Substitution von PBT*- Stoffen
in Produkten und Prozessen

* **p**ersistent, **b**ioakkumulierbar, **t**oxisch

Leitfaden zur Anwendung umweltverträglicher Stoffe

für die Hersteller und gewerblichen
Anwender gewässerrelevanter Chemischer Produkte

TEIL ZWEI

Hinweise zur Inventarisierung und vergleichenden Stoffbewertung

Februar 2003

Impressum

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Postfach 33 00 22
Bismarckplatz 1
14191 Berlin
Telefon: +49 (0)30 8903-0
Telefax: +49 (0)30 8903-2285
Internet: http://www.umweltbundesamt.de
Fachgebiet: II 3.2
FKZ 201 28 213

Autoren: Ahrens, Andreas; Böhm, Eberhard; Heitmann, Kerstin; Hillenbrand, Thomas

Redaktionelle Bearbeitung: Reihlen, Antonia; Weiß, Matthias

ÖKOPOL – Institut für Ökologie und Politik GmbH
Nernstweg 32 – 34
D – 22765 Hamburg
http://www.oekopol.de

Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung

Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI)
Breslauer Straße 48
76139 Karlsruhe
http://www.isi.fhg.de/

Dieses Vorhaben wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes im Rahmen des Umweltforschungsplanes – Förderkennzeichen 201 28 213 erstellt und mit Bundesmitteln finanziert.

Inhaltsverzeichnis

2.	Hinweise zur Inventarisierung und vergleichenden Stoffbewertung	4
2.1	Bewertungsfragen	5
2.2	Bewertungsmodell	5
2.3	Systematische Suche nach substitutionsbedürftigen Stoffen	6
2.4	Qualitative Risikoabschätzung	8
2.4.1	Systematische Suche nach kritischen Freisetzungen	8
2.4.2	Stoffeigenschaften als Risikofaktor	10
2.4.3	Mengen als Risikofaktor	14
2.4.4	Risikofaktor „Mobilität unter Einsatzbedingungen“	15
2.4.5	Risikofaktor indirekte Freisetzung	16
2.5	Bewertungsbeispiel	17
	Anhang 1 – Überblick über die prioritären Stoffe der WRRL	20
	Anhang 2 – R-Sätze	25
	Anhang 3 – Datenbanken	27
	Anhang 4 – Glossar	29
	Anhang 5 – Abkürzungsverzeichnis	35
	Anhang 6 – Literatur und Gesetze	36

2. Hinweise zur Inventarisierung und vergleichenden Stoffbewertung

Chemische Stoffe erfüllen üblicherweise einen definierten technischen Zweck in Produkten oder Produktionsprozessen. Der technische Nutzen des Stoffes kann aber gleichzeitig mit Risiken für Umwelt und Gesundheit verbunden sein. Ein wesentliches Risiko entsteht dadurch, dass langlebige (persistente) und schädliche Chemikalien freigesetzt werden und sich langfristig in Lebewesen oder Gewässern anreichern können. Derartige Chemikalien spielen in der europäischen Chemikalienpolitik (oder Stoffpolitik) und im europäischen Gewässerschutz eine vordringliche Rolle.

Dieser Leitfaden wendet sich an die Unternehmen und Unternehmensverbände solcher Branchen, deren Produkte oder Produktionsprozesse zur Belastung der Oberflächengewässer mit langlebigen, chemischen Stoffen beitragen. Dabei geht es hauptsächlich um die vielen kleinen Emissionsquellen, die erst in ihrer Gesamtheit zu einem Risiko für Umwelt- und Gesundheit werden. Beispiele dafür sind Textil-Veredelungsprozesse und die Metallverarbeitung aber auch Kunststofferzeugnisse, Textilerzeugnisse, Elektrobauteile sowie Bauprodukte (Materialien und Chemikalien).

Der Leitfaden soll eine Unterstützung sein, umweltgefährliche Stoffe in Produkten und Prozessen durch risikoärmere, technisch leistungsfähige Lösungen zu ersetzen (Substitution). Er kann als Ergänzung zu den bereits bestehenden Instrumenten des betrieblichen Umwelt- und Gesundheitsschutzes sowie bei der Überprüfung der Produktsicherheit eingesetzt werden. Der Leitfaden kann auch als Instrument bei der Auditierung des betrieblichen Umweltmanagementsystems verwendet werden.

Der erste Teil des Leitfadens erläutert, welche neuen Herausforderungen auf die Verwender chemischer Produkte zukommen und welche betrieblichen oder zwischenbetrieblichen Maßnahmen helfen können, diese systematisch zu bewältigen. Zudem enthält er eine Liste prioritärer Stoffe, deren Verwendung in Produkten und Prozessen nach Möglichkeit vermieden werden sollte.

Der **zweite Teil des Leitfadens** enthält Hinweise zur Inventarisierung der in einem Betrieb verwendeten Stoffe sowie zur vergleichenden Bewertung dieser Stoffe. Zudem wird ein tabellarischer Überblick über die wichtigsten Verwendungsbereiche und Emissionspfade einer exemplarischen Auswahl von Stoffen gegeben, die gegenwärtig als prioritär für den Schutz der europäischen Gewässer angesehen werden. Der Anhang enthält auch ein umfangreiches Glossar mit Begriffserklärungen, die im Zusammenhang mit der Bewertung von Stoffen von Bedeutung sind und eine Liste von Datenbanken, die ggf. für die Informationssuche verwendet werden können.

2.1 Bewertungsfragen

Sollen die Einträge gefährlicher Stoffe in die Umwelt gemindert werden, kann auf betriebli-

cher Ebene oder auch auf Verbandsebene zwischen verschiedenen Strategien gewählt werden.

Welche dieser Strategien die jeweils günstigste ist, hängt von vielen Faktoren ab, die jedes einzelne Unternehmen für sich bewerten muss. Teil 2 des Leitfadens skizziert ein systematisches Vorgehen bei der Bestimmung der wesentlichen Aspekte der gewässerbezogenen Risikominderung. Der Leitfaden kann auch als Gesprächsgrundlage zwischen verschiedenen Akteuren in der Wertschöpfungskette genutzt werden.

2.2 Bewertungsmodell

Das vorgeschlagene Bewertungsmodell orientiert sich am sogenannten „Spalten-Modell“ der *Technischen Regeln Gefahrstoffe* 440 (TRGS 440), in der die wesentlichen Grundsätze und Verfahrensweisen bei der gesundheitsbezogenen Ersatzstoffsuche gemäß §16 (2) Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) festgelegt sind. In der Tabelle 2.1 können die umweltrelevanten Risikofaktoren (wie Persistenz, Bioakkumulierbarkeit, Menge, Einsatzbedingungen) auf einer fünfstufigen Skala eingestuft werden. Die Abschätzung des jeweiligen Risikobeitrags der einzelnen Risikofaktoren wird in den folgenden Abschnitten erläutert. Die Bewertungstabelle 2.1 kann für zwei Bewertungsfragen genutzt werden:

- Ermittlung dominierender Risikobeiträge für einen Stoff durch Vergleich der einzelnen Risikofaktoren untereinander, um mögliche Informationslücken oder Optimierungspotenziale zu erkennen.
- Vergleich gefährlicher Stoffe mit den in Betracht kommenden stofflich-chemischen Alternativen im Hinblick auf umweltbezogene Risiken. Eine parallele Bewertung nach gesundheitlichen Kriterien ist auf jeden Fall zusätzlich erforderlich. Je nach Unternehmenspolitik und Produktart kann den einzelnen Risikobeiträgen ein unterschiedliches Gewicht gegeben werden und daraus ein Gesamt-Risiko-Index gebildet werden. Dieser Index kann jeweils für verschiedene technische Lösungen gebildet und verglichen werden.

Die Gewichtung der Faktoren gegeneinander kann ganz wesentlich von der Frage abhängen, ob der technische Einsatzzweck oder der Gesundheitsschutz die Biostabilität von chemischen Produktkomponenten erfordert. Beispielsweise ist es aus Gründen der Ressourceneffizienz, der Abfallvermeidung und des Arbeitnehmerschutzes sinnvoll, dass Kühlschmierstoffe biologisch <u>nicht</u> leicht abbaubar sind. Daraus folgt, dass die Maßnahmen zur Risikominderung sich schwerpunktmäßig auf die Vermeidung von Freisetzungen im Betrieb und bei der Entsorgung konzentrieren müssen. Entsprechend hoch sollte der Beitrag dieses Faktors in der Gesamtbewertung gewichtet werden. In anderen Fällen (z.B. Wasch- und Reinigungsmittel) ist eine gute Abbaubarkeit gefordert, weil die Entsorgung regelmäßig über biologische Kläranlagen erfolgt. Hier ist dann entsprechend eine besondere Gewichtung des Risikofaktors *Persistenz* bei Produktvergleichen erforderlich.

	Stoffeigenschaften					Anwendungsmuster			
Art des Risikobeitrag / Höhe des Risikobetrages	Persistenz	Bioakkumulation	Aquatische Giftigkeit	Chronische Giftigkeit Wirbeltiere	Eigen-Mobilität[1]	Einsatz-Menge	Mobilisierende Einsatz-Bedingungen[2]	Indirekte Freisetzungen	Risiko-Index[3]
Sehr hoch									
Hoch									
Mittel									
Gering									
Sehr gering									
Gewichtung									

1. Eigen-Mobilität wird durch Stoffeigenschaften wie Dampfdruck, Wasserlöslichkeit, Korngröße oder Wechselwirkungen mit der Produkt-Matrix geprägt.
2. Die mobilisierenden Einsatzbedingungen beziehen sich beispielsweise auf Verarbeitungstemperatur, Wasserkontakt, Abrieb oder Witterungseinflüsse.
3. Die Risikobeiträge könnten jeweils gewichtet werden (z.B.: persistent = sehr wichtig = 0,3 = 30% des Gesamtrisikos) und der Risikohöhe eine Zahl von 1-5. Die Summe der gewichteten Zahlenwerte ist der Risikoindex eines bestimmten Stoffes in einer bestimmten Verwendung.

Tabelle 2.1: Bewertungsmatrix zur Erstellung von Risikoprofilen

2.3. Systematische Suche nach substitutionsbedürftigen Stoffen

Die systematische Suche nach substitutionsbedürftigen Stoffen in Produkten und Prozessen setzt ein Inventar aller gehandhabten Stoffe voraus. Ein derartiges Inventar, aus dem zumindest alle Stoffe und Zubereitungen hervorgehen, die gefährliche Eigenschaften nach Gefahrstoffverordnung haben, sollte in jedem Betrieb verfügbar sein (vgl. §16.1 GefStoffV). Die folgenden Informationen sind für die Stoffbewertung unabdingbar und sollten durch die Inventarisierung verfügbar gemacht werden.

- Welche Stoffe oder Produkte tragen die gesundheitsbezogenen R-Sätze R45, R46, R48, R60, R61 (karzinogene, mutagene oder fortpflanzungsgefährdende Stoffe der Kategorie I und II; andere schwere Gesundheitsschäden bei längerer Exposition)?
- Welche Stoffe oder Produkte tragen umweltbezogene R-Sätze R50, R50/53, R51/53, R52/53, R53?
- Welche Stoffe oder Produkte tragen den R-Satz für Risiken durch Belastung der Muttermilch (R64)?

- Welche Stoffe oder Produkte tragen die gesundheitsbezogenen R-Sätze R40, R62, R63, R68 (Verdacht auf karzinogene, mutagene oder fortpflanzungsgefährdende Eigenschaften im Tierversuch)?
- Liegt für alle diese Produkte ein Sicherheitsdatenblatt mit ausreichenden[1] *Angaben zur Ökologie* des betreffenden Stoffes vor? Unter Überschrift 12 des Sicherheitsdatenblattes sollten die entsprechenden Informationen gegeben sein. Andernfalls ist der Hersteller aufzufordern, zusätzliche Angaben zu den ökotoxikologischen Eigenschaften des Produktes zu machen.
- Liegen für die Gefahrstoffe klare und eindeutige Hinweise des Herstellers vor, für welche technischen Zwecke das Produkt geeignet ist und wie Risiken für die Umwelt vermieden werden können?
- Hat der Hersteller für Produkte, die keine umweltbezogene Klassifizierung tragen, mitgeteilt, ob die Nichteinstufung auf der Basis verfügbarer Testergebnisse erfolgte oder aufgrund von Datenmangel? Der Hersteller ist verpflichtet, die entsprechende Information zu geben.

Die Informationen des Lieferanten sollten auf Plausibilität überprüft werden. Wenn Zweifel bestehen oder verschiedene Hersteller unterschiedliche Informationen geliefert haben, kann Rat beim Verband, bei den lokalen Behörden, oder einem der Lieferanten gesucht werden, der vertrauenswürdig und kompetent ist. Auch Datenbanken im Internet können weitere Hinweise liefern (siehe Anhang 3).

Tabelle 2.2 gibt einen Überblick über den erforderlichen Informationsbedarf zur Durchführung einer umweltbezogenen Stoffbewertung. Herangezogen werden sollten in erster Linie die im Sicherheitsdatenblatt aufgeführten Testergebnisse. Nur wenn dies nicht praktikabel ist, sollte auf der Basis von R-Sätzen oder Wassergefährdungsklassen bewertet werden.

[1] Der erforderliche Umfang der Angaben ergibt sich aus Abschnitt 6.12 der TRGS 220 (April 2002).

Informationsbedarf für die PBT-Bewertung			
Testergebnisse Eigenschaft		Screening Information => Hinweise auf <u>mögliche</u> PBT Eigenschaften	Kritischer Schwellenwert für PBT Eigenschaften in weitergehenden Tests
P	Biologische Abbaubarkeit	Erreichte Abbaurate im OECD Test auf leichte Abbaubarkeit (OECD 301 A-F oder gleichwertig); kritisch: ≤ 60% der theoretischen CO_2 –Menge in 28 Tagen[2]	Erreichte Halbwertszeit (DT_{50})[3] im OECD Simulationstest 308 oder ISO/DIN 14592-1/2; kritisch: > 40 (60) Tagen[4]
		Erreichte Abbaurate im OECD Screening Test auf potenzielle Abbaubarkeit (202 B-C); kritisch: ≤ 60% CO_2[5]	
B	Verteilung Oktanol–Wasser	Oktanol-Wasser-Verteilung (log K_{OW})[6] OECD 107/117 kritisch: log K_{OW} > 4,5	
	Biokonzentration		Biokonzentration im Fischtest (OECD 305 A-E oder gleichwertig); kritisch: BCF > 2000 [500] [7]
T	Akute aquatische Toxizität[8]		kritisch: LC_{50}[9] < 0,1 [1][10] mg/l Wenn BCF > 5000 und die Halbwertszeit des Abbaus über 60 Tage beträgt, ist die gemessene Toxizität nicht mehr relevant
	Chronische aquatische Toxizität		kritisch: NOEC[11] < 0,01 [0,1] [12]mg/l Wenn BCF > 5000 und die Halbwertszeit des Abbaus über 60 Tage beträgt, ist die gemessene Toxizität nicht mehr relevant

Tabelle 2.2: Informationsbedarf zur Identifizierung von Stoffen mit PBT-Eigenschaften

2.4 Qualitative Risikoabschätzung

2.4.1 Systematische Suche nach kritischen Freisetzungen

Um sicherzustellen, dass die verfügbaren Ressourcen zunächst auf die Stoffe, Prozesse und Produkte konzentriert werden, aus denen tatsächlich relevante Mengen in die Umwelt freigesetzt werden können, ist ein Mindestbestand emissionsbezogener Information erforderlich.

---

2 oder gleichwertiger Test, z.B. Abnahme gelöster Kohlenstoff (DOC) ≤ 70% in 28 Tagen; die Abbaurate muss, außer bei oberflächenaktiven Substanzen (Tenside, Emulgatoren), innerhalb von 10 Tagen nach Beginn des Abbauprozesses erreicht sein (10 Tage Fenster).

3 DT50 ist die erforderliche Zeit, bis 50% der Substanz abgebaut ist (Halbwertszeit).

4 60 Tage bezieht sich auf Abbaubedingungen in der Meeresumwelt, 40 Tage auf Süßwasser-Bedingungen.

5 oder gleichwertiger Test; wird eine Abbaurate von 20% in 28 Tagen überschritten, 60% aber nicht erreicht, gilt der Stoff zwar als primär abbaubar, es können jedoch langlebige Abbauprodukte entstehen.

6 log K_{OW} ist das Verteilungsverhältnis zwischen Wasser und Oktanol auf einer logarithmischen Skala.

7 Im Rahmen der Meeresschutz-Strategien liegt der kritische Schwellenwert bei BCF ≥ 500 (vgl. www.ospar.org)

8 Bei der Bewertung von Testergebnissen sollte darauf geachtet werden, dass nur Effektkonzentrationen im Bereich der Wasserlöslichkeit aussagekräftig sind.

9 LC_{50} ist die Konzentration im Test, bei der 50% der Testorganismen sterben. Andere Schädigungen werden als Effektkonzentration (EC_{50}) oder Inhibition (IC_{50}) angegeben.

10 Im Rahmen der Meeresschutz-Strategien wird die kritische Schwelle bei LC_{50} ≤ 1 mg/l angesetzt.

11 NOEC = No Observed Effect Concentration = höchste getestete Konzentration, bei der kein Effekt beobachtet wurde.

12 Im Rahmen der Meeresschutz-Strategien wird die kritische Schwelle bei LC_{50} ≤ 1 mg/l angesetzt

Empfehlenswerter Mindestumfang zur Abschätzung des umweltrelevanten Expositionspotenzials		
Einflussfaktor auf die Exposition	Weniger kritische Anwendungen	Kritische Anwendungen
1. Anwendungsbereich im eigenen Betrieb oder bei Kunden (soweit nicht Bestandteil in Erzeugnissen)	Chemische Synthese Anwendung in Industrie-Anlagen	Anwendung direkt in der Umwelt Anwendung in Privathaushalten Anwendung im Handwerk Anwendung in Kleinindustrie
2. Wasserrelevanz der Anwendung	Stoff oder Zubereitung kommt nicht mit Wasser in Kontakt.	Stoff oder Zubereitung wird in wässerigen Systemen oder in direktem Kontakt zu Umweltmedien eingesetzt.
3. Grad der Anlagen-Geschlossenheit	Stoff oder Zubereitung wird in geschlossener Anlage genutzt[13]. Abfallentsorgung durch Zerstören oder Rückführen.	Offene oder halboffene Anlage, nicht abluft- und abwasserfrei.
4. Verarbeitungstemperatur	Abhängig vom Einzelfall	
5. Stand von Abwasser- und Abluftreinigung	Abluft und Abwasser werden üblicherweise über biologische Kläranlage oder andere leistungsfähige Rückhalte-Systeme entsorgt.	Emissionserfassung nach bestem Stand der Technik nicht sichergestellt.
6. Endanwendung des Stoffes als Bestandteil von Erzeugnissen	kompakte Produkte Innenanwendungen kein Abrieb Anwendungstemperatur normal	flächige Produkte, Beschichtungen Außenanwendungen Abrieb zu erwarten erhöhte Anwendungstemperatur langlebiges Erzeugnis[14]
7. Verbleib entsorgungskritischer Elemente wie Cadmium, Blei, Quecksilber, Arsen, Antimon, Chlor und Brom	enger Nutzerkreis Rückholung sicher gestellt	Weitverbreitete Endnutzung keine spezielle Rückholung oder Entsorgung
8. Jahresverbrauch betrieblich	Kritische Menge hängt von den Stoffeigenschaften und dem Freisetzungspotenzial ab. Die Angabe einer kritischen Grenze ist im ersten Schritt nicht möglich.	
9. Chemisch-physikalische Eigenschaften: log Kow, Dampfdruck, Wasserlöslichkeit, Korngröße	Aus den chemisch-physikalischen Eigenschaften lässt sich das Freisetzungsverhalten und das Verteilungsverhalten in der Umwelt abschätzen.	

Tabelle 2.3: Mindest-Informationsbedarf für eine Schätzung des Expositionspotenzials

Das Expositionspotenzial ist auch eine wichtige Information, um dem Vorlieferanten plausibel zu machen, warum ggf. weitere Informationen zu den Stoffeigenschaften benötigt werden. Wenn der Lieferant eines Stoffes oder einer Zubereitung nachvollziehen kann, warum ein Anwender mehr Informationen braucht, ist die Bereitschaft zur Informationsübermittlung i.d.R. deutlich höher. Zuweilen stellen Hersteller ökotoxikologische Informationen nicht zur Verfügung, mit der Begründung, ein Umwelteintrag könne bei bestimmungsgemäßer Nutzung nicht stattfinden. Hier kann es helfen, dem Hersteller oder Vertreiber deutlich zu machen, wo das Risiko einer Freisetzung gesehen wird. Für bestimmte Industriebranchen und Prozesse sind auf europäischer Ebene Standard-Emissionsszenarien entwickelt worden, die als Instrument für die Expositionsabschätzung herangezogen werden können (Informationsquelle siehe Anhang 3).

[13] 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.

[14] Bei langlebigen Erzeugnissen ist es wesentlich schwieriger, Maßnahmen zum Risikomanagement zu ergreifen, wenn Probleme nachträglich erkannt werden, denn die Produkte befinden sich ggf. noch für Jahrzehnte in der Nutzung.

2.4.2 Stoffeigenschaften als Risikofaktor

Die deutsche TRGS 440 enthält das sogenannte „Spalten-Modell“ zur umweltbezogenen Gefahrenbewertung bei der Ersatzstoffprüfung nach §16 GefStoffV. Dieses Modell stützt sich auf die Klassifizierung nach EU Gefahrstoffrecht (R-Sätze) und auf die WGK-Einstufung[15]. Die chronischen Gesundheitsgefahren für Säugetiere (und Vögel) sind unter Umweltaspekten insbesondere dann von Bedeutung, wenn der jeweilige Stoff persistent und/oder bioakkumulierbar ist. In diesem Fall können Stoffe in der Nahrungskette angereichert werden und entsprechende Schäden verursachen.

Die erste Einstufung erfolgt in diesem Leitfaden auf der Basis der gesundheitsbezogenen R Sätze, wie sie in den Abschnitten 2 und 15 des Sicherheitsdatenblattes zu finden sind und der ökotoxikologischen Informationen in den Abschnitten 9 und 12 des Sicherheitsdatenblattes:

- Gesundheitsbezogene R-Sätze können direkt in der rechten Spalte der Tabelle 2.4 markiert werden.
- In den Spalten Bioakkumulation oder Persistenz ist dann eine mittlere bis sehr hohe Gefährlichkeit zu markieren, wenn einer der folgenden Sachverhalte zutrifft:
    - Der Logarithmus des Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten eines Stoffes (log K_{OW}) ist größer als 4 (Abschnitt 9) und der Biokonzentrationsfaktor (BCF) ermittelt in einem Fischtest liegt oberhalb von 500 oder es liegen keine Angaben vor (Abschnitt 12).
    - Der Stoff ist biologisch nicht (leicht) oder nicht potenziell abbaubar (OECD 301 oder 302 B-C) (Abschnitt 12).
    - Es fehlen insgesamt nachvollziehbare Angaben zur biologischen Abbaubarkeit des Stoffes und/oder zum Verteilungsverhalten zwischen Oktanol und Wasser. Die Angabe „90% Elimination in biologischen Kläranlagen“ ist z.B. nicht ausreichend, da nicht eindeutig erkennbar ist, ob die Elimination auf echten biologischen Abbau oder auf Klärschlammbindung zurückgeht. Auch die Angabe „biologisch abbaubar“ alleine (ohne Verweis auf den Test) reicht nicht aus, da unklar bleibt, unter welchen Abbaubedingungen getestet und wie der Abbau gemessen wurde.
- In der Spalte *aquatische Toxizität* können die Ergebnisse eines Fisch-, Daphnien- oder Algentestes markiert werden.
- Falls im Sicherheitsdatenblatt die Wassergefährdungsklasse angegeben ist, können auch diese notiert werden.

[15] Bei der WGK-Einstufung ist zu beachten, dass sie stark von den Kriterien der akuten Toxizität bestimmt ist und weniger vom Umweltverhalten. Das führt zu einer möglichen Gefahrenüberschätzung bei toxischen aber nicht langlebigen Stoffen und zu einer möglichen Gefahrenunterschätzung bei schwer abbaubaren aber akut nicht sehr toxischen Stoffen.

Gefährlichkeit	**WGK**	**Persistenz und Bioakkumulation**		**Gewässergiftigkeit [mg/l]**	**Chronische Giftigkeit für Mensch oder Tier**
		Persistenz OECD Abbau Test 301 oder 302	Bioakkumulation log K_{OW} oder BCF		
E sehr hoch	3	Nicht leicht oder nicht inhärent abbaubar im OECD Screeningtest	Log K_{OW} > 4 wenn BCF nicht < 500	$LC_{50} \leq$ 1mg/l	R45, R46, R60, R61
D hoch	3				R40, R68, R62, R63, R64, R48
C mittel	2			$LC_{50} \leq$ 10 mg/l	
B gering	1			$LC_{50} \leq$ 100 mg/l	
A sehr gering					

Tabelle 2.4: Bewertungsschema zur ersten Einstufung nach Gewässergefährlichkeit

Aus der den Ergebnissen des OECD Tests auf leichte Abbaubarkeit und dem log K_{OW} lässt sich üblicherweise nicht erkennen, ob der Stoff tatsächlich persistent ist, ob er sich in Organismen anreichern oder ob er sich in der Nahrungskette aufkonzentrieren wird. Deshalb ist auch eine Gefahrstoffklassifizierung mit Sätzen R50/53, R51/53, R52/53 oder R53 nur ein Hinweis auf mögliche Persistenz oder Bioakkumulierbarkeit.

Wenn die Angaben im Sicherheitsdatenblatt unzureichend sind oder auf verzögerten Abbau bzw. Akkumulationstendenz hindeuten, sollten in einem zweiten Schritt die Informationen je nach Lage des Falles verdichtet werden. Dabei sind die Stoffe vorrangig zu prüfen, die tatsächlich in die Umwelt eingetragen werden (siehe Ergebnisse gemäß Tabelle 2.3).

Mit Hilfe des Einstufungsschema in Tabelle 2.5 lässt sich der Grad der Gefährlichkeit präziser bestimmen:

- Anhand der akut toxischen Wirkung auf Wasserorganismen (vergleiche Kapitel 12 des Sicherheitsdatenblattes) lassen sich die Stoffe identifizieren, die für Wasserorganismen extrem giftig (LC_{50} < 0,1 mg/l) sind.
- Anhand der gemessenen Biokonzentration in Fischtests lässt sich die Wahrscheinlichkeit abschätzen, ob sich ein Stoff in der Nahrungskette anreichern wird.
- Anhand der OECD-Tests auf potenzielle Abbaubarkeit (OECD 202 B-C) lässt sich abschätzen, ob mit einem Abbau in biologischen Kläranlagen zu rechnen ist. Wenn auch Zweifel an der Abbaubarkeit des Stoffes bestehen, kann in einem Simulationstests abgeschätzt werden, wie lange der Abbau unter Umweltbedingungen benötigt und welche gefährlichen Abbauprodukte dabei möglicherweise entstehen. Das Ergebnis wird in Halbwertzeiten (DT_{50}) ausgedrückt und bezeichnet die Anzahl von Tagen, die für einen 50%igen Abbau erforderlich sind.

Eigenschaft	**Persistenz und Bioakkumulation**		**Toxizität**	
Gefährlich-keitsstufe	Persistenz[16]	Bioakkumulation	Aquatische Toxizität [mg/l]	Chronische Giftigkeit für Mensch oder Tier
E sehr hoch	**und**		**und**	**oder**
	nicht leicht oder potenziell abbaubar, es sei denn DT_{50} < 60 Tage	log K_{OW} > 4,5 wenn BCF[17] nicht < 5000	nicht relevant bei sehr persistenten und sehr bioakkumulierbaren Stoffen	
	nicht leicht oder potenziell abbaubar, es sei denn DT_{50} < 40 [60] [18] Tage	log K_{OW} > 4,5 wenn BCF nicht < 2000	$LC_{50} \leq 0,1$ (R50)	R45, R46, R60, R61
D hoch	**und/oder**		**und/oder**	**oder**
	nicht leicht oder potenziell abbaubar, es sei denn DT_{50} < 40 [60] Tage	log K_{OW} > 4 wenn BCF nicht < 2000	$LC_{50} \leq 0,1$ (R50)	R45, R46, R60, R61
	nicht leicht oder potenziell abbaubar, es sei denn DT_{50} < 40 [60] Tage	log K_{OW} > 4 wenn BCF nicht < 500	$LC_{50} \leq 1$ (R50)	R40, R68, R62, R63, R64, R48
C mittel	nicht leicht aber potenziell abbaubar	log $K_{OW} \geq 3$ wenn BCF nicht < 100	$LC_{50} \leq 10$	
B gering	leicht abbaubar	log K_{OW} < 3	$LC_{50} \leq 100$	
A sehr gering			LC_{50} > 100	

Tabelle 2.5: Bewertungsschema zur vertiefenden Bewertung der Gefährlichkeit für Gewässer

Die Einstufung in der Tabelle wird für jedes Einzel-Kriterium vorgenommen. Dabei kann es vorkommen, dass die Eigenschaften nicht für alle Risikofaktoren auf dem gleichen Gefährlichkeitsniveau liegen, weil in der Tabelle nicht alle denkbaren Fälle abgebildet sind. Die höchste Gefahrenstufe wird nur vergeben, wenn die Risikofaktoren Persistenz und Bioakkumulierbarkeit gemeinsam auftreten. Die anderen Gefahrenniveaus ergeben sich aus der Gesamtbewertung der unabhängig voneinander eingestuften Risikofaktoren.

Wenn ökotoxikologische Daten fehlen (z.B. log K_{OW} oder aquatische Toxizität) ist solange die höchste Gefährlichkeitsstufe zu unterstellen, bis der Vertreiber oder Hersteller die Information nachgeliefert hat.

Testverfahren zur Bio-Abbaubarkeit

Die OECD Testverfahren ***auf leichte biologische Abbaubarkeit*** (OECD 301) geben Auskunft darüber, ob ein Stoff unter ungünstigen Abbaubedingungen im Labor (wenig Nährstoffe, geringe Bakterienkonzentration) in 4 Wochen weitgehend zu CO_2 und Wasser abgebaut werden kann.

Im OECD Test ***auf potenzielle biologische Abbaubarkeit*** (OECD 302) wird getestet, ob ein Stoff unter optimalen Abbaubedingungen (z.B. biologisches Klärwerk) im Labor in 4 Wochen weitgehend abgebaut werden kann.

Im ***Simulationstest*** werden bestimmte Umweltbedingungen nachgestellt (Wassertemperatur, Sedimentanteile, Bakterien aus dem möglicherweise betroffenen Gewässertyp) und der Konzentrationsverlauf der Ausgangsstoffe wird über mehrere Wochen gemessen. Zusätzlich zur Halbwertszeit des Abbaus (Anzahl der Tage nach der die Ausgangskonzentration auf 50% gesunken ist) werden die Abbauprodukte chemisch analysiert.

[16] Erweist sich ein Stoff als nicht leicht abbaubar im OECD Standardtest, muss sein Abbauverhalten genauer untersucht werden. Dazu kann die Halbwertszeit im Simulationstest (z.B. OECD 308) oder ersatzweise der Test auf potenzielle Abbaubarkeit (OECD 202, B-C) verwendet werden.

[17] BCF-Studie an Muscheln oder Fischen

[18] Abbau unter marinen Bedingungen

Wenn auf der Basis von OECD Screeningtests festgestellt ist, dass der Stoff weder leicht noch potenziell abbaubar ist und er auch im Hinblick auf die Bioakkumulation und Toxizität als problematisch anzusehen ist, gibt es drei Alternativen:

- Vorsorgliche Substitution, wenn eine leicht abbaubare Alternative verfügbar und technisch sinnvoll ist und keine anderen Gefahren hervorruft.
- Durchführung eines Simulationstests zur Abklärung der Persistenz
- Strikte Vermeidung jeglicher Freisetzung im gesamten Lebenszyklus des Stoffes (nur durchführbar bei eng begrenztem Einsatz und hohem technisch-organisatorischen Aufwand).

Viele Sicherheitsdatenblätter enthalten Angaben zur Wassergefährdungsklasse (WGK). Über ein relativ kompliziertes Punktesystem lassen sich die Wassergefährdungsklassen den Ergebnissen ökotoxikologischer Tests und den R-Sätzen nach Gefahrstoffrecht zuordnen (vergleiche www.umweltbundesamt.de/wgs/). Allerdings bildet die Wassergefährdungsklasse im Wesentlichen die unfallbezogenen Stoffeigenschaften trennscharf ab, nicht aber die Eigenschaften im Hinblick auf die täglichen Einträge unter Normalbedingungen. Darüber hinaus sind die gesundheitsbezogenen R-Sätze sehr stark gewichtet, weil die Gefährlichkeit des Stoffes auch im Hinblick auf den Umgang mit ausgelaufenen Stoffen bei Transport- und Lagerunfällen abgebildet werden soll. So führt beispielsweise eine hohe akute Toxizität mit den R-Sätzen R26 bis R28 zusammen mit einer hohen aquatischen Toxizität (R50) bereits zu einer Einstufung in WGK 3 und damit zu einer deutlichen Überschätzung der Gefährlichkeit im Hinblick auf langfristige Anreicherungsrisiken.

Die WGK 2 kann je nach Lage des Falles das langfristige umweltbezogene Risiko überschätzen oder unterschätzen. In Tabelle 2.6 wird beispielhaft gezeigt,

- wie die langfristige Gefährlichkeiten durch die starke Gewichtung akuter Wirkungen möglicherweise überschätzt werden oder
- wie die Klassifizierung als „umweltgefährlich N“ mit R50/53 bei gleichzeitiger nachgewiesener Fortpflanzungschädlichkeit des Stoffes im WGK-System zu einer Unterschätzung des möglichen PBT-Risikos führt.

Eine ausschließliche Orientierung an der WGK kann daher zu einer falschen betrieblichen Prioritätensetzung führen. Stoffe oder Zubereitungen der WGK 2 und 3 sollten daher genauso wie Produkte, die den R-Satz 53 (allein oder in Kombination mit anderen R-Sätzen) tragen, zunächst als PBT-**Kandidaten** angesehen werden, wenn die Abschnitte 9 und 12 des Sicherheitsdatenblattes keine nähere Information liefern. In gleicher Weise sollte verfahren werden, wenn gar keine umweltbezogenen Informationen für einen Stoff vorliegen.

R-Sätze	Resultierende WGK	Abbildung von PBT-Risiken
Gesundheitsbezogene R-Sätze: R23 bis 28 oder R39 oder R48 Plus **R50** ($LC_{50} \leq 1$mg/l) **ohne R53** (leicht abbaubar und nicht bioakkumulierbar)	**WGK 2**	**Überschätzung**
Gesundheitsbezogene R-Sätze: R60 oder 61 Plus **R50** ($LC_{50} \leq 1$mg/l) mit R53 **(nicht leicht abbaubar und/oder bioakkumulierbar)**	**WGK 2**	**Unterschätzung**

Tabelle 2.6: Unschärfen in der Abbildung langfristiger Stoffrisiken im WGK System

Wenn Unsicherheiten bestehen, welche Eigenschaften zu einer WGK-Einstufung auf der Basis der Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe VwVwS geführt haben, kann über die Kontaktstelle beim Umweltbundesamt der relevante Datensatz abgefragt werden (FG IV 2.6, Dokumentations- und Auskunftsstelle für wassergefährdende Stoffe, Tel: 030-8903-4169).

2.4.3 Mengen als Risikofaktor

Bei der Bewertung umweltbezogener Risiken spielen die kontinuierlich freigesetzten[19] Stoffmengen eine zentrale Rolle. Da die exakte, im Lebenszyklus einer Chemikalie freigesetzte Stoffmenge nur schwer bestimmbar ist, geht man solange von worst-case Annahmen aus bis bessere Zahlen vorliegen. Die potenziell betrieblich freigesetzte Stoffmenge ergibt sich aus der verwendeten Menge des Stoffes pro Betrieb und einem groben Freisetzungsfaktor: z.B. 20% bei Verwendung in industriellen Prozessen und 100% bei Verwendung in Zubereitungen zur allgemeinen gewerblichen oder privaten Verwendung.

Potenzielle Exposition	Menge[20] pro Jahr bei Verwendung in Zubereitungen, die zur allgemeinen gewerblichen Anwendung außerhalb von Anlagen oder in Privathaushalten bestimmt sind	Menge[21] pro Jahr bei Verwendung in kontrollierten industriellen Prozessen oder Anlagen
E sehr hoch	> 10 t	> 50 t
D hoch	> 1,0 t	> 5 t
C mittel	> 0,1 t	> 0,5 t
B gering	> 0,01 t	> 0,05 t
A sehr gering	< 0,01 t	< 0,05 t

Tabelle 2.7: Bewertungsschema zur Einstufung der betrieblich gehandhabten Menge

Die Skalierung orientiert sich daran, dass Stoffe ab einer jährlichen Produktions- oder Importmenge von > 0,01 t/a pro Betrieb als chemikalienrechtlich relevant gelten.

[19] Von kontinuierlicher Freisetzung ist zu sprechen, wenn es nicht um Unfälle oder Funktionsstörungen von Prozessen geht, sondern um andauernde Emissionen oder Verluste aus dem normalen Betrieb von Anlagen oder bestimmungsgemäßem Gebrauch von Produkten.

[20] Betrieblich eingesetzte Menge (Betriebsstoffe oder Produktkomponenten), wenn der Stoff zur allgemeinen gewerblichen Verwendung oder für Privathaushalte vorgesehen ist.

[21] Betrieblich eingesetzte Menge (Betriebsstoffe oder Produktkomponenten), wenn der Stoff ausschließlich zur Verwendung in industriellen Anlagen vorgesehen ist. Es wird unterstellt, dass das mengenmäßige Freisetzungspotenzial hier um den Faktor 5 kleiner ist als bei breiter Anwendung in Haushalt und Gewerbe.

2.4.4 Risikofaktor „Mobilität unter Einsatzbedingungen“

Das Freisetzungspotenzial von chemischen Stoffen aus Produktionsprozessen und Endprodukten hängt sowohl von den Stoffeigenschaften als auch von den Einsatzbedingungen ab. Analog dem Spaltenmodell der TRGS weisen die folgenden Tabellen Gefährlichkeitsstufen nach Freisetzungspotenzial zu. Die Stoffeigenschaften werden dabei durch die Wasserlöslichkeit und den Dampfdruck sowie für Feststoffe durch die Korngröße gekennzeichnet. Für Stoffe, die als Additive in Materialien wie Polymeren, Leder, Glas, Papier, Holz, Metallkörpern und Legierungen eingesetzt werden, spielt darüber hinaus die Bindungsstärke in der Matrix eine Rolle. Flammschutzmittel beispielsweise, die chemisch in den Kunststoffketten gebunden sind, zeigen eine geringere Mobilität als additive Flammschutzmittel, die sich in der Kunststoffmatrix bewegen können. Für die Abschätzung der Migrations- und Diffusionsneigung liegen bislang nur wenige, standardisierte Methoden vor. Entsprechende Verweise finden sich im Leitfaden Teil 3.

Potenzielle Exposition	**Freisetzungsverhalten Wasserlöslichkeit[22]**	**Freisetzungsverhalten Dampfdruck[23] oder Staub**	**Matrixbindung, Migration im Standardtest[24]**
E sehr hoch	> 100 mg/l	Staubende Stoffe oder Aerosole 10^0 – 10^4 Pa	nicht in Matrix gebunden
D hoch	10 – 100 mg/l	10^{-3} – 10^0 Pa	sehr leicht beweglich in der Matrix
C mittel	0,1 – 10 mg/l	10^{-3} – 10^{-6} Pa	mittlere Beweglichkeit in der Matrix
B gering	1 – 100 µg/l	< 10^{-6} Pa	schwer beweglich in der Matrix
A sehr gering	< 1 µg/l	nicht staubend, kein Aerosol < 10^{-8} Pa	echte chemische Bindung in der Matrix

Tabelle 2.8: Bewertungsschema zur Mobilität der Stoffe

Die in der Tabelle aufgeführten Dampfdruckbereiche beziehen sich auf mögliche Risiken für das Schutzgut „Gewässer“ über den Freisetzungspfad „Luft“. Das heißt, es geht um Stoffe, die nach Freisetzung in die Luft dazu neigen, sich mit Regen oder Staub niederzuschlagen. Der besonders kritische Dampfdruckbereich für die Gewässer liegt daher eher niedrig: Gerade so hoch, dass die Stoffe in nennenswerten Mengen verdampfen, gleichzeitig aber so niedrig, dass sie nicht als Gas in der Luft verbleiben, sondern auf den Boden zurückkehren.

Das tatsächliche Freisetzungspotenzial hängt von den Einsatzbedingungen ab, die generell nach dem folgenden Schema bestimmten Anwendungsklassen zugeordnet werden können.

[22] Wasserlöslichkeit bei 20°C. Die Skalierung der Wasserlöslichkeiten wurde anhand der EU Risikobewertung für verschiedene Kunststoffadditive entwickelt. Im Vergleich zu Wasch- und Reinigungsmitteln sind die Wasserlöslichkeiten alle relativ niedrig. Dennoch treten bei entsprechenden Anwendungsbedingungen und bei hohen Anwendungsmengen relevante Freisetzungen in die Umwelt auf.

[23] Dampfdruck (gemessen in Pascal [Pa] bei 20/25°C); bei höheren Verarbeitungstemperaturen steigt der Dampfdruck um mehrere Größenordnungen. Die Skalierung der Dampfdrücke wurde anhand der EU Risikobewertung für verschiedene Kunststoffadditive entwickelt. Im Vergleich zu Lösemitteln sind diese Dampfdrücke alle relativ niedrig. Dennoch treten bei entsprechenden Anwendungsbedingungen und bei hohen Anwendungsmengen relevante Freisetzungen in die Umwelt auf.

[24] Z.B.: Tests für Lebensmittelverpackungen, Speicheltest, Migrationstest für Wasserrohre.

Potenzielle Freisetzung	Einsatzbedingungen von Stoffen und Zubereitungen in Anlagen	Einsatzbedingungen von Zubereitungen außerhalb von Anlagen	Einsatzbedingungen von Erzeugnissen
E sehr hoch	Anwendung von Zubereitungen in wasserbasierten Prozessen, Entsorgung ohne Kläranlage	Bestimmungsgemäße, offene Anwendung der Zubereitung in der Umwelt (z.B. Sägekettenöl)	Flächige, umweltoffene Anwendung in Gebrauchsartikeln mit Außenanwendungen; hohe Nutzungsdauer der Produkte (z.B. Dachdeckungen)
D hoch	Anwendung von Zubereitungen in wasserbasierten Prozessen, Entsorgung über biologische Kläranlagen	Bestimmungsgemäße, offene Anwendung der Zubereitung in der Umwelt; Stoffe sind in Matrix mehr oder minder fest eingebunden (z.B. Wandfarbe); Zubereitung kommt im Außenbereich zum Einsatz; Einsatz in wasserbasierenden Prozessen und Entsorgung über biologische Kläranlage	Artikel, die regelmäßig mit Wasser gereinigt werden (z.B. Textilien)
C mittel	Anwendung von Zubereitungen in wasserfreien Prozessen unter erhöhter Temperatur; offene oder halboffene Prozeßtechnik; Anwendung von Zubereitungen in wasserbasierten Prozessen; Entsorgung über spezielle Vorbehandlung nach bestem Stand der Technik	Bestimmungsgemäße, offene Anwendung der Zubereitung in der Umwelt; Stoffe sind in Matrix mehr oder minder fest eingebunden (z.B. Wandfarbe); Zubereitung kommt im Innenbereich zum Einsatz; Mobile, geschlossene Anlage; kontrollierte Entsorgung von Abfällen nach Stand der Technik	Kompakte, umweltoffene Anwendung in Gebrauchsartikeln mit Außenanwendungen (z.B. Fensterrahmen); Flächige, umweltoffene Anwendung in Gebrauchsartikeln mit Innenanwendung (z.B. Tapeten)
B gering	Anwendung von Zubereitungen in wasserfreien Prozessen bei Normaltemperatur	Mobiles, geschlossenes Gerät, keine Entsorgung von Restmengen über öffentliche Abwasseranlagen oder die allgemeine Abfallentsorgung	Nicht umweltoffene Verwendung in Gegenständen mit hoher Verbreitung (z.B. Batterien)
A sehr gering	Geschlossene dichte Anlage, keine Entsorgung von Restmengen über öffentliche Abwasseranlagen oder die allgemeine Abfallentsorgung[25]		Nicht umweltoffene Verwendung in Gegenständen mit geringer Verbreitung (z.B. Industrieakkumulatoren)

Tabelle 2.9: Bewertungsschema zum Freisetzungspotenzial nach Anwendungsklassen

2.4.5 Risikofaktor indirekte Freisetzung

Für die Wahl einer guten Management-Strategie ist es erforderlich, alle möglichen Freisetzungspfade zu kennen, um gezielt Maßnahmen zur Emissionsvermeidung ergreifen zu können. Diese sollten möglicherweise über die eigenen Betriebsgrenzen oder den unmittelbaren Gebrauch des hergestellten Produktes hinaus reichen. Das gilt insbesondere für die folgenden Eintragspfade:

[25] Derartig geschlossene Anlagen werden üblicherweise im Rahmen einer Chemie-Dienstleistung betrieben, bei der der Lieferant die Aufbereitung der verbrauchten Prozessmittel übernimmt. Zu welchen Freisetzungen es dabei kommen kann, wird unter Abschnitt 2.4.5 erläutert.

- Entsorgungsweg für wasserhaltige Produktionsrückstände (z.B. Spülwässer- und Waschwässer, Emulsionen aus der Metallbearbeitung, Metallkonzentrate aus der Galvanik, Lösemittel) und mögliche Einträge in die Umwelt durch unzureichende Abfallbehandlung oder landwirtschaftliche Verwertung biologischer Klärschlämme.
- Ungewollt im oder auf dem Produkt verbleibende Produktionshilfsstoffe (z.B. Biozidreste in Papier, Reste von Netzmitteln auf Textilien, Trennmittel auf Bauprodukten, Katalysatorreste in Kunststoffen), die bei der Produktnutzung freigesetzt werden können.
- Verwertungswege für die hergestellten Produkte nach Ende ihrer Gebrauchslebenszeit, auf denen Freisetzungen in die Umwelt stattfinden können (z.B. Additive in Papier bei der Altpapierverwertung, Metalle in Bioziden bei der Altholzverwertung, Flammschutzmittel bei der Elektronik-Schrott-Verwertung, umweltoffene Verwertung von Abfallverbrennungsschlacken).

Beispiele für indirekte Freisetzung		
Entsorgung von Produktionsrückständen	Verschleppung von Produktionshilfsstoffen	Verwertung von Altprodukten
Emulsionstrennung und Entsorgung des Abwassers über die Kanalisation Abtrennung von Wasser aus Lackschlämmen Leckverluste aus Lagerung, Transport und Verwertung emulsionshaltiger Metallspäne	Produktionshilfsstoffe in der Textilveredelung und Papierherstellung Katalysatoren in Kunststoffartikeln	Arsen und halogenorganische Biozide bei der thermischen Nutzung imprägnierter Hölzer Kunststoffadditive bei der mechanischen Zerkleinerung, beim Umschmelzen oder bei der thermischen Verwertung von Produkten Druckfarben und Papierzusatzstoffe bei der Altpapierverwertung Metallhaltige Produktkomponenten durch Nutzung von Abfallverbrennungsschlacken

Tabelle 2.10: Beispiele für indirekte Freisetzungen

Indikatoren für die Höhe des Risikobeitrages können nicht angegeben werden, weil dieser entscheidend von der technischen Gestaltung des jeweiligen Verfahrens abhängig ist. Solange keine spezifischen Informationen über die Emissionspotenziale vorliegen, sollte in der Bewertungsmatrix ein hoher Risikobeitrag angenommen werden. Bei Vorliegen ausreichender Information, kann der Risikobeitrag ggf. auf „gering“ zurückgestuft werden.

2.5 Bewertungsbeispiel

Die Bewertungstabelle 2.11 und 2.12 sind beispielhaft für zwei bromierte Flammschutzmittel ausgefüllt worden: Decabromdiphenylether (DeBDPE) bei Einsatz in Textilien (additiver Flammschutz) und Tetrabrombisphenol A (TBBA) zum Einsatz im Platinenmaterial gedruckter Schaltungen (kettenintegrierter Flammschutz). In beiden Fällen beträgt die betriebliche Verarbeitungsmenge 10 t pro Jahr.

Fünfstufige Bewertungsmatrix

Risikobeitrag	Persistenz	Bioakkumulation	Aquatische Toxizität	Chronische Giftigkeit Wirbeltiere	Inhärente Mobilität	Menge	Mobilisierende Einsatz-Bedingungen	Indirekte Freisetzungen	Risiko-Index
sehr hoch									
hoch									
mittel									
gering									
sehr gering									
Gewichtung									

Tabelle 2.11: Risikoprofil DeBDPE in Textilien

Fünfstufige Bewertungsmatrix

Risikobeitrag	Persistenz	Bioakkumulation	Aquatische Toxizität	Chronische Giftigkeit Wirbeltiere	Inhärente Mobilität	Menge	Mobilisierende Einsatz-Bedingungen	Indirekte Freisetzungen	Risiko-Index
sehr hoch									
hoch									
mittel									
gering									
sehr gering									
Gewichtung									

Tabelle 2.12: Risikoprofil TBBA in Platinen

Die wesentlichen Risikobeiträge gehen bei beiden Stoffen von der Persistenz und den möglichen Freisetzungen gefährlicher Stoffe in der Verwertung und Entsorgung aus. Bei TBBA spielt darüber hinaus die hohe aquatische Toxizität und Neigung zur Bioakkumulation eine wichtige Rolle. Für DEBDPE ist nach wie vor ungeklärt, ob sich in der Umwelt langsam niedriger bromierte Abbauprodukte bilden, die dann ein hohes Bioakkumulationspotenzial hätten.

Bei beiden Stoffen ist die Eigen-Mobilität aufgrund des niedrigen Dampfdruckes oder der Matrixbindung relativ gering. Bei DEBDPE allerdings tragen die Einsatzbedingungen (Textilien mit möglichem Wasserkontakt bei der Wäsche) mehr zum Freisetzungsrisiko bei als bei TBBA (flächenhafte Anwendung in Kunststoffartikeln, teilweise bei erhöhter Betriebstemperatur).

Aufgrund des Vergleiches der Risikoprofile ergibt sich kein deutlicher Vorteil für einen der beiden Stoffe, der eine Substitution gegeneinander rechtfertigen würde. Es wird allerdings erkennbar, wo jeweils die entscheidenden Risikobeiträge liegen und mit welchen Strategien eine Risikominderung möglich ist.

Anhang 1

Die folgende Tabelle kann als Hilfsmittel dienen, um die Produkte und Produktionsprozesse zu identifizieren, die zur Emission prioritärer Stoffe der Wasserrahmen-Richtlinie in die europäischen Gewässer beitragen. Gleichzeitig sind die Stoffe markiert, für die im Rahmen des Leitfadens Substitutionsalternativen zusammengestellt und eine produktbezogene Strategie zur Minderung der Stoffrisiken vorgeschlagen wird. Eine Reihe von Stoffgruppen ist im Leitfaden nicht berücksichtigt, weil sie keine Relevanz für die Ersatzstoffprüfung bei industriellen und gewerblichen Anwendern haben:

- Quecksilber: Nur noch geringe Bedeutung in der Anwendung chemischer Stoffe.
- Polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK): Wesentliche Quelle sind Lufteinträge aus Verbrennungsprozessen; durch Substitution chemischer Produkte kann keine Emissionsminderung erreicht werden.
- Pflanzenschutzmittel: Separate Substitutionsstrategie mit eigenen Kriterien und einem anwenderspezifischen Konzept erforderlich.
- Chlorierte Benzole: Chlorierte Benzole spielen in Deutschland in chemischen Produkten keine Rolle mehr. Einträge können aus Altlasten oder durch Nebenproduktbildung in Syntheseprozessen freigesetzt werden. Beide Quellen sind durch Substitutionsmaßnahmen nicht zu beeinflussen.
- Biozide: Die Biozide TBT und PCP spielen abgesehen von Antifoulingfarben (TBT) in chemischen Produkten in Europa keine Rolle mehr. Freisetzungen erfolgen ggf. aus Erzeugnissen mit langer Lebenszeit oder aus importierten Erzeugnissen. Beide Quellen sind durch Substitutionsmaßnahmen nicht zu beeinflussen.

Auch kurzkettige, chlorierte Lösemittel werden im Leitfaden nicht behandelt. Von den drei Stoffen auf der Liste wird nur noch Dichlormethan weit verbreitet eingesetzt. Insbesondere in Abbeizern sollte Dichlormethan durch ungefährlichere Alternativen ersetzt werden. Dabei geht es aber im wesentlichen um Gesundheitsgefährdungen und nicht so sehr um Gewässerbelastungen.

Überblick über die prioritären Stoffe der WRRL - Verwendung, wichtige Emissionspfade und Relevanz im Rahmen des Leitfadens (abgeändert nach Böhm et al., 2002)

Stoffname	Verwendung	Emissionen in Deutschland - Emissionspfade	Relevant für Leitfaden
Blei	Wichtigste Verwendung: Akkumulatoren Außerdem: Halbzeug, Legierungen (Baubereich, Apparatebau, Strahlenschutz, Schallschutz, Lagermetalle, Gewichte, Jagdschrot), Kabelmäntel, Stabilisatoren, Pigmente, Kristallglas, Bildröhren, Keramik	- aus Produktion und Verarbeitung nur noch relativ geringe Emissionen - Abträge von bleihaltigen Werkstoffen (Baubereich, Apparate, Wasserrohre, Auswuchtgewichte) - Luftemissionen (Begleitelement) aus Feuerungen, NE-Metalle, Eisen + Stahl, Müllverbrennung, Gießereien, Steine + Erden (große Abluftmengen). - Häufig lange Lebensdauer bleihaltiger Produkte (z.B. stabilisierte und pigmentierte Kunststoffe).	+ (Stabilisatoren, Pigmente)
Cadmium	Batterien heute bei weitem wichtigste Verwendung; Pigmente nur noch in geringem Umfang in technischen Kunststoffen, Glasuren, Emaille; Stabilisatoren, Galvanotechnik, Legierungen nur noch sehr geringe Verwendung	- aus Produktion und Verarbeitung nur noch relativ geringe Emissionen; - Abtrag mit Zink, Zinklegierungen, Verzinkungen im Baubereich (rückläufig) - Einträge in die Landwirtschaft durch Cadmiumgehalte in Phosphatdüngern, auch mit Klärschlamm und Wirtschaftsdüngern - Luftemissionen (Cadmium als Begleitelement) aus Eisen + Stahl-Produktion, Nicht-Eisen-Metalle, Feuerungen, Müllverbrennung, Steine + Erden (große Abluftmengen) - Speicherung in langlebigen Produkten aus früherer Herstellung (insbesondere Bauprodukte aus PVC)	(+) (Stabilisatoren, Pigmente)
Nickel	Wichtigste Verwendungen: korrosionsbeständige und hochfeste Stähle und Nickel-Legierungen; danach Batterien, Nickel-Beschichtungen, Katalysatoren und Pigmente	- aus Verarbeitung relativ geringe Emissionen in Wasser und Luft (Regelungen). - Abtrag von nickelhaltigen Werkstoffen in Kontakt mit großen Wassermengen (Energietechnik, Chemische Industrie, Nahrungsmittelindustrie, Baubereich, Küchentechnik) - Luftemissionen aus Stahlerzeugung und Feuerungen (Begleitelement in Erdöl und Kohle)	+ (Pigmente)
Quecksilber	Wichtigste Verwendungen: Chloralkalielektrolyse (Amalgam-Verfahren), Zahnmedizin, Knopfzellen (nur noch < 2% Hg), Leuchtstofflampen; nur noch geringe Bedeutung: Messtechnik, Gerätebau, Chemikalien, Reagenzien	- Luft- und Wasseremissionen aus Amalgam-Anlagen zur Chlorproduktion (rückläufig); aus Verarbeitung relativ geringe Emissionen - Emissionen aus ungeordneter Entsorgung von Produkten - Luftemissionen (Begleitelement) aus Feuerungen, Eisen + Stahl, Müllverbrennung, Steine + Erden (große Abluftmengen) - große gespeicherte Menge in Produkten aus früherer Herstellung (Messtechnik, Geräte, Amalgam-Anlagen)	-

Stoffname	Verwendung	Emissionen in Deutschland - Emissionspfade	Relevant für Leitfaden
PAK (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe)	Verwendung von Kreosot (enthält bis zu 85% PAK) als Holzschutzmittel (Verbot des Inverkehrbringens für Teeröle seit 1991, aber Ausnahmegenehmigung z.B. für Eisenbahnschwellen, Telefonmasten)	- Eintrag in Gewässer überwiegend indirekt durch Luftemissionen (Verbrennungsprozessen wie Feuerungen und Verkehr; Aluminiumerzeugung, Kokereien, Eisen- und Stahlproduktion); - zum Teil auch über Kreosot in umweltoffenen Anwendungen als Holzschutzmittel	-
Anthracen	Holzbehandlung (Kreosot), außerdem Farbstoffe, Spezialitäten wie z.B. Membranen	- s. PAK - Wasseremissionen aus Anthracenproduktion sehr gering (ca. 75 g/a)	-
Fluoranthen	Forschungszwecke, Fluoreszenzfarbstoffe	- s. PAK (Luftemissionen entstehen im Gleichgewicht mit anderen PAK)	-
Naphthalin	Azofarbstoffe, Phthalsäureanhydrid, Naphthalinsulfonsäure-Formaldehyd-Kondensationsprodukte Alkylderivate und Lösemittelbestandteile	- s. PAK - Wasseremissionen aus Naphthalinproduktion gering, ca. 3,75 kg/a; nach „worst case“ 297 kg als Zwischenprodukt 15 kg bei Holzimprägnierung	-
1,2-Dichlorethan	Mehr als 95% Zwischenprodukt für Vinylchlorid; weitere Verwendung als Additiv in Treibstoffen und Ölen, Zwischenprodukt, technischer Hilfsstoff, Lösemittel	- Emissionen bei Herstellung (68,3 t - Luft, 3,33 t - Wasser) - Emissionen bei Anwendung: gering im Vergleich zur Herstellung	-
Dichlormethan	Einsatz als Treibmittel (Spraydosen) in den letzten Jahren stark zurückgegangen; vielfältig eingesetzt als bedeutendes industrielles Lösemittel; Zwischenprodukt; Weitere Verwendung: Kleber/Lacke, Entlackungsmittel, Metallreinigung, Antidröhnmasse, technische Aerosole	- Emissionen bei Herstellung (77,4 t – Luft; 4,55 t Wasser) - Gesamtemissionen bei der Anwendung: von 1994 bis 1996 von 3.340 t auf 3.650 t leicht gestiegen	-
Trichlormethan (Chloroform)	Zwischenprodukt, Laborchemikalien, Pharmazeutika, Lösemittel, Sonstiges (Extraktionsmittel, Abbeizmittel, Lackverdünner)	- Emissionen bei der Herstellung: 1,95 t - Luft; 0,433 t - Wasser	-
Hexachlorbenzol	Keine Produktion (seit 1993); kein Verbrauch; (früher weites Einsatzgebiet in der Landwirtschaft als Fungizid)	- Emissionen als Nebenprodukt in der Chlorchemie: in 1995 (< 10 kg – Luft; < 48 kg Wasser) - Außerdem Emissionen als Nebenprodukt bei der Aluminiumraffination sowie durch Altlasten, Verbrennungsprozesse etc.	-
Hexachlorbutadien	Keine Produktion, kein Einsatz (früher Biozid, Zwischenprodukt, etc.)	- Emissionen als Nebenprodukt in der Chlorchemie (in 1995 < 10 kg Luft; < 14 kg Wasser)	-

Stoffname	Verwendung	Emissionen in Deutschland - Emissionspfade	Relevant für Leitfaden
Pentachlorbenzol	Ausgangsprodukt für die Herstellung des Fungizids Pentachlornitrobenzol (Quintozen)	- Emissionen können bei der Quintozen-Herstellung entstehen; historisch bedingte Einträge durch frühere Anwendung von HCB und Quintozen, die Pentachlorbenzol als Verunreinigung enthielten	-
1,2,4 Trichlorbenzol	80% Zwischenprodukt, 14% Prozesslösungsmittel; außerdem: Farben/Lacke, techn. Hilfsstoffe, Lösemittel, Treibstoffe/Öle, Pflanzenschutz/ Desinfektionsmittel	- EU-weite Einträge in die Umwelt: 15 t (geschätzt nach TGD für die Summe der Szenarien „Zwischenprodukt“, „Prozeßlösungsmittel,“ „andere“ und „Farbstoffträger“)	-
1,2,3 Trichlorbenzol	Zwischenprodukt für die Synthese von Pestiziden über 2,3,4-Trichlornitrobenzol; außerdem wie das 1,2,4-Isomere als Lösemittel (Farben, Lacke)		-
Alachlor	PSM (selektives Vorlaufherbizid) In Deutschland keine Produktion, kein Verbrauch	- Gering	-
Atrazin	PSM (Boden- und Blattherbizid) Keine Produktion, kein Verbrauch;	- Emissionen durch Rückstände in Böden durch historische Anwendungen sowie durch illegalen Einsatz	-
Chlorfenvinphos	PSM (Insektizid und Akarizid)	- Immissionen in Oberflächengewässern können zur Zeit nicht nachgewiesen werden	-
Chlorpyrifos	PSM (Insektizid)	- Immissionen in Oberflächengewässern können zur Zeit nicht nachgewiesen werden	-
Diuron	PSM (Herbizid) Geringerer Einsatz als Biozid in Farben/Lacken	- hohe Immissionen in Oberflächengewässern nachweisbar; Einträge wahrscheinlich hauptsächlich über Punktquellen	-
Endosulfan	PSM (Insektizid, Akarizid), in Deutschland nicht zugelassen	- keine Immissionen in Oberflächengewässern nachweisbar	-
Isoproturon	PSM (Herbizid)	- hohe Belastungen in Oberflächengewässern nachweisbar	-
Hexachlorcyclohexan (γ-HCH, Lindan)	PSM (Insektizid), Arzneimittel gegen Kopfläuse; In D nicht zugelassen	- industrielle Direkteinträge (Rhein 2000: < 1 kg; Elbe 2000: ca. 10 kg); Schätzungen über diffuse Einträge: ca. 500 kg	-
Simazin	PSM (Herbizid); in Deutschland nicht zugelassen	- relativ hohe Einträge in Oberflächengewässer (mit abnehmender Tendenz) nachweisbar; Ursache historische und/ oder illegale Anwendungen	-
Trifluralin	PSM (Herbizid)	- keine diffusen Einträge zu erwarten; keine industriellen Direkteinträge bekannt	-
Benzol	Zwischenprodukt für die Aromatenchemie, Bestandteil von Vergaserkraftstoff (~1%)	- Gewässeremissionen in D nach „realistic worst case“ Schätzung: 4.540 t; Luftemissionen: 30.000 t	-

Stoffname	Verwendung	Emissionen in Deutschland - Emissionspfade	Relevant für Leitfaden
Bromierte Diphenylether (PentaBDE)	Additives Flammschutzmittel in weichen Polyurethanschäumen (z.B. Nackenstützen in Autos, Polstermöbel, Verpackungen); in D nur noch geringe Mengen	- „Worst case“ Abschätzung für die EU ergibt Gewässeremissionen von 5,26 t; - Produkte haben lange Lebensdauer (Depot)	+ (Flammschutzmittel)
Kurzkettige Chlorparaffine (SCCP)	Kühlschmierstoff (Metallbearbeitung), Farben, Flammschutzmittel (Gummi, Textilien), Dichtungsmittel, Leder; in D nur noch geringe Mengen	- Gering (in emissionsrelevanten Anwendungsbereichen nur noch sehr geringe Verwendung)	+ (Flammschutzmittel, Kühlschmierstoffe)
Di(2-ethylhexyl) phthalat (DEHP)	Ganz überwiegend als Weichmacher für PVC (z.B. Bodenbeläge, Kabel, Schläuche, Folien, Unterbodenschutz, Schuhsohlen); außerdem in Farben, Lacke, Dispersionen etc.	- Überwiegend über Verbleib DEHP-haltiger Produkte/Partikel in der Umwelt (ca. 574 t/a) und Außenraumanwendungen (177 t/a); bei Herstellung/ Verarbeitung nur geringe Emissionen - Produkte haben lange Lebensdauer (Depotwirkung)	++ (Weichmacher)
Nonylphenole (NP)	Nonylphenol: NPEO-Herstellung, Klebstoffe, Lacke; NPEO: Tenside, Emulgatoren	- Produktion/Verarbeitung: nur geringe Emissionen; - Kommunale Kläranlagen ca. 21 t/a (z.T. über Indirekteinleiter) - Agrarchemie: ca. 10 t	++ (Emulgatoren)
Octylphenole (OP)	In D nur noch geringe Verwendung (früher ähnlich NP)	- Emissionen überwiegend über OPEO-Verunreinigungen in NPEO-Produkten (s. Nonylphenol)	(+) (Emulgatoren)
Pentachlorphenol (PCP)	Holzschutzmittel, Textilien, Leder, Konservierungsmittel; in D Anwendungsverbot	- Behandelte Stoffe haben lange Lebensdauer (Depotwirkung) - Einträge nur noch durch Depots oder Import (z.B. in Textilien)	-
Tributylzinnverbindungen (TBT)	Antifouling-Farben für Schiffe; nicht biozide Anwendungen: organische Synthesehilfsmittel (< 200 t/a TBTCl); Frühere Anwendungen: Holzschutz, Leder, Papier, Textilien, Polyisobutylen-Dachbahnen, Silikondichtmassen, Topfkonservierungen	- Überwiegend über Antifouling-Farben - Produkte haben z.T. lange Lebensdauer (Depot); aus alten Verwendungen, Verunreinigung in Mono-/Dibutylzinnverbindungen etc. über kommunale Kläranlagen: ca. 20 – 40 kg/a	-

Anhang 2 - R-Sätze

R-Satz	Kriterium	
Einstufung aufgrund bestimmter Auswirkungen auf Gewässer		
Sehr giftig für Wasserorganismen/ Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkung haben	Der Stoff ist sehr giftig für Fisch, Kleinkrebs oder Alge sowie nicht leicht abbaubar oder bioakkumulierbar.	R50/53
Sehr giftig für Wasserorganismen	Der Stoff ist sehr giftig für Fisch, Kleinkrebs oder Alge.	R50
Giftig für Wasserorganismen/ kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkung haben	Der Stoff ist giftig für Fisch, Kleinkrebs und Alge sowie nicht leicht abbaubar oder bioakkumulierbar	R51/53
Schädlich für Wasserorganismen/ kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkung haben	Der Stoff ist schädlich für Fisch, Kleinkrebs oder Alge sowie nicht leicht abbaubar. Und es liegen keine zusätzlichen, wissenschaftlichen Nachweise vor, anhand derer sicher festgestellt werden kann, dass weder der Stoff noch seine Abbauprodukte eine potenzielle oder spät einsetzende Gefahr für die Gewässer darstellen.*	R52/53
Schädlich für Wasserorganismen	Stoffe, die nicht unter die vorgenannten R-Sätze fallen, die aber nachweislich eine Gefahr für die Struktur/ das Funktionieren aquatischer Ökosysteme darstellen.	R52
Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben	Stoffe, die nicht unter die vorgenannten R-Sätze fallen, aber nachweislich aufgrund ihrer Persistenz und Akkumulierbarkeit sowie vorhergesagtem oder beobachtetem Verhalten eine längerfristige Gefahr für die Struktur/ das Funktionieren aquatischer Ökosysteme darstellen. Und es liegen keine zusätzlichen, wissenschaftlichen Nachweise vor, anhand derer sicher festgestellt werden kann, dass weder der Stoff noch seine Abbauprodukte eine potenzielle oder spät einsetzende Gefahr für die Gewässer darstellen.*	R53

* Der Nachweis kann darin bestehen, dass ein schneller Abbau in Gewässern belegt oder dass eine chronische Toxizität > 1mg/l (NOEC) in verlängerten Toxizitätsprüfungen an Daphnien oder Fischen gezeigt wird.

R-Satz	Kriterium	
Gefahren für die menschliche Gesundheit		
Verdacht auf krebserzeugende Wirkung	Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben, über die jedoch ungenügende Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen. Aus geeigneten Tierversuchen liegen einige Anhaltspunkte vor, die aber nicht ausreichen, um eine Einstufung als R45 vorzunehmen.	R40
Kann Krebs erzeugen	Stoffe, die bekanntermaßen krebserzeugend sind oder aufgrund von Tierversuchen als krebserzeugend angesehen werden oder Anlass zur Besorgnis geben.	R45
Kann vererbbare Schäden verursachen	Stoffe, die bekanntermaßen erbgutverändernd wirken oder aufgrund von Tierversuchen als erbgutverändernd angesehen werden oder Anlass zur Besorgnis geben.	R46
Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition	Bei wiederholter oder längerer Exposition kann ein schwerer Gesundheitsschaden (funktionelle oder morphologische Veränderung) verursacht werden.	R48
Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen	Stoffe, die die Fruchtbarkeit beim Menschen beeinträchtigen.	R60
Kann das Kind im Mutterleib schädigen	Stoffe, die beim Menschen entwicklungsschädigend wirken.	R61
Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen	Stoffe, die Anlass zur Besorgnis geben, die Fruchtbarkeit beim Menschen zu beeinträchtigen.	R62
Kann möglicherweise das Kind im Mutterleib schädigen	Stoffe, die Anlass zur Besorgnis geben, beim Menschen entwicklungsschädigend zu wirken.	R63
Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen	Stoffe, die die Gesundheit eines gestillten Säuglings beeinträchtigen können.	R64
Irreversibler Schaden möglich	Stoffe, die wegen möglicher erbgutverändernder Wirkung auf den Menschen zur Besorgnis Anlass geben. Es liegen einige Hinweise aus geeigneten Mutationsversuchen vor, die jedoch nicht ausreichen um eine Einstufung als R46 vorzunehmen.	R68

Anhang 3 – Datenbanken

Die Stoffliste in Teil 1 des Leitfadens stellt eine Auswahl der Stoffe dar, die für Europäische Gewässer als besonders problematisch angesehen werden. Weitere Stofflisten von Bedeutung sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Die Tabelle enthält außerdem auch Hinweise auf weitere empfehlenswerte Datenbanken, mit deren Hilfe allgemein erste Informationen zu möglicherweise kritischen Eigenschaften eines bestimmten Stoffes gefunden werden können. Zudem enthält die Tabelle einen Verweis auf sogenannte Emissionsszenarien-Dokumente, die für bestimmte Branchen und Prozesse Hinweise auf realistische Emissionsfaktoren enthalten und für eine vertiefende Expositionsanalyse genutzt werden können.

Inhalt	Informationsstatus	Institution	Zugang
OSPAR List of *Substances of Possible Concern*: Stoffe mit Verdacht auf PBT-Eigenschaften	Verdacht	OSPAR	www.ospar.org
Prioritäre Stoffe für die Meeresumwelt	Definitive Besorgnis	OSPAR	www.ospar.org
Prioritäre Stoffe in Europäischen Gewässern	Definitive Besorgnis	EU Kommission	http://europa.eu.int/comm/environment/water/water-dangersub/index_en.html
Prioritätenlisten der EU Altstoffverordnung	Teilweise regulative Maßnahmen zu erwarten	EU	http://ecb.jrc.it
Liste Wassergefährdender Stoffe	Definitive Einstufung	UBA	www.umweltbundesamt.de.wgk.htm
Observation List: Gefährliche Stoffe, deren Einsatz sorgfältig überprüft werden sollte	Definitive Besorgnis	KEMI	www.kemi.se
List of Undesirable Substances: Gefährliche Stoffe, deren Einsatz sorgfältig überprüft werden sollte	Definitive Besorgnis	Danish EPA	http://mst.dk/homepage/
Liste prioritärer Stoffe mit Verdacht auf hormonähnliche Eigenschaften	Verdacht	EU Kommission	http://europa.eu.int/comm/environment
PBT Profiler: Online-Instrument zur Prüfung von Substanzen auf ihre möglichen PBT-Eigenschaften (keine Stoffliste!)	Indizien auf Basis modellierte Stoffeigenschaften	US EPA	www.epa.gov/oppt/pbtprofiler
Syracuse EPIWIN: Software zur Prüfung von Substanzen auf ihre umweltbezogenen Eigenschaften auf der Basis ihrer Molekülstruktur (etwa 100.000 Stoffe)	Indizien auf Basis modellierter Stoffeigenschaften	Syracuse	http://esc.syrres.com/
N-Class Data Base des schwedischen Chemikalieninspektorates: Umweltbezogene Daten von etwa 7900 Stoffen	Indizien auf Basis gemessener Stoffeigenschaften	KEMI	www.kemi.se/aktuellt/nclass_eng.htm
EnviChem: Datenbank des Finish Environmental Institutes mit umweltbezogenen Stoffdaten	Indizien auf Basis gemessener Stoffeigenschaften	FEI	www.environment.fi/syke.htm (CD ROM)

Inhalt	Informationsstatus	Institution	Zugang
Ecotox Database (einschließlich AQUIRE): Stoffdatenbank mit umweltbezogenen Stoffdaten	Indizien auf der Basis von gemessenen Stoffeigenschaften	US EPA	www.epa.gov/ecotox/
Environmental Residue-Effects Database (ERED): Literaturdatenbank der Amerikanischen Umweltbehörde	Indizien auf der Basis gemessener Rückstandskonzentrationen im Körpergewebe und biologischer Effekte	US EPA	www.wes.army.mil/el/ered/
Risk Line: Datenbank zu gesundheitlichen und umweltbezogenen Stoffeigenschaften	Monographische Informationen (peer reviewed)	Kemi	www.kemi.se/riskline/index.htm
SEARCH CLASSLAB: Datenbasis der in der EU als gefährlich eingestuften Stoffe (67/548, Anhang 1) sowie Vorschläge für Neueinstufungen	Definitive Einstufung	ECB	Http://ecb.jrc.it/classification-labelling/
SPIN: Datenbank der Nordischen Länder über die Verwendung von Stoffen in Zubereitungen	Hinweise auf Anwendungsbereiche von Stoffen	Nordic Chemicals Group	www.spin2000.net/spin.html
TGD: Emissionsszenarien im *EU Technical Guidance Document* (chapter 4) zur Risikobewertung chemischer Stoffe	Hinweise auf anwendungsspezifische Freisetzungsfaktoren für die Abschätzung der Exposition	ECB	http://ecb.jrc.it/existing-chemicals/

Anhang 4 - Glossar

Akute Toxizität: Schädigung (tödlich oder nicht tödlich), die aus einer einmaligen Einwirkung (andauernd oder unterbrochen) von Stoffen resultiert. Die Beobachtungszeit ist kürzer als der Generationswechsel der betroffenen Organismen (zwischen Minuten und mehreren Tagen). Üblicherweise überschreitet die Test-Dauer bei umweltbezogenen, akuten Testsystemen 96 Stunden nicht.

Altstoffe: Stoffe, die bereits vor September 1981 in der EU produziert und/oder gehandelt wurden.

Anaerobe Abbaubarkeit: Abbaubarkeit einer Substanz unter Sauerstoffmangel. Die anaerobe Abbaubarkeit lässt Rückschlüsse auf das Verhalten von Stoffen in Kläranlagen (Faulschlamm) oder Sedimenten zu.

BAT (Best Available Technique = Beste Verfügbare Technik): BAT beschreibt den umweltbezogenen „Stand der Technik“ auf europäischer Ebene. Dabei geht es um Techniken, die industriell realisiert sind.

BCF (Biokonzentrationsfaktor): Experimentell (OECD-Richtlinie 305 A-E) ermitteltes Verhältnis zwischen der Konzentration eines Stoffes im Organismus und dem ihn umgebenden Wasser.

BEP (Best Environmental Practice = Beste Umweltpraxis): Beste, geeignete Kombination von Maßnahmen, die einen umweltgerechten Umgang mit gefährlichen Stoffen sicherstellt. Der Schwerpunkt liegt auf Maßnahmen zur Information der Stoffanwender, auf Standards zur Organisation von Arbeitsabläufen, Wartungs- und Überwachungsmaßnahmen sowie der sparsamen Verwendung von Stoffen.

Biozide: Stoffe und Zubereitungen, die dazu bestimmt sind, auf chemischem oder biologischem Weg Schadorganismen zu bekämpfen jedoch nicht im Agrarbereich eingesetzt werden (Pflanzenschutzmittel).

BSB (Biochemischer Sauerstoffbedarf): Menge des Sauerstoffes, der während des biologischen Abbauprozesses von den Mikroorganismen verbraucht wird.

Bioakkumulation: Anreicherung einer Substanz in einem Organismus über die Konzentration im umgebenden Medium hinaus. Bioakkumulation umfasst die Aufnahme der Substanz aus dem umgebenden Medium (Biokonzentration) und über die Nahrung (Biomagnifikation).

Chronische Toxizität: Nicht tödliche Schädigung, die aus einer andauernden Exposition gegenüber einer Substanz oder einer Mischung verschiedener Substanzen über einen Zeitraum, der nicht kürzer als ein Generationszyklus der betroffenen Organismen ist, resultiert.

Compounds: Additiviertes Polymergranulat zum Einsatz in der Kunststoffverarbeitung. Der Gehalt an Additiven entspricht der Anwendungskonzentration.

Dampfdruck: Druck mit dem ein Stoff aus der flüssigen oder festen Phase in die Gasphase übergeht (verdampft). Der Dampfdruck nimmt mit steigender Temperatur zu und charakterisiert die Flüchtigkeit eines Stoffes.

Diffuse Verluste: Freisetzen mobiler Stoffe aus Erzeugnissen und Zubereitungen außerhalb von Anlagen und anderen geschlossenen Nutzungs- und Entsorgungssystemen. Der Eintrag eines Stoffes in die Umwelt wird nicht durch Punktquellen, das heißt durch den Herstellungsprozess oder die Verarbeitung in wenigen, großen Anlagen bestimmt.

EC_{50} (Effektive Konzentration): Konzentration einer Substanz, bei der 50% der Testorganismen den betrachteten Effekt zeigen.

Einstufung: Beurteilung eines Stoffes nach gefahrenbezogenen Merkmalen auf der Basis EU weit harmonisierter Kriterien und standardisierter Testverfahren. Je nach Gefahrenmerkmalen werden dem Stoff ein oder mehrere Risikosätze (R-Sätze) zugeordnet. Die Klassifizierung muss nicht automatisch zu einer entsprechenden Kennzeichnung als „gefährlicher Stoff“ führen.

EINECS (European Inventory of Existing Chemical Substances): Liste der Stoffe, die vor dem 18. September 1981 auf den europäischen Markt gebracht worden sind („Altstoffe“, etwa 100.000 Einträge).

ELINCS (European List of Notified Chemical Substances): Verzeichnis der EU über Stoffe, die nach dem 18. September 1981 angemeldet wurden („Neustoffe“, etwa 3.000 Einträge).

Endokrin wirksame Substanzen: Körperfremde Substanzen, die Veränderungen im System der körpereigenen Botenstoffe (Hormone) hervorrufen und dadurch nachteilige Effekte für Organismen oder ihre Nachkommen haben. Für das marine System gilt eine allgemeiner gehaltene Definition: Substanzen, die direkt oder indirekt in das hormonelle System von Organismen eingreifen, indem sie hormonähnliche Wirkung zeigen oder Enzymsysteme, die das Hormongleichgewicht steuern, beeinflussen.

Erzeugnis: Aus einem oder verschiedenen Materialien (Fasern, Polymermatrix, Metallgitter, Glas) hergestelltes Produkt, dessen funktionelle Eigenschaften überwiegend vom Materialgefüge, Oberflächenstruktur, Form oder Gestalt bestimmt werden. Chemische Stoffe und Zubereitungen können als Zusatzstoff oder Verunreinigung enthalten sein.

EU-Umweltzeichen (Eco-Label): Umweltzeichen der EU (Verordnung (EWG) Nr. 880/92), das an Produkte verliehen wird, die während ihrer gesamten Lebensdauer geringere Umweltauswirkungen als vergleichbare herkömmliche Produkte haben (beispielsweise: Farben und Lacke, Spülmittel, Waschmittel).

Exposition: Einwirkung von Stoffen auf einen Organismus oder auf die chemische Zusammensetzung von Umweltmedien.

Formulierer: Industrielle oder gewerbliche Unternehmen, die Zubereitungen aus einzelnen Stoffen herstellen.

Gefahrstoffe: Nach §19 des deutschen Chemikaliengesetzes werden als „Gefahrstoffe“ bezeichnet: Gefährliche Stoffe und Zubereitungen im Sinne der EU Richtlinie 67/548; Stoffe und Zubereitungen mit sonstigen chronisch schädigenden Eigenschaften; Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse aus denen bei der Herstellung und Verwendung gefährliche Stoffe und Zubereitungen entstehen oder freigesetzt werden können.

Grunddatensatz: Für die Anmeldung eines Stoffes nach dem Chemikaliengesetz vorzulegende Stoffinformationen wie Produktionshöhe, chemisch-physikalische Eigenschaften sowie toxikologische und ökotoxikologische Prüfdaten.

Halbwertszeit: Zeitraum, nach dem die Hälfte einer Stoffmenge abgebaut oder zerfallen ist.

HELCOM: Helsinki-Kommission, die im Rahmen der Helsinki-Konvention zum Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebietes die Zusammenarbeit der neun Ostseeanrainerstaaten koordiniert.

IC_{50} (Inhibierende Konzentration): Konzentration einer Substanz, die eine Hemmung des betrachteten Parameters bei 50% der Testorganismen bewirkt.

ISO 14.001: Internationale Norm, die die Einführung, Inhalte und Umsetzung eines Umweltmanagementsystems regelt.

IUCLID (International Uniform Chemical Information Database): Datenbank des European Chemicals Bureau (ECB) mit Angaben u. a. zur Produktionshöhe, chemisch-physikalischen Eigenschaften, Toxikologie und Ökotoxikologie der Stoffe, die in der EU in Tonnagen über 1000 t pro Jahr produziert werden.

Kalandrieren: Kontinuierliches Verfahren, bei dem der Kunststoff zunächst im Spalt zweier gegenläufig rotierender und beheizter Metallwalzen aufgeschmolzen wird. Weitere, nachgeschaltete Walzen sorgen für die zusätzliche Homogenisierung und Dickeneinstellung des flächigen Endproduktes. Auf diese Weise werden vor allem Platten und Folien, aber auch Bodenbeläge und Kunstleder gefertigt.

Karzinogenität: Krebserzeugende Wirkung von Stoffen und Zubereitungen beim Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut sowie die Erhöhung der Krebshäufigkeit.

Kennzeichnung von Stoffen: Ausweisung eines Stoffes oder einer Zubereitung als gefährlich durch entsprechende Symbole (z.B.: Xn = gesundheitsschädlich; N = umweltgefährlich). Nicht alle gefährlichen Eigenschaften eines Stoffes führen automatisch zur Kennzeichnung.

Kombinationswirkungen: Zusammenwirken von Stoffen im Organismus: additive (Summation von Einzelwirkungen), synergistische (Verstärkung von Einzelwirkungen) und antagonistische Wirkungen (Einzelwirkungen heben sich gegenseitig auf oder schwächen sich ab).

Leaching: Langsame Freisetzung chemischer Stoffe aus einer Matrix bei Wasserkontakt.

LC_{50} (Letale Konzentration): Konzentration einer Substanz, die für 50% der Testorganismen tödlich ist.

Lebensdauer/-zeit eines Produktes: Umfasst die Rohstofferzeugung, Entwicklung, die Herstellung, den Vertrieb, die Verwendung und die Entsorgung eines Produktes.

Leichte Abbaubarkeit (readily biodegradable): Klassifizierung von Substanzen, die in festgelegten Abbautests (OECD 301 A-D, OECD 306) ein positives Ergebnis (70% Abbau organischer Kohlenstoff DOC, 60% Entwicklung CO_2/O_2 im Vergleich zur theoretisch möglichen Menge) erzielen. Von derartigen Substanzen wird angenommen, dass sie in der aquatischen Umwelt unter ausreichender Sauerstoffversorgung schnell einem Totalabbau (Mineralisierung) unterliegen.

log P_{OW} (= log K_{OW}): Logarithmus des Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten; Stoffe, deren log $K_{OW} > 3$ ist, sind geeignet sich in Organismen anzureichern.

Masterbatch: Farbmittel und/oder Additivkonzentrate in fester Kunststoff- oder kunststoffähnlicher Matrix mit Gehalten an Farbmitteln und/oder Additiven, die höher sind als in der Endanwendung.

Mineralisierung: Totalabbau einer organischen Substanz zu Kohlendioxid, Wasser und anorganischen Salzen.

Mutagenität: Erbgutverändernde Wirkung von Stoffen sowie die Erhöhung der Häufigkeit vererbbarer genetischer Schäden.

Nasse Deposition: Deposition von in Nebel oder Regen gelösten Substanzen.

Natürliche Hintergrundwerte: Natürlicherweise in der Umwelt auftretenden Konzentrationen von nicht synthetischen Stoffen.

Neu-Stoffe: Stoffe, die nach September 1981 auf den Europäischen Markt gebracht wurden. Diese Stoffe müssen nach dem Chemikaliengesetz angemeldet werden.

NOEC (No observed effect concentration): Höchste Konzentration einer Substanz, die im Langzeit-Test keinen beobachtbaren Effekt hervorruft.

OSPARCOM (OSPAR): Oslo- und Paris-Kommission, die die Zusammenarbeit der Vertragsstaaten im Rahmen der OSPAR-Konvention zum Schutz des Nord-Ost-Atlantiks vor Verschmutzung (durch Schiff- und Luftfahrzeuge sowie von Land aus) koordiniert. Vorläufer waren bis 1996 die Paris-Kommission (PARCOM) und die Oslo-Kommission (OSCOM).

PEC (Predicted Environmental Concentration): Auf der Basis von Produktions- und Marktvolumen, Anwendungsmustern und physikalisch-chemischen Eigenschaften von Stoffen werden mit Hilfe von mathematischen Modellen, die den Transport und Eintrag simulieren, Umweltkonzentrationen für bestimmte Bereiche der Umwelt berechnet.

Persistenz: Beständigkeit einer Substanz in der Umwelt. Für ein spezielles Umweltmedium ist Persistenz die Eigenschaft einer Substanz, die die Dauer ihres Verbleibs in diesem Medium bestimmt, bevor sie physikalisch entfernt, chemisch verändert oder biologisch abgebaut wird.

PNEC (Predicted No Effect Concentration): Auf der Grundlage von in Labortests ermittelten akuten oder chronischen Wirkkonzentrationen werden unter Anwendung von Sicherheitsfaktoren Konzentrationen berechnet, bei denen keine Effekte in der Umwelt mehr erwartet werden.

Primärabbau: Auf biologischen Abbau zurückzuführende Änderungen in der chemischen Struktur der Substanz. Zuweilen führt der Primärabbau lediglich zum Entstehen biologisch stabiler Abbauprodukte. Entsprechend klein wäre der erreichte Prozentsatz im Totalabbau.

Produkt: Stoffe, Zubereitungen, Halbzeuge, Erzeugnisse, komplex zusammengesetzte Gebrauchsgegenstände oder andere Güter, die mit dem Zweck der Vermarktung industriell hergestellt werden.

POP (Persistent Organic Pollutant): Organische Stoffe, die in der Umwelt persistent sind, sich anreichern können, toxische Eigenschaften besitzen und über weite Strecken transportiert werden können.

Potenzielle Abbaubarkeit (= mögliche Abbaubarkeit = inhärente Abbaubarkeit = inherent biodegradability): Klassifizierung von Substanzen, die in festgelegten Abbautests (OECD 302 A-C) ein positives Ergebnis erzielen. Von derartigen Substanzen wird angenommen, dass sie in der aquatischen Umwelt unter aeroben Bedingungen einem Primär- oder Totalabbau unterliegen können.

PBT`s: Stoffe, die gleichzeitig persistent, toxisch und bioakkumulierbar sind.

Reproduktionstoxizität: Fortpflanzungsgefährdende Wirkung von Stoffen und Zubereitungen beim Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut, die nicht vererbbar ist, sowie die Erhöhung derartiger Schäden oder die Beeinträchtigung der männlichen und weiblichen Fortpflanzungsfunktionen oder -fähigkeit.

R-Satz (Risiko-Satz): Hinweise auf gefährliche Eigenschaften (z.B. „giftig gegenüber Wasserorganismen“ = R51) von Stoffen nach der EU-Richtlinie 67/548 EWG oder GefStoffV.

Simulationstest zur Abbaubarkeit: Testverfahren, bei dem die realen Umweltbedingungen des Abbaus nachgestellt werden (Wasser-Sediment-System, Temperatur, standorttypische Bakteriengemeinschaft und –konzentration).

Stoff: Chemische Elemente und ihre Verbindungen in natürlicher Form oder hergestellt durch ein Produktionsverfahren, einschließlich der zur Wahrung der Produktstabilität notwendigen Zusatzstoffe und der bei der Herstellung unvermeidbaren Verunreinigungen, mit Ausnahme von Lösungsmitteln, die von dem Stoff ohne Beeinträchtigung seiner Stabilität und ohne Änderung seiner Zusammensetzung abgetrennt werden können.

Subakute Toxizität: Eine nicht unmittelbar tödliche Schädigung, die aus einer andauernden oder unterbrochenen Exposition gegenüber einer Substanz oder einer Mischung verschiedener Substanzen über einen Zeitraum, der kürzer als die Generationszeit der betroffenen Organismen ist, resultiert.

Teratogenität: Fruchtschädigende Eigenschaft, s. Reproduktionstoxizität.

TGD (Technical Guidance Document): Technische Leitlinien zur Umsetzung der EU-Richtlinie 93/67/EEC über die Risikobewertung für Neustoffe (nach September 1981 angemeldet) und der Verordnung1488/94/EWG über die Risikobewertung von Altstoffen.

TEGEWA: Verband der Textilhilfsmittel-, Lederhilfsmittel-, Gerbstoff- und Waschrohstoff-Industrie.

Totalabbau: Eliminationsrate einer Substanz, die aus einer Mineralisierung in Kohlendioxid, Sauerstoff und anorganische Salze sowie aus dem Aufbau neuer Biomasse der abbauenden Mikroorganismen resultiert.

Toxizität: Das Potenzial einer Substanz, schädigende Effekte gegenüber Organismen und ihren Nachkommen auszuüben. Toxische Effekte sind z.B.: Verminderung der Überlebensrate, des Wachstums und der Reproduktion, Karzinogenität, Mutagenität oder Teratogenität sowie andere schädliche Effekte, die über Veränderungen im hormonellen System ausgelöst werden.

Trockene Deposition: Deposition von gasförmigen Substanzen oder Partikeln, die angelagerte Stoffe mit sich tragen. Umgekehrter Vorgang zur Volatilität.

Umweltgefährlichkeit: Stoffe und Zubereitungen, die im Fall eines Eintritts in die Umwelt eine sofortige oder später einsetzende Gefahr für ein oder mehrere Umweltkompartimente zur Folge haben, sind umweltgefährlich.

VCI: Verband der Chemischen Industrie

Volatilität: Übergang einer Substanz aus fester Phase oder Wasser in die Atmosphäre durch Diffusion.

vPvBs: Sehr persistente und sehr bioakkumulierbare Stoffe (engl. very persistent and very bioaccumulative).

WGK: Wassergefährdungsklasse

Zehn-Tage-Fenster: Der Zeitraum von zehn Tagen, der beim biologischen Abbau einer Substanz unmittelbar mit Ende der lag-Phase (Verzögerung, bis die Bakterienkultur ihre volle Abbauleistung erbringt) beginnt.

Zubereitung: Gemenge, Gemische und Lösungen, die aus zwei oder mehreren Stoffen bestehen. Dazu gehören auch polymerhaltige Zubereitungen wie „masterbatches“ oder „compounds“.

Anhang 5 – Abkürzungsverzeichnis

BCF	Faktor für die Bioakkumulation von Stoffen in Organismen
DeBDPE	Decabromdiphenylether
DEHP	Di(2-ethylhexyl)phthalat
DOC	Gelöster organischer Kohlenstoff
DT_{50}	erforderliche Zeit, bis 50% der Substanz abgebaut ist (Halbwertszeit).
EC_{50}	Konzentration im Test, bei der 50% der Testorganismen schädigende Effekte zeigen
ECB	European Chemicals Bureau
GefStoff V	Gefahrstoffverordnung
HCB	Hexachlorbenzol
HCH	Hexachlorocyclohexan
IC_{50}	Konzentration im Test, bei der 50% der Testorganismen in ihrem Wachstum inhibiert werden
LC_{50}	Konzentration im Test, bei der 50% der Testorganismen sterben
log K_{OW}	Logarithmus des Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten eines Stoffes
NE-Metalle	Nicht-Eisenmetalle
NOEC	No Observed Effect Concentration = höchste getestete Konzentration, bei der kein Effekt beobachtet wurde
NP	Nonylphenole
NPEO	Nonylphenolethoxylat
OP	Oktylphenole
OPEO	Oktylphenolethoxylat
PAK	Polycyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PBT-Stoffe	Stoffe, die persistent, bioakkumulierbar und toxisch sind
PCP	Pentachlorphenol
PentaBDE	Pentabromdiphenylether
PSM	Pflanzenschutzmittel
PVC	Polyvinylchlorid
SCCP	short chain chlorinated paraffins= kurzkettige Chlorparaffine
TBBA	Tetrabrombisphenol A
TBT	Tributylzinn
TGD	Technical Guidance Document: Technische Anleitung zur Erstellung einer EU-Riskobewertung
TRGS	Technische Regeln Gefahrstoffe
VwVwS	Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe
WGK	Wassergefährdungsklasse

Anhang 6 - Literatur und Gesetze

Böhm et al: Ermittlung der Quellen für die prioritären Stoffe nach Artikel 16 der Wasserrahmenrichtlinie und Abschätzung ihrer Eintragsmengen in die Gewässer in Deutschland. Forschungsvorhaben des Umweltbundesamt (UBA-Texte 68/02), September 2002.

Chemikaliengesetz: Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen. Zuletzt geändert am 06.08.2002. Im Internet: http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/chemg/gesamt.pdf

EU Kommission: Prioritäre Substanzen in Europäischen Gewässern: Entscheidung Nr. 2455/2001/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. November 2001 zur Festlegung der Liste prioritärer Stoffe im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG. Im Internet: http://europa.eu.int/eur-lex/pri/de/oj/dat/2001/l_331/l_33120011215de00010005.pdf

Europäische Standard Emissionsszenarios: sind enthalten im Kapitel 7 des “Technical Guidance document in support of the commission directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances and commission regulation (EC) no 1488/94 on risk assessment for existing substances”. Im Internet: http://ecb.jrc.it/Documents/Existing-Chemicals/

GefStoffV: Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV). Stand 01.01.2003. Im Internet unter http://www.baua.de/prax/ags/gefahrstoffvo.pdf

OECD Testmethoden: CO_2 Evolution test (OECD 301B), MITI Biodegradation Test (OECD 301C), Closed Bottle TEST (OECD 301D), Modified OECD Screening Test (OECD 301E), Manometric Respirometry Test (OEDC 301F), Tests on inherent biodegradability OECD 302 – die Testmethoden sind im Anhang V der Richtlinie 67/548/EWG beschrieben. Im Internet: http://ecb.jrc.it/testing-methods

OSPAR List of substances of possible concern (Reference Number 2002-17). Im Internet: http://www.ospar.org/eng/html/substances/content.htm

TRGS 440: Technische Regeln für Gefahrstoffe: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Ermitteln von Gefahrstoffen und Methoden zur Gefahrstoffprüfung. Zuletzt geändert 3/2002. Im Internet unter http://www.baua.de/prax/ags/trgs440.pdf

VwVwS: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen (Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe – VwVwS) Vom 17. Mai 1999. Im Internet: http://www.umweltdaten.de/down-d/vwvws.pdf

Wassergefährdungsklassen: Informationen zur Einstufung in Wassergefährdungsklassen sowie Downloads von Formularen finden sich auf der Homepage des Umweltbundesamtes (http://www.umweltbundesamt.de/wgs/wgs-index.htm)

Weißbuch Chemikalienpolitik: Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Weißbuch – Strategie für eine zukünftige Chemikalienpolitik. Komm(2001) endgültig. Im Internet unter http://europa.eu.int/comm/environment/chemicals/0188_de.pdf