrein)	0	Grün ●
Formaldehyd	0	Grün ●

Stoff	MJ/kg	Farbe
Glycerin	119	Rot ●
Harnstoff	12	Gelb ●
Industriediamanten	106.000	Rot ●
Lösemittel (hochrein)	40	Gelb ●
Melamin	28	Gelb ●
Metallisierungspaste	213	Rot ●
Methanol-Stoff	9,8	Grün ●
NaOH (alle außer Membran)	11	Gelb ●
NaOH (nur Membran)	8,8	Grün ●
NaOH 50 % (Mem.)	4	Grün ●
Natriumsilikat	20	Gelb ●
NF ₃ (hochrein)	351	Rot ●
Organisch; Keine Information	65	Gelb ●
P ₄ (Phosphor)	196	Rot ●
PEG+DPM (hochrein)	6,1	Grün ●
Pflanzenschutzmittel	198	Rot ●
Phenol	9,1	Grün ●
Phosphorpaste	0,8	Grün ●
Phosphorsäure	0,78	Grün ●
Phosphortrichlorid	64	Gelb ●
POCl ₃ (hochrein)	92	Gelb ●
Polypropylen-Granulat	29	Gelb ●
Propylenglycol	16	Gelb ●
Russ	4,9	Grün ●
Salpetersäure	0,07	Grün ●
Sauerstoff (flüssig)	7,0	Grün ●
Schwefelsäure	0,4	Grün ●
SF ₆ (hochrein)	167	Rot ●
SiC	13	Gelb ●
SiC (hochrein)	154	Rot ●
SiCl ₄	98	Gelb ●
Silan (hochrein)	1072	Rot ●
Silizium	47	Gelb ●
Silizium (technisch)	149	Rot ●
Soda	14	Gelb ●
Stickstoff (flüssig)	7,5	Grün ●
Tetrachlorkohlenstoff	27	Gelb ●
Thermo-Öl	109	Rot ●
Toluol	0,7	Grün ●
Tonerde	18	Gelb ●
Tonerde	0,9	Grün ●
Wasserstoff	64	Gelb ●
Wasserstoffperoxid	41	Gelb ●
Xylol	0,7	Grün ●

Anhang 11 – Wassereinsatz für Stoffe

Die folgende Tabelle nennt für einige häufig eingesetzte Stoffe die Höhe des Wassereinsatzes, der mit ihrer Herstellung verbunden ist. Angegeben wird sie in der Einheit Liter/Kilogramm Stoff. Die Werte stammen aus der Ökobilanzdatenbank Probas des Umweltbundesamtes (siehe 3.1). Es wird folgende Bewertung vorgenommen:

- ▶ Wasserverbrauch unter 5 l/kg Stoff: Farbe Grün.
- ▶ Wasserverbrauch zwischen 5 und 100 l/kg Stoff: Farbe Gelb
- ▶ Wasserverbrauch über 100 l/kg Stoff: Farbe Rot.

Stoffbezeichnung	Liter / kg	Farbe
Aluminiumfluorid	6,4	Gelb ●
Ammoniumnitrat	99	Gelb ●
Anorganisch; Keine Information	46	Gelb ●
Asphalt	1,4	Grün ●
Bauxit - Importmix	0,2	Grün ●
Benzol	5,6	Gelb ●
Biozide	14	Gelb ●
C ₂ F ₆ (hochrein)	272	Rot ●
Calciumchlorid CaCl ₂ (hochrein)	1,3	Grün ●
Calciumhydroxid Ca(OH) ₂	2,0	Grün ●
CF ₄ (hochrein)	282	Rot ●
Chlor (alle außer Diaphragma)	95	Gelb ●
Chlor (Diaphragma)	153	Rot ●
Chloroform	102	Rot ●
Cumol	5,7	Gelb ●
Destilliertes Wasser	1,03	Grün ●
Dünger-K	61	Gelb ●
Dünger-N	1,9	Grün ●
Dünger-P	234	Rot ●
Essigsäure	3,7	Grün ●
Ethanol (hochrein)	3,4	Grün ●
Ethylen	5,6	Gelb ●
Ethylenoxid	4,5	Grün ●
EVA	6,1	Gelb ●
Fluor	155	Rot ●
Flußsäure (hochrein)	101	Rot ●
Flußsäure (hochrein)	101	Rot ●
Formaldehyd	43	Gelb ●
Glyzerin	257	Rot ●
Harnstoff	80	Gelb ●

Stoffbezeichnung	Liter / kg	Farbe
Industriediamanten	109.700.000	Rot ●
Kohlenmonoxid, CO	2,1	Grün ●
Lösemittel (hochrein)	2,5	Grün ●
Melamin	230	Rot ●
Metallisierungspaste	1,6	Grün ●
Methanol	2,5	Grün ●
NaOH (Diaphragma)	138	Rot ●
NaOH mix	42	Gelb ●
Natriumsilikat	57	Gelb ●
NF ₃ (hochrein)	270	Rot ●
Organisch; Keine Information	8	Gelb ●
P ₄ (Phosphor)	61	Gelb ●
PEG+DPM (hochrein)	4,8	Grün ●
Pflanzenschutzmittel	32	Gelb ●
Phenol	5,2	Gelb ●
Phosphorpaste	2,8	Grün ●
Phosphorsäure	172	Rot ●
Phosphortrichlorid	95	Gelb ●
POCl ₃ (hochrein)	103	Rot ●
Polypropylen-Granulat	43	Gelb ●
Propylenglycol	6,7	Gelb ●
Russ	2,2	Grün ●
Salpetersäure	126	Rot ●
Sauerstoff (flüssig)	0,00003	Grün ●
Schwefelsäure	40	Gelb ●
SF ₆ (hochrein)	174	Rot ●
SiC	65	Gelb ●
SiC (hochrein)	34	Gelb ●
SiCl ₄	171	Rot ●
Silan (hochrein)	1819	Rot ●
Silizium (alle außer EG)	47	Gelb ●
Silizium-EG	207	Rot ●
Soda	66	Gelb ●
Stickstoff (flüssig)	0,00003	Grün ●
Tetrachlorkohlenstoff	114	Rot ●
Thermo-Öl	35	Gelb ●
Toluol	5,3	Gelb ●
Tonerde	1	Grün ●
Tonerde, Mix	8,6	Gelb ●
Wasserstoff	1,8	Grün ●
Wasserstoff	6,7	Gelb ●
Wasserstoffperoxid	13	Gelb ●
Xylol	5,3	Gelb ●



► **Diese Broschüre als Download**
Kurzlink: <http://bit.ly/2gKRWDd>

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de
 www.twitter.com/umweltbundesamt