

ZENTRUM FÜR EUROPÄISCHE RECHTSPOLITIK
an der Universität Bremen

ZERP

Monika Jagels-Sprenger

**Der Fall PVC. Ein ungewisses Risiko und
seine rechtliche Bewältigung**

ZERP-Diskussionspapier 3/94

IMPRESSUM

Herausgeber/ Redaktion/ Vertrieb:	Zentrum für Europäische Rechtspolitik an der Universität Bremen Universitätsallee, GW 1 28359 Bremen
Schutzgebühr:	DM 10,-- (zzgl. Versandkosten)
Nachdruck:	Nur mit Genehmigung des Herausgebers
ISSN:	0176 — 4780

Bremen, im März 1994

Vorwort

Die vorgelegte Studie ist im Rahmen des von der VW-Stiftung geförderten Projektes "Gefahrstoffregulierung in internationaler Verflechtung" entstanden. Entsprechend dem intensiven projektinternen Meinungsaustausch nimmt sie zahlreiche Anregungen und Hinweise der anderen an dem Forschungsprojekt Beteiligten, Josef Falke, Jan Viebrock und Gerd Winter, auf. Jan Viebrock hat die Studie im rechtlichen Teil bezüglich der Ausstiegsbeschlüsse, der Vermeidung, der Verpackungsverordnung, des Entwurfs eines Kreislaufwirtschaftsgesetzes und des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes aktualisiert und überarbeitet.

Folgende weitere Publikationen sind aus dem Projekt hervorgegangen und werden in der Reihe "Umweltrechtliche Studien" im Werner Verlag, Düsseldorf erscheinen:

Jan Viebrock, Beteiligung von Verbänden im Chemikalienrecht.
Zugleich eine Studie über Interesseneinflüsse im Fall Pentachlorphenol und zum Verfahren nach dem Chemikalienrecht;

Gerd Winter (Hrsg.), Kriterien und Instrumente des Chemikalienrechts.

I.	Einleitung.	1
II.	Diskussion über die Risiken von PVC	2
1.	Beteiligte an der PVC-Risikodiskussion	2
2.	Herstellung und Verarbeitung von PVC.	4
2.1.	Produktionszahlen	4
2.2.	Chlor, Natronlauge und PVC.	5
2.3.	Die Herstellungsschritte	6
2.4.	Diskussionsstand um die Gesundheits- und Umweltbelastung bei der Herstellung	9
2.4.1.	Schadstoffexposition	9
2.4.2.	Schädigungspotential (am Beispiel Vinylchlorid).	12
2.4.3.	Einschätzung der PVC-Hersteller.	13
2.5.	Verarbeitung von PVC	14
2.5.1.	Relevante Inhaltsstoffe	14
2.5.2.	Verarbeitungsschritte	16
2.5.3.	Diskussionsstand um die Gesundheits- und Umwelt- belastung bei der Verarbeitung von PVC.	17
2.5.3.1.	Schadstoffexposition	17
2.5.3.2.	Schädigungspotential (am Beispiel DEHP).	20
2.6.	Zusammenfassung des Diskussionsstandes über die Risiken bei der Herstellung und Verarbeitung von PVC	25
3.	Verwendung von PVC	26
3.1.	Anwendungsbereich von PVC.	27
3.2.	Diskussionsstand um die Gesundheits- und Umwelt- belastung bei der Verwendung von PVC.	28
3.2.1.	Gesundheitsbelastungen durch Exposition des Weichmachers DEHP.	28
3.2.1.1.	Innenraumbelastung durch DEHP-Emissionen aus Weich-PVC-Produkten.	29
3.2.1.2.	Migration aus Lebensmittelverpackungen in Lebensmittel und die Belastung durch PVC- Bedarfsgegenstände.	30

3.2.1.3. Belastung von Krankenhauspatienten durch Migration von DEHP aus PVC-Medikalprodukten	33
3.2.2. Gesundheitsbelastungen durch die Stabilisatoren Cadmium und Blei (Exposition).	35
3.2.3. Umweltbelastung durch die Exposition von weichmacherhaltigen PVC-Produkten.	37
3.3. Gesundheits- und Umweltbelastung im Brandfall.	37
3.4. Zusammenfassung des Diskussionsstandes über die Risiken von PVC bei der Verwendung und im Brandfall.	40
4. Entsorgung von PVC	41
4.1. Allgemeine Informationen zu entsorgungsrelevanten Mengen	41
4.2. Diskussionsstand um Umweltrisiken bei der Deponierung von PVC-Müll (allgemein und zur Exposition).	45
4.3. Diskussionsstand um die Müllverbrennung	52
4.3.1. Eintrag von Schwermetallen in MVA	53
4.3.2. HCl-Emissionen und Reststoffe aus MVA.	54
4.3.2.1. Umweltprobleme.	54
4.3.2.2. Zusätzliche Kosten bei der Verbrennung des PVC-Mülls	56
4.3.3. Entstehung von Dioxinen und Furanen	57
4.4. Zusammenfassung des Diskussionsstandes über die Risiken bei der Deponierung und Müllverbrennung	59
4.4.1. Deponierung	59
4.4.2. Müllverbrennung	60
5. Recycling — eine Lösung der Entsorgungsfrage?.	60
5.1. Derzeitige Umsetzung des Recyclings von PVC.	61
5.2. Recyclingverfahren	65
5.3. Wirtschaftlichkeit des PVC-Recyclings.	66
5.4. Umweltverträglichkeit des PVC-Recyclings	68
5.5. Recycling von PVC — ein Kreislauf?.	69

5.6. Zusammenfassung der Diskussion um das Recycling von PVC.	71
6. Substitution von PVC	73
III. Ansätze zur Vermeidung von PVC.	74
1. Forderungen	74
1.1. Forderungen aus der Politikszene.	75
1.2. Forderungen von Interessenverbänden	76
1.3. Forderungen öffentlicher Stellen	78
1.4. Forderungen anderer Sachverständiger	79
2. Ausstiegsbeschlüsse	80
3. Maßnahmevorschläge des Bund/Länder-Ausschusses für Umweltchemikalien (BLAU).	83
IV. Ermächtigungsgrundlagen für die Regulierung von PVC nach dem Chemikalien-, dem Abfall- sowie dem Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-gesetz.	87
1. Chemikaliengesetz	88
1.1. Maßnahmen zur Regulierung.	88
1.2. Die materiellen Voraussetzungen.	90
1.2.1. Ist PVC ein Stoff?	90
1.2.2. Die Gefährlichkeit von Stoffen und Zubereitungen.	92
1.2.3. Die Erforderlichkeit von Maßnahmen zum Schutz des Menschen und der Umwelt vor schädlichen Einwirkungen gefährlicher Stoffe.	96
2. Abfallgesetz	102
2.1. Maßnahmen zur Regulierung in § 14 AbfG	103
2.2. Die materiellen Voraussetzungen in § 14 AbfG	105
2.2.1. § 14 Abs. 1 AbfG.	105
2.2.2. § 14 Abs. 2 AbfG.	111
2.3. Verpackungsverordnung	115
2.4. Entwurf des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes.	118

3. Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz.	121
3.1. § 31 Abs. 2 LMBG.	122
3.2. § 32 Abs. 1 LMBG.	124
3.2.1. Maßnahmen	124
3.2.2. Materielle Voraussetzungen.	126
ANLAGEN	129
LITERATURVERZEICHNIS	137
INTERVIEWS	145

I. Einleitung

In der Bundesrepublik wird seit einigen Jahren eine intensive Diskussion über die mit PVC verbundenen Risiken geführt.

Folgt man der Einschätzung der Chemischen Industrie zu den Risiken, die bei der Produktlinie PVC entstehen, so käme man schnell zu der Aussage: Warum eigentlich die ganze Aufregung? Ein Vertreter der Hüls AG¹ ist z.B. der Meinung, daß sich die überwiegende Zahl der maßgeblichen Fachleute darin einig sei, daß mit der Herstellung, Verwendung und Abfallbehandlung des Kunststoffes PVC und seiner Anwendungsformen keine unvermeidbaren Risiken verbunden seien.² Dagegen stellt das Umweltbundesamt fest, daß Gesundheits- und Umweltbelastungen durch PVC bei der Herstellung und Verarbeitung, bei der Verwendung, bei der Entsorgung und im Brandfall auftreten können.³

Ein Anliegen dieser Arbeit ist es, die Risikodiskussion um die drei Bereiche Herstellung und Verarbeitung, Verwendung und Entsorgung von PVC nachzuzeichnen (Kap. II.). Dazu ist eingangs schon anzumerken, daß das in Kapitel II. zusammengetragene Datenmaterial zu Produktionszahlen, Inhaltsstoffen und entsorgungsrelevanten Mengen die Unsicherheiten bzw. Kontroversen in der Erhebung widerspiegelt. In einer Anlage zu dieser Arbeit wird versucht, die zukünftige PVC-

¹ Die Hüls AG ist eine von insgesamt 10 bundesdeutschen Chemiefirmen, die PVC herstellen, und mit einer Produktionskapazität von 380.000 t im Jahre 1986 der größte Hersteller, vgl. B. Schieffer, K. Vogt, Wartig Chemieberatung, Substitution von PVC, Februar 1988, S. 4; die "Wartig-Studie" wurde im Auftrag der Grünen erstellt.

² Vgl. G. Binder, Die Verwendung von PVC im Jahre 2000. Warum PVC so schwierig zu ersetzen ist, in: U. Steger (Hrsg.), Chemie und Umwelt. Das Beispiel der chlorchemischen Verbindungen, Berlin 1991, S. 243.

³ Umweltbundesamt, Zusammenfassung zum Problemfeld PVC und Umwelt, UBA II 2.4-5322-1/24, Berlin, 1.2.1991, unveröffentlicht.

Abfallmenge, unter Berücksichtigung der Gebrauchsdauer, über die Produktionsmenge zu erfassen. Darüber hinaus werden in dieser Arbeit einige diskutierte und bereits praktizierte Ansätze zur Vermeidung von PVC dargestellt (Kap. III.) und rechtliche Regulierungsmöglichkeiten nach dem Chemikalien-, dem Abfall- sowie dem Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz erörtert (Kap. IV.).

II. Diskussion über die Risiken von PVC

1. *Beteiligte an der PVC-Risikodiskussion*

An der Diskussion über die Risiken von PVC sind verschiedene Akteure beteiligt. Einige der Beteiligten sollen hier vorweg genannt werden.

- Die *kunststofferzeugende Industrie* hat durch ihren Verband (Verband der kunststofferzeugenden Industrie - VKE) Stellungnahmen zu PVC abgegeben.
- Die *PVC-Hersteller* haben insbesondere durch die Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt e.V. (AGPU) Stellungnahmen zu PVC vorgelegt.
- Die *politischen Parteien*, hier insbesondere die SPD und Die Grünen, haben auf Bundesebene in verschiedenen Anträgen Beschränkungen zu PVC und PVC-Inhaltsstoffen gefordert.
- Die *Umweltverbände* sind aktiv an der PVC-Diskussion beteiligt. Zu erwähnen sind hier insbesondere:
 - die Aktionskonferenz Nordsee e.V., als Veranstalterin von 2 Workshops zum Ausstieg aus der PVC-Nutzung und der Chlorchemie,
 - der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND), z.B. durch die Herausgabe von BUND-Fakten

"Von Cadmium bis Dioxin — das Sündenregister des PVC"
sowie

- Greenpeace durch öffentliche Stellungnahmen und die Herausgabe der Schrift "Argumente zur Chlorchemie" und einer Studie zum Stand des PVC-Recyclings in Deutschland.
- Weitere *Sachverständige unterschiedlichster Herkunft* haben zu PVC Stellungnahmen abgegeben, z.B.:
 - W. Tötsch, H. Gaensslen durch die Herausgabe einer Studie zur Umweltrelevanz von PVC,
 - das Beratergremium für umweltrelevante Altstoffe (BUA) durch die Herausgabe der Stoffberichte zum PVC-Ausgangsstoff Vinylchlorid (Nr. 35) und zum PVC-Inhaltsstoff Diethylhexylphthalat (Nr. 22),
 - das Sachverständigengremium "Gesundes Bauen und Wohnen" beim Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau durch die Herausgabe einer Kurzstudie "PVC-Produkte im Bauwesen",
 - das Kernforschungszentrum Jülich GmbH durch eine Untersuchung über Stoffströme und Emissionen durch Produktion, Verwendung und Entsorgung von PVC,
 - die Wartig Chemieberatung GmbH durch eine Studie zur Substitution von PVC,
 - das Österreichische Kunststoffinstitut, die Österreichische Gesellschaft für Ökologie und das Ökologie-Institut Österreich in einer Studie des Österreichischen Umweltbundesamtes zu den Umweltproblemen durch PVC,
 - der Rat der Sachverständigen für Umweltfragen, der im Rahmen des Sondergutachtens "Abfallwirtschaft" zu PVC eine Stellungnahme abgegeben hat,
 - das Umweltbundesamt (Berlin),
 - wirtschaftskräftige Marktteilnehmer wie Städte (z.B. Bielefeld), Kommunen (z.B. Schortens) und Bundesländer (z.B. Bremen, Niedersachsen und Berlin), die im Rahmen des öf-

fentlichen Beschaffungswesens Maßnahmen gegen PVC erwägen bzw. schon konkret praktizieren (dazu Kap. III.).

Aus diesen Stellungnahmen und den Beiträgen vieler anderer Akteure ist die folgende Darstellung der PVC-Risiken bei der Herstellung und Verarbeitung, Verwendung und Entsorgung entstanden.

2. *Herstellung und Verarbeitung von PVC*

2.1. *Produktionszahlen*

Zur Produktionsmenge von PVC werden folgende Angaben gemacht: Der VCI gibt für 1986 eine Produktionsmenge von 1,2 Mio. t für die BRD an.⁴ Tötsch/Gaensslen stellten unter Berufung auf das Statistische Bundesamt fest, daß 1987 in der BRD 1,32 Mio. t hergestellt wurden.⁵ Kampmann schätzt die weltweiten Kapazitäten zur Herstellung von PVC auf ca. 20 Mio. t/a.⁶ Davon würden 5,1 Mio. t auf Westeuropa entfallen. In den Jahren 1979-1988 sei der PVC-Verbrauch jährlich um durchschnittlich 7% angestiegen.⁷ Für das Jahr 1979 habe der Verbrauch in Westeuropa 3,93 Mio. t und für das Jahr 1988 4,92 Mio. t betragen. Das Österreichische Kunststoffinstitut gibt den weltweiten PVC-Verbrauch mit 13 Mio. t für das Jahr 1986 und den Verbrauch für Westeuropa mit 4.56 Mio. t an.⁸ Der Pro-Kopf-

4 Vgl. VCI, Chemiewirtschaft in Zahlen 1987, S. 55.

5 Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, Polyvinylchlorid. Zur Umweltrelevanz eines Standardkunststoffes, Köln 1990, S. 1.

6 Vgl. H. Kampmann, Polyvinylchlorid, Kunststoffe 79 (1989), S. 897.

7 Ebenda, S. 898.

8 Vgl. Österreichisches Kunststoffinstitut, in: Umweltbundesamt Österreich, UBA-89-031, Studie über Umweltprobleme durch PVC, Wien 1989, S. 33, im folgenden UBA-Studie.

Verbrauch für die BRD lag laut Kampmann im Jahre 1988 bei 20,5 kg.⁹

In der BRD wird PVC in verschiedenen Unternehmen der Chemischen Industrie hergestellt. In der BRD sind die größten PVC-Produzenten: BASF, DOW, Hoechst, Hüls, ICI, Solvay und Wacker. Nach Angaben von Schieffer und Vogt produzierten davon im Jahre 1986 z.B. BASF 150.000 t, Hüls 380.000 t, Hoechst 240.000 t, Solvay 160.000 t und Wacker 280.000 t.¹⁰

2.2. *Chlor, Natronlauge und PVC*

PVC ist ein Produkt aus der Chlorchemie-Industrie, da es zu 50% aus Chlor besteht.¹¹ Gegenwärtig werden etwa 95% des Chlors durch Elektrolyse wässriger Natriumchloridlösung gewonnen.¹² Die Kochsalzelektrolyse liefert Chlor, Natronlauge und Wasserstoff. Diese Elektrolyseprodukte fallen in naturgesetzlich bestimmten festen Mengenverhältnissen als sogenannte "Koppelprodukte" an.¹³ Als Koppelprodukte bezeichnet die Chemische Industrie die Produkte, die bei einem Stoffumwandlungsprozeß gemeinsam meist in einem naturgegebenen Mengenverhältnis entstehen. Der Bedarf an diesen Stoffen entspricht nicht immer den anfallenden Mengen. Früher überwog der Bedarf an Natronlauge den Chlorbedarf erheblich, denn während der

9 Vgl. H. Kampmann, a.a.O., S. 898.

10 Vgl. B. Schieffer, K. Vogt, Wartig Chemieberatung, Substitution von PVC, 1988, S. 4.

11 Vgl. Ökologie-Institut Österreich, UBA-Studie, S. 26.

12 Kollman et al. nennen allgemein 97% und Tötsch/Gaensslen 93% im Jahre 1987; vgl. H. Kollman et al., KFA Forschungszentrum Jülich, Stoffströme und Emissionen durch Produktion, Verwendung und Entsorgung von PVC, Juli 1990, S. 5 und W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 5.

13 Vgl. hierzu und im folgenden K.O. Henseling, Struktur und Entwicklungsdynamik chemischer Risiken am Beispiel der Chlorchemie, WSI-Mitteilungen 1988, S. 71.

30er Jahre wuchs der Bedarf an Natronlauge mit der Ausdehnung der Chemie- und Zellstoffindustrie. Natronlauge wird heute insbesondere in der Chemischen Industrie, für die Herstellung von Waschmitteln und Seifen und für die Herstellung von Zellstoff und Papier eingesetzt.

Das zunächst nicht, jedenfalls nicht in größeren Mengen benötigte Nebenprodukt Chlor drohte die Herstellung des Haupterzeugnisses Natronlauge zu blockieren. Dies änderte sich, als mit der Einführung petrochemischer Grundstoffe neue Verwendungsmöglichkeiten für das Chlor erschlossen wurden. Heute ist der Chlorverbrauch größer als der Natronlaugeverbrauch. In der BRD besteht derzeit ein deutlicher Überschuß an Natronlauge.¹⁴ Inzwischen ist Chlor nicht mehr das "Abfallprodukt" der Chlor/Alkali-Elektrolyse, sondern vielmehr das Hauptprodukt.¹⁵ 1986 wurden in der BRD 3,43 Mio. t Chlor produziert.¹⁶ 1987 betrug die Chlorproduktion 3,45 Mio. t.¹⁷ Man geht davon aus, daß etwa 1/4 des in der BRD hergestellten Chlors in die PVC-Produktion gelangt.¹⁸

2.3. *Die Herstellungsschritte*

Bei der Herstellung von PVC lassen sich folgende Schritte unterscheiden:¹⁹

¹⁴ Vgl. UBA II 2.4.-52322-1/24, Zusammenfassung zum Problemfeld PVC und Umwelt Berlin 1991, S. 1.

¹⁵ Vgl. Ökologie-Institut Österreich, UBA-Studie, S. 11.

¹⁶ Vgl. VCI, Chemiewirtschaft in Zahlen 1987, S. 46.

¹⁷ Vgl. Umweltbundesamt, Handbuch Chlorchemie I, Berlin 1992, S. 33.

¹⁸ Vgl. AGPU, PVC. Argumente der Vernunft, S. 16; Von 23% spricht Hugenberg, PVC-Hearing Linz, Tagungsband, Nov. 1988, S. 28 und Ökologie-Institut Österreich, UBA-Studie, S. 11.

¹⁹ Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., Auflistung des Gliederungspunktes 2.

- Erzeugung von Chlor,
- Erzeugung von Ethylen und Acetylen,
- Erzeugung von monomerem Vinylchlorid,
- Polymerisation von Vinylchlorid.

An den Herstellungsprozeß schließt sich der Verarbeitungsprozeß an, auf den in Kap. 2.5. noch eingegangen wird. Eine ausführliche Darstellung dieser Herstellungsschritte kann hier aus fachlichen Gründen nicht erfolgen. Es ist hier auf die ausführliche Behandlung des Herstellungsverfahrens in der dazu vorliegenden Fachliteratur zu verweisen.²⁰ Um aber die Gesundheits- und Umweltbelastung, die im Zusammenhang mit der Herstellung diskutiert wird, besser zu verstehen, soll ein Überblick zu den Herstellungsschritten verschafft werden.

Für die Elektrolyse von Natriumchlorid stehen drei Verfahren zur Verfügung:²¹

- das Amalgamverfahren,
- das Diaphragmaverfahren und
- das Membranverfahren.

Das Amalgamverfahren ist wirtschaftlich immer noch das bedeutendste Verfahren.²² Das Membranverfahren wird in Deutschland derzeit nicht angewendet.²³

Die technische Herstellung von Vinylchlorid erfolgt über das thermische Cracken von Dichlorethan oder durch die Anlagerung von

20 Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 5-30; H. Kollmann et al., a.a.O., S. 5-25; A. Borgmann, Polyvinylchlorid. Ein Kunststoff verschlechtert unser Leben, Öko-Institut, Werkstattreihe Nr. 51, 1989.

21 Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 5.

22 Vgl. ebenda, S. 7.

23 Vgl. ebenda.

Chlorwasserstoff an Acetylen.²⁴ Ethylen wird in der BRD durch thermisches Cracken von Naphtha hergestellt.²⁵

Vinylchlorid wird entweder aus Ethylen und Chlor oder aus Acetylen erzeugt.²⁶ Für die Herstellung von Vinylchlorid aus Ethylen und Chlor werden 3 Verfahrensstufen genannt:²⁷

- die Chlorierung von Ethylen zu 1,2-Dichlorethan,
- die Oxychlorierung von Ethylen zu 1,2-Dichlorethan,
- die Pyrolyse von 1,2-Dichlorethan zu Vinylchlorid.

Vinylchlorid ist das Grundmolekül des PVC. Verflüssigtes Vinylchloridgas wird zusammen mit Hilfsstoffen zu PVC polymerisiert.²⁸ Drei Verfahren zur Herstellung von PVC werden angewandt:²⁹

- das Suspensionsverfahren,
- das Masseverfahren,
- das Emulsionsverfahren.

Das Herstellungsverfahren beeinflusst die Eigenschaften des PVC und damit die möglichen Anwendungsgebiete.³⁰

²⁴ Vgl. ebenda, S. 19.

²⁵ Vgl. ebenda, S. 17.

²⁶ Vgl. ebenda, S. 21 ff.

²⁷ Zu den chemisch/technischen Verfahrensabläufen vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 21; ferner BUA-Stoffbericht Nr. 35: Vinylchlorid, 1989, S. 11, 12; H. Kollmann et al., a.a.O., S. 13, 14.

²⁸ Vgl. A. Borgmann, a.a.O., S. 11.

²⁹ Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 25 ff.

³⁰ Vgl. ebenda.

2.4. *Diskussionsstand um die Gesundheits- und Umweltbelastung bei der Herstellung*

2.4.1. Schadstoffexposition

Tötsch/Gaensslen geben an, daß bei der Herstellung von Chlor nach dem Amalgamverfahren Quecksilberemissionen entstehen können.³¹ Diese Quecksilberemissionen gingen in die Produkte, ins Abwasser und in die Abluft. Zusätzlich wird Quecksilber als Verunreinigung in vergifteten Katalysatoren und Filterrückständen auf Sondermülldeponien verbracht. Die Stoffflußanalyse des Amalgamverfahrens ergibt laut UBA, daß bezogen auf 100% Chlor mit ca. 5% Fällschlamm und 3% unlöslichen Rückständen zu rechnen ist, die mit Quecksilber kontaminiert sind.³² Nach Tötsch/Gaensslen betrugen in der BRD 1985 die Emissionen in das Abwasser 0,2 Tonnen, entsprechend 0,09 g pro Tonne Chlor, in die Abluft 4,2 Tonnen, entsprechend 1,9 g pro Tonne Chlor.³³ Mit dem Filterstaub, den verbrauchten Katalysatoren, den Rückständen aus der Produktreinigung und den abgewrackten Anlagenteilen gelangten 1985 36,3 Tonnen Quecksilber, entsprechend 16 g pro Tonne Chlor auf Deponien. Nach dem Amalgamverfahren wurden 1985 2,2 Mio. t Chlor hergestellt. Der VKE hingegen spricht davon, daß dabei weniger als 1,3 t Quecksilber emittiert wurden.³⁴ Die gesetzlich geregelten Emissionsbegrenzungen würden eingehalten bzw. unterschritten.³⁵ Die Hüls AG emittiert nach

³¹ Vgl. hierzu und im folgenden W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 31.

³² Vgl. UBA, Handbuch Chlorchemie I, a.a.O., S. 35.

³³ Vgl. hierzu und im folgenden W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 31.

³⁴ Vgl. VKE Argumentarium PVC, 10/89, S. 4.

³⁵ Vgl. ebenda.

eigenen Angaben durchschnittlich im Jahr ca. 250 kg Quecksilber in die Luft.³⁶

Vorwürfe, wonach eine Gesundheitsgefährdung der Menschen in den Herstellungsbetrieben oder in der Nachbarschaft durch Emissionen von Quecksilber bestehen soll, weist der VKE als unbegründet zurück.³⁷ Kollmann et al. weisen allerdings darauf hin, daß aus Arbeitsschutzaspekten für die bei der Chlor/Alkali-Elektrolyse anfallenden Produkte Chlor, Wasserstoff, Natronlauge und Quecksilber besondere Vorkehrungen mit diesen Stoffen erforderlich seien.³⁸

Seitens eines Herstellers wurde der Verfasserin bestätigt, daß die Arbeiter einer ständigen Kontrolle über die Quecksilberbelastungen unterliegen.³⁹

Für die Herstellung von Ethylen und Acetylen werden Umwelt- und Gesundheitsbelastungen nicht diskutiert, desto mehr aber bei der Erzeugung und Polymerisation von Vinylchlorid. Hier bestehen laut Kollmann et al. erhöhte Gefährdungspotentiale wegen Emissionen.⁴⁰ Bei der Herstellung von Vinylchlorid werden Vinylchlorid- und 1,2-Dichlorethan-Emissionen erörtert. Bei der Polymerisation von VC (Herstellung von PVC) fielen VC-haltige Abgasströme an. Der VC-Eintrag durch die Abluft wird seitens des BUA für die BRD auf 330 t/a geschätzt, wobei 9% bei der VC-Produktion und ca. 91% bei der PVC-Herstellung anfallen.⁴¹ Die Emissionen von 1,2-Dichlorethan,

³⁶ Gespräch mit dem Produktionsleiter der Chlor/Alkali-Elektrolyse der Hüls AG am 26.2.1992 in Marl.

³⁷ Vgl. VKE, Argumentarium PVC, 10/89, S. 4.

³⁸ Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 7.

³⁹ Gespräch mit dem Produktionsleiter der Chlor/Alkali-Elektrolyse der Hüls AG am 26.2.92 in Marl.

⁴⁰ Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 18.

⁴¹ Vgl. BUA-Stoffbericht Nr. 35, a.a.O., S. 88.

die bei der Herstellung entstehen, schätzen Tötsch/Gaensslen in einer Größenordnung von 2 g pro Tonne ein.⁴²

Die VC-Emissionen bei der Herstellung von PVC (Entgasung und Trocknung des Rohproduktes) hätten aufgrund der Einführung neuer Techniken (Intensiventgasung) erheblich abgenommen.⁴³ Ein Nachteil sei aber weiterhin der Chargenbetrieb mit den laufenden Füll- und Entleerungsvorgängen.⁴⁴ Hierbei sei ein VC-Austritt praktisch nicht zu vermeiden und eine Belastung der Arbeitnehmer unumgänglich.⁴⁵ Das Umweltbundesamt beziffert die Gesamtluftemission an VC mit mindestens 300 t/a. Der größte Anteil werde dabei durch die PVC-Produktion erzeugt. Die VC-Emissionen aus der PVC-Verarbeitung stuft das UBA mit 4 t/a als gering ein.⁴⁶ Tötsch/Gaensslen geben an, daß VC häufig im Grundwasser nachgewiesen wird.⁴⁷

Im Zusammenhang mit der Herstellung von Vinylchlorid werden weitere Nebenprodukte, die dort anfallen, erwähnt. Die Herstellungsstufe Oxychlorierung habe den größten Anfall von Nebenprodukten zu verzeichnen.⁴⁸ Z.B. fielen Chloroform, 1,2-Dichlorethan und teerige Rückstände an. Ferner seien bei der VC-Herstellung aus Acetylen und Ethylen CKW-Rückstände zu verzeichnen. Tötsch/Gaensslen geben diese unter Berufung auf Rassaerts/Witzel mit 10-15 kg/t Vinylchlorid

42 Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 35.

43 Vgl. W. Lohrer, W. Plehn, Umweltbelastung durch PVC, Staub. Reinhaltung der Luft, 47 (1987), S. 191 ff.; so auch VKE, Argumentarium PVC 10/89, S. 4.

44 Vgl. Ökologie-Institut Österreich, UBA-Studie, a.a.O., S. 39.

45 Vgl. ebenda.

46 Vgl. UBA, Handbuch Chlorchemie I, a.a.O., S. 106.

47 Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 37.

48 Vgl. ebenda.

an.⁴⁹ Die ökologischen und gesundheitlichen Auswirkungen dieser CKW-Rückstände werden im Zusammenhang mit der Herstellung von VC nicht erörtert. Nur der VKE stellt in seiner Schrift fest, daß Vorwürfe, wonach eine Gesundheitsbelastung der Menschen in den Herstellungsbetrieben oder in deren Nachbarschaft durch CKW gegeben sei, als unbegründet zurückzuweisen seien.⁵⁰

Zuletzt wird bei der Herstellung von PVC noch die Entstehung von mit VC und PVC belasteten Abwässern angesprochen. In der Oxychlorierung und bei der Suspensions- und Emulsionspolymerisation entstünden Abwässer.⁵¹ Der Eintrag von VC in das Abwasser wird für das Jahr 1987 auf 25-30 Tonnen geschätzt, wobei 7% bei der VC-Produktion und ca. 73% bei der PVC-Herstellung anfielen.⁵² In Oberflächengewässern sei Vinylchlorid in der Regel nicht nachweisbar. Im Trinkwasser sei VC im Bereich der BRD praktisch nicht nachweisbar.⁵³

2.4.2. Schädigungspotential (am Beispiel Vinylchlorid)

Zur toxikologischen Wirkung von Vinylchlorid stellt das BUA in seinem Stoffbericht insbesondere fest,

- VC wirke depressiv auf das zentrale Nervensystem,
- flüssiges VC bewirke eine Unterkühlung der Haut,
- VC besitze eine mutagene Wirkung und

49 Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 38 unter Berufung auf H. Ras-saerts, D. Witzel, Aliphatische Chlorkohlenwasserstoffe, in: Ullmann's Enzyklopädie der technischen Chemie, 4. Aufl., Bd. 9, 1975, S. 404-498.

50 Vgl. VKE, Argumentarium PVC 10/89, S. 4.

51 Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 37; H. Kollmann et al., a.a.O., S. 25.

52 Vgl. BUA-Stoffbericht Nr. 35, a.a.O., S. 88.

53 Vgl. ebenda.

- VC induziere einen Leberkrebs (Leberangiosarkom) und andere Organerkrankungen.⁵⁴ Bis Januar 1990 seien weltweit (ohne Ostblockländer) insgesamt 157 Todesfälle durch VC-bedingte Leberangiosarkome anerkannt worden.⁵⁵ Man rechnet mit einer weiteren Fallzahl von 140-150 in den nächsten 30 Jahren.⁵⁶

Vinylchlorid ist seit vielen Jahren als krebserzeugender Gefahrstoff der Kategorie 1 eingestuft, also als Stoff, der beim Menschen bekanntermaßen krebserzeugend wirkt und zu dem hinreichende Anhaltspunkte für einen Kausalzusammenhang zwischen der Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff und der Entstehung von Krebs vorhanden sind. Die Technische Richtkonzentration für Vinylchlorid beträgt für bestehende Anlagen der VC- und PVC-Herstellung 3 ppm/m³ Luft, für Neuanlagen 2 ppm/m³ Luft.⁵⁷

Zur ökotoxikologischen Wirkung stellt der BUA-Stoffbericht fest, daß nur wenige Daten vorlägen, so daß eine umfassende Bewertung nicht möglich sei.⁵⁸

2.4.3. Einschätzung der PVC-Hersteller

Die Verbände der PVC-Hersteller geben "grünes Licht" für die Herstellung von Vinylchlorid und PVC. Durch die Emissionsminimierung sei heute eine gesundheitliche Gefährdung der Beschäftigten in der VC/PVC-Produktion auszuschließen.⁵⁹ VC stelle somit in den VC/PVC produzierenden Betrieben schon seit Jahren keine Gesund-

⁵⁴ Vgl. BUA-Stoffbericht Nr. 35, a.a.O., S. 91-93.

⁵⁵ Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 19.

⁵⁶ Vgl. ebenda.

⁵⁷ TRGS 102, Ziff. 2.2.

⁵⁸ Vgl. BUA-Stoffbericht Nr. 35, a.a.O., S. 88.

⁵⁹ Vgl. AGPU, PVC. Argumente der Vernunft, S. 17 und ebenso VKE, Argumentarium PVC 10/89, S. 4.

heitsgefahr oder kein besonderes gesundheitsgefährdendes Risiko mehr dar.⁶⁰

2.5. *Verarbeitung von PVC*

Das im Herstellungsprozeß erzeugte Roh-PVC ist nicht in ausreichendem Maße verarbeitbar, und es fehlen ihm noch wichtige anwendungsbezogene Eigenschaften.⁶¹ Deshalb werden dem PVC-Granulat unterschiedliche Additive zugesetzt, um bestimmte Produkteigenschaften zu erhalten.

2.5.1. Relevante Inhaltsstoffe

Als Hilfsmittel kommen Stabilisatoren, Farbmittel, Weichmacher, Schlagzähigkeitsverbesserer, Gleitmittel, Füllstoffe, Flammschützer, Antistatika und Treibmittel zum Einsatz.⁶²

Tötsch/Gaensslen beschreiben, daß rund ein Drittel des PVC mit Hilfe von *Weichmachern* verarbeitet wird.⁶³ Den PVC-Produkten werden zur Erhöhung der Flexibilität etwa 10-50% an Weichmachern zugesetzt.⁶⁴ Als wichtigste Anwendungsgebiete für PVC-Weichmacher werden Kabelmassen, Weichfolien, Bodenbeläge⁶⁵, Beschich-

⁶⁰ Vgl. ebenda. Diese Auskunft erhielt die Verfasserin auch von dem Produktionsleiter, der für die Polymerisationsstufe bei der Hüls AG zuständig ist, am 26.2.1992 in Marl.

⁶¹ Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 27.

⁶² Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 44; vgl. J. Troitzsch, *Kunststoff-Additive*, *Kunststoffe* 77 (1987), S. 344 ff.

⁶³ Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 48.

⁶⁴ Vgl. Österreichische Gesellschaft für Ökologie, *PVC. Herstellung, Anwendung, Kritik, Vorschläge*, UBA-Studie, S. 39.

⁶⁵ Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 48.

tungen, Schläuche, Profile, Pastenverarbeitung und Sonstiges (z.B. Medikalprodukte) genannt.⁶⁶ Der weitaus wichtigste Weichmacher im PVC-Einsatz, mit einer Produktionsmenge von 251.439 t in der BRD im Jahre 1987, ist das Di-2-ethylhexylphthalat (DEHP).⁶⁷ Wams spricht von einer jährlichen Gesamtproduktionsmenge von 3-4 Mio. t, wovon schätzungsweise 95% als Weichmacher in PVC gebraucht würden.⁶⁸

Als *Stabilisatoren* im PVC werden in der Bundesrepublik Bleiverbindungen, Barium-Cadmium-Seifen, Barium-Zinn- oder Cadmium-Zinn-Seifen und schwefelfreie oder schwefelhaltige Zinnverbindungen verwendet. Jeder Stabilisator hat typische Anwendungen.⁶⁹ Der am meisten eingesetzte Stabilisator ist Blei. Der Verbrauch von Blei-Stabilisatoren in der BRD betrug 1985 13.410 t.⁷⁰ 1990 wurden etwa 9.700 t Blei zur Stabilisierung von PVC-Produkten eingesetzt.⁷¹ Blei wird u.a. als Stabilisator bei Kabelisolierungen, Rohren und Dachrinnen, Spritzgußartikeln und Fensterprofilen eingesetzt.⁷² Barium/Cadmium-Stabilisatoren sind hauptsächlich im Bereich der Produktion von Fensterprofilen eingesetzt. Ihr Verbrauch betrug 1985 in

⁶⁶ Vgl. W. Glenz, *Kunststoffe* 65 (1975), Nr. 10.

⁶⁷ Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 48.

⁶⁸ Vgl. T.J. Wams, Diethylhexylphthalate as an Environmental Contaminant. A Review, *The Science of the Total Environment* 66 (1987), S. 1-16 (1).

⁶⁹ Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 44 und 45.

⁷⁰ Nach Angaben des Verbandes der Kunststoffverarbeitenden Industrie, zitiert nach Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O. S. 45.

⁷¹ Vgl. K.D. Sturm, Stoffströme beim PVC als Grundlage für die Bewertung von Umwelteigenschaften, Referat zum 21. Seminar, PVC. Ein Massenkunststoff und seine Umweltauswirkungen, UTECH Berlin, 19.2.1992, Tagungsunterlagen.

⁷² Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 45.

der BRD 2.630 t.⁷³ Die Stabilisierung von PVC mit Cadmium wird von der Industrie als rückläufig bezeichnet.⁷⁴ So hat laut Reimann der Cadmiumverbrauch für Stabilisatoren von 520 t/a (1979) auf 270t/a (1987) mit weiter fallendem Trend abgenommen.⁷⁵ Die verarbeitete Cadmium-Menge betrug laut Sturm 1990 noch 243 t.⁷⁶ Insgesamt bestehe heute keine sachliche Notwendigkeit mehr, PVC mit Cadmium zu stabilisieren.⁷⁷ Manche Verarbeiter stabilisieren ihre weiß pigmentierten Fensterprofile bereits mit Blei-Stabilisatoren.⁷⁸ Die Stabilisierung von PVC ist aber notwendig. "PVC zersetzt sich schon bei Temperaturen ab 100°C langsam. Ohne Zusatz von Thermostabilisatoren wird der Kunststoff derart geschädigt, daß er unbrauchbar wird."⁷⁹

2.5.2. Verarbeitungsschritte

Die Verarbeitung von verschiedenen PVC-Produkten erfolgt in der BRD in etwa 60 Anlagen.⁸⁰ Als Verarbeitungsverfahren werden die Extrusion, die Kalandrierung, die Pastenverarbeitung, der Spritzguß,

⁷³ Vgl. ebenda S. 45; siehe dazu auch die umfassende Studie von E. Böhm, W. Tötsch, Cadmium-Substitution. Stand und Perspektiven, Köln 1989.

⁷⁴ Gemäß der Aussage von W. Tötsch im Zusammenhang mit seinem Vortrag "Life-Cycle-Analyse von PVC" am 18.11.1991 auf der Tagung in Iserlohn zum Thema "Neuer Abfall schafft neue Altlasten".

⁷⁵ Vgl. D.O. Reimann, PVC als Abfallprodukt, Müll und Abfall 1988, S. 256 ff. (262).

⁷⁶ Vgl. K.D. Sturm, a.a.O.

⁷⁷ Vgl. UBA-Jahresbericht 1989, S. 97.

⁷⁸ Vgl. E. Görlich, PVC-Stabilisatoren, Kunststoffe 77 (1987) S. 1073 ff. (1076).

⁷⁹ E. Böhm, W. Tötsch, a.a.O., S. 15.

⁸⁰ Vgl. W. Lohrer, W. Plehn, a.a.O., S. 191.

das Blasformen und Pressen genannt,⁸¹ wobei von Tötsch/Gaensslen festgestellt wird, daß die Extrusion, die Kalandrierung und die Pastenverarbeitung die wichtigsten Verarbeitungsverfahren darstellen.⁸² Rohre, Profile, Schläuche und Platten werden extrudiert, Drähte ummantelt, Folien kalandriert, Fertigteile spritzgegossen und Hohlkörper geblasen.⁸³

2.5.3. Diskussionsstand um die Gesundheits- und Umweltbelastung bei der Verarbeitung von PVC

2.5.3.1. Schadstoffexposition

Bei der PVC-Verarbeitung werden verschiedene Gefährdungsquellen, insbesondere Weichmacherdämpfe, PVC- und Additiv-Stäube sowie weitere Zersetzungsprodukte, diskutiert.

Speziell bei der Plastisolverarbeitung treten beim Gelierprozeß Weichmacherdämpfe und andere Zersetzungsprodukte sowie weitere flüchtige Bestandteile aus Stabilisatoren auf.⁸⁴ Etwa 0,01% bis 8% des Weichmachers DEHP, bezogen auf die aufgebrachte Plastisolmenge, würden als flüchtige Bestandteile emittiert werden.⁸⁵ Detaillierte Angaben zur Arbeitsplatzbelastung macht Borgmann.⁸⁶ Bei-

⁸¹ Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 41; zu den Verarbeitungsverfahren siehe ausführlich A. Borgmann, a.a.O., S. 191.

⁸² Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 41.

⁸³ Vgl. VKE, Argumentarium PVC 10/89, S. 6.

⁸⁴ Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 29; so auch W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 49; W. Plehn, UBA, Vortrag am 19.2.1990 beim TFH-Symposium "PVC-Verpackungen im Gespräch" in Berlin, unveröffentlichte Abschrift, S. 2; UBA II 2.4.-52322-1/24, Zusammenfassung des Problemfeldes PVC und Umwelt, Berlin 1.2.1991, S. 2, unveröffentlicht.

⁸⁵ Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 29.

⁸⁶ Vgl. A. Borgmann, a.a.O., S. 64 ff.

spielsweise werde bei der Produktion von PVC-Fenstern pulverförmiges PVC eingesetzt. Dabei entstehe die Gefahr der Inhalation des PVC-Pulvers.⁸⁷ Im Extruder entweichen Restmonomere und andere flüchtige Substanzen diffus.⁸⁸ Beim Kalandrieren von Fußbodenbelägen könnten durch die Verwendung von Phthalaten, staubenden Additiven sowie durch Zersetzungsprodukte (Ammoniak) Beschäftigte gefährdet werden.⁸⁹ Bei der PVC-Kabel-Herstellung könne die Inhalation von PVC-Staub nicht ausgeschlossen werden.⁹⁰ Weitere Probleme könnten aus der Verwendung staubender Stabilisatoren resultieren.⁹¹

Der VKE verweist in diesem Zusammenhang auf die Einhaltung der Staubgrenzwerte und der MAK-Werte sowie auf die intensive Entmonomerisierung des PVC-Pulvers.⁹²

Über die Höhe der allgemeinen Belastung der Menschen mit dem Weichmacher DEHP — nicht nur über die bei der Verarbeitung entstehende Belastung — gibt es, nach Aussage einer US-Studie nur wenige Angaben. Alle bisherigen Schätzungen unterlägen großen Schwankungen. Wahrscheinlich sei heute jeder in einem geringen Maße damit belastet, weil DEHP enthaltende Kunststoffe überall in der Umwelt zu finden seien.⁹³ Zum Vorkommen und zur Verteilung von DEHP auf die Umweltkompartimente kommt das BUA zu dem Ergebnis, daß DEHP in Umweltproben aus den Kompartimenten Was-

87 Vgl. ebenda, S. 64.

88 Vgl. ebenda.

89 Vgl. ebenda, S. 69.

90 Vgl. ebenda, S. 74.

91 Vgl. ebenda.

92 Vgl. VKE, Argumentarium PVC 10/89, S. 6.

93 Vgl. Bericht an die U.S. Consumer Product Safety Commission vom Chronic Hazard Advisory Panel, Über die Gefährdung durch Di-2-ethylhexylphthalat (DEHP), unüberprüfte Übersetzung aus dem Englischen, Bundessprachenamt-Referat SM II 2, Auftragsnr. 95265.

ser, Boden, Luft und Biota nachgewiesen sei.⁹⁴ Das verwertbare Datenmaterial⁹⁵ zum Vorkommen von DEHP in Organismen und biologischem Material, läßt zusammengefaßt die Aussage zu, daß ein Vorkommen u.a. in Fischen, Fischfutter, Fischeiern und Vogeleiern sowie in Robbenspeck nachgewiesen wurde.⁹⁶ Die Frage, ob Phthalsäureester biologisch abbaubar sind, beantwortet der BUA-Stoffbericht positiv. Jedoch bleibe die Frage offen, ob ein biologischer Abbau auch bei den Konzentrationen, wie sie in der Natur vorkommen, also im Submikrogrammbereich erfolge, da in den Labortests zumeist im unteren Milligrammbereich gearbeitet werde.⁹⁷ Zum photochemischen Abbau weist das BUA auf zwei Untersuchungen hin. Darin sei festgestellt worden, daß beim Photoabbau von phthalathaltigem PVC der Weichmacher teilweise in kleinere Moleküle zerfalle, andererseits aber chemisch sehr feste Bindungen mit den Polymerketten eingehe.⁹⁸ Im Hinblick auf das Vorhandensein von DEHP-Spuren in Umweltproben gelte auch der Frage nach der Bioakkumulation ein besonderes Interesse. Die Bioakkumulation des DEHP führe in Experimenten zu Anreicherungsfaktoren in der Größenordnung zwischen 10² bei Fischen und 10⁴ bei Evertrebraten, Algen und Pflanzen. In keinem der berichteten Versuche seien toxische Wirkungen als Folge der Anreicherung ausgemacht worden.⁹⁹

Die Chemische Industrie schließt sich diesen Ergebnissen in stark vereinfachter Form an. Es gäbe keine Anzeichen für eine Akkumulation von Weichmachern in Wasser, Boden und Luft, weil diese biolo-

⁹⁴ Vgl. BUA-Stoffbericht Nr. 4: Di-(2-ethylhexyl)phthalat, S. 59.

⁹⁵ Der BUA-Stoffbericht Nr. 4 nennt dazu 4 Quellen, vgl. S. 16, 17.

⁹⁶ Vgl. dazu die tabellarische Übersicht, DEHP-Konzentrationen in aquatischen Organismen und Biota, BUA-Stoffbericht Nr. 4, S. 18.

⁹⁷ Vgl. BUA-Stoffbericht Nr. 4, S. 22.

⁹⁸ Vgl. ebenda, S. 27.

⁹⁹ Vgl. ebenda, S. 60.

gisch und photochemisch abgebaut würden.¹⁰⁰ Nach übereinstimmender Meinung aller kompetenten Fachleute stellten Weichmacher in den vorliegenden Umweltkonzentrationen keine Beeinträchtigung für die Umwelt dar. Ökotoxikologisch sei DEHP im Bereich der Löslichkeit im Wasser unwirksam. Mikroorganismen und Fische könnten DEHP zwar akkumulieren, jedoch werde es rasch wieder ausgeschieden.

2.5.3.2. Schädigungspotential (am Beispiel DEHP)

Die Einschätzungen, die bereits zum Wirkungspotential der Additive insbesondere des Weichmachers DEHP vorliegen, sind kontrovers. Da der größte Anteil der in PVC eingesetzten Weichmacher das Phthalat DEHP ist, dreht sich die Diskussion über die Weichmacher hauptsächlich um diesen Stoff. In verschiedenen Untersuchungen, Studien und offiziellen Stellungnahmen, die zu PVC vorliegen, wird zu den Gesundheitsbelastungen, die durch Weichmacher verursacht werden können, vorgetragen.

Der BUA-Stoffbericht Nr. 4¹⁰¹ kommt zu dem zusammenfassenden Ergebnis, daß DEHP nicht akut toxisch und subakut als gering toxisch anzusehen sei.¹⁰² Die mit Ratten gewonnenen Versuchsergebnisse (chronische Schädigungen wurden an Nagern bei der Einwirkung hoher Dosierungen beobachtet)¹⁰³ seien auf den Menschen nicht übertragbar. Mutagene Effekte seien in der überwiegenden Anzahl der standardisierten Tests nicht nachgewiesen worden. Eine karzinogene Wirkung auf Organismen im Bereich umweltrelevanter Konzentrationen sei auszuschließen.¹⁰⁴ Zwar sei DEHP kanzerogen für Ratten und

¹⁰⁰ Vgl. VKE, Argumentarium PVC, 10/89, S. 12.

¹⁰¹ Vgl. BUA-Stoffbericht 4: Di(2-ethylhexyl)phthalat, Weinheim 1986.

¹⁰² Vgl. BUA-Stoffbericht Nr. 4, S. 61.

¹⁰³ Vgl. ebenda.

¹⁰⁴ Vgl. ebenda, S. 62.

Mäuse (der Stoff induziere Lebertumore in beiden Spezies). Jedoch wird angenommen, daß die Wirkschwelle für eine Induktion beim Menschen wesentlich höher liegt.¹⁰⁵ Zur Übertragbarkeit der Erkenntnisse aus den Tierversuchen wird auch angeführt, daß der Abbaumechanismus von DEHP im Rahmen des Stoffwechsels bei Ratten und Mäusen anders als beim Menschen sei.¹⁰⁶ Der heutige Stand des Wissens bilde eine solide Basis für die Annahme, daß kanzerogene und fruchtschädigende Wirkungen nur in sehr hohen und nicht umweltüblichen Dosierungen auftraten und daß zudem Nagetiere in diesem speziellen Fall empfindlicher seien als Menschen.¹⁰⁷

Dem Ergebnis des BUA-Stoffberichts schließen sich verschiedene Institutionen wie z.B. das Österreichische Kunststoffinstitut und die Österreichische Gesellschaft für Ökologie an. Gesundheitliche Schäden seien bei den gegenwärtigen Konzentrationen in der Umwelt nicht zu erwarten.¹⁰⁸ Die Toxizität von DEHP habe sich im langjährigen Gebrauch als sehr gering erwiesen.¹⁰⁹

Auch die Industrievertreter sehen keine Gesundheitsgefährdung in DEHP.¹¹⁰ Versuche mit sehr hohen Dosen des Weichmachers DEHP in den USA, die bei Nagetieren zu Krebs geführt hätten, seien auf den Menschen nicht übertragbar.¹¹¹ Ferner beruft sich die PVC-Industrie

¹⁰⁵ Vgl. K.E. Appel, "Risk Assessment" in der Toxikologie, Bundesgesundheitsblatt 6/91, S. 244/245.

¹⁰⁶ Vgl. die Aussage des Parlamentarischen Staatssekretärs Pfeiffer, Deutscher Bundestag, 11. Wahlperiode, 55. Sitzung, 21.1.1988.

¹⁰⁷ Vgl. BUA-Stoffbericht Nr. 4, S. 64.

¹⁰⁸ Vgl. Österreichisches Kunststoffinstitut im Österr. Forschungsinstitut für Chemie und Technik, PVC-Studie, UBA-Studie, S. 61.

¹⁰⁹ Vgl. Österreichische Gesellschaft für Ökologie, PVC, Herstellung, Anwendung, Entsorgung, Kritik und Vorschläge, UBA-Studie, S. 26, 27.

¹¹⁰ Vgl. G. Binder, a.a.O., S. 250.

¹¹¹ Vgl. G. Binder, a.a.O., S. 250, unter Berufung auf BUA-Stoffbericht Nr. 4; so auch der VKE, Argumente 3, Zum Thema "Weichmacher", 7/88.

auf Stellungnahmen des Bundesgesundheitsamtes und die Entscheidung der EG-Kommission¹¹².

Dänemark hatte die Absicht, gemäß Art. 23 der Richtlinie 67/548 EWG u.a. für DEHP andere Einstufungen und Kennzeichnungen festzulegen. Zur Begründung wurde vorgetragen, dieser Stoff sei nicht korrekt eingestuft und gekennzeichnet und stelle deshalb eine ernsthafte Gefahr für die Gesundheit dar. Die Kommission entschied daraufhin, daß DEHP nicht als krebserzeugender oder reizender Stoff einzustufen oder zu kennzeichnen sei. Das Königreich Dänemark solle die notwendigen Maßnahmen ergreifen, um dieser Entscheidung bis spätestens zum 1. Januar 1991 nachzukommen. Zur Begründung gab die Kommission an, daß sie die Beweise für krebserzeugende Eigenschaften von DEHP geprüft und mit den von den Mitgliedstaaten bezeichneten Sachverständigen, die für krebserzeugende oder fruchtschädigende Eigenschaften besonders qualifiziert seien, Rücksprache genommen habe. Die Mehrzahl dieser Sachverständigen sei der Ansicht gewesen, daß die zur Zeit vorhandenen Beweise für eine Einstufung und Kennzeichnung dieses Stoffes als krebserregend oder reizend nicht ausreichten.¹¹³

Das Bundesgesundheitsamt schreibt DEHP ebenfalls eine nur geringe Toxizität zu. "DEHP zeigt im Tierversuch nur eine geringe Toxizität. Insgesamt wird DEHP nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand als wenig toxisch für den erwachsenen Menschen angesehen."¹¹⁴ Von

¹¹² Gespräch mit Hüls-Vertreter W. Tötsch und W. Kleinloh auf der Tagung am 18.11.1991 in Iserlohn zum Thema: "Neuer Abfall schafft neue Altlasten", auf Anfrage zum Vortrag von W. Tötsch, "Life-Cycle-Analyse von PVC"; so argumentiert auch der VKE, Argumente 3, a.a.O.; Entscheidung der Kommission, ABl. L 222 v. 25.7.1990, S. 49.

¹¹³ Vgl. ebenda.

¹¹⁴ Vgl. BGA, DEHP in medizinischen Gegenständen aus Kunststoff (PVC), Bundesgesundheitsblatt 1988, S. 144.

der MAK-Kommission ist DEHP nicht als krebverdächtiger Stoff eingestuft.¹¹⁵

Doch gibt es auch von verschiedenen Stellen kritischere Stimmen. Weichmacher stünden im Verdacht, toxisch bzw. karzinogen zu sein. Abschließende Erkenntnisse zur chronischen Toxizität und einer möglichen Kanzerogenität des DEHP lägen noch nicht vor.¹¹⁶ Jedoch wird der Verdacht der krebserregenden oder allgemein gesundheits-schädigenden Wirkung von DEHP geäußert. Die EPA stuft DEHP in Gruppe B 2 (ausreichende Evidenz im Tierversuch bei inadäquaten Humandaten) ein.¹¹⁷ Die Umweltorganisationen Greenpeace, Global 2000, Kritische Chemie und das Ökologie-Institut¹¹⁸ verweisen zum Krebsrisiko von DEHP auf einen Bericht der U.S. Consumer Product Safety Commission.¹¹⁹ Dort sei man zu dem Schluß gekommen, daß DEHP bei Mäusen und Ratten eine karzinogene Wirkung habe und Leberkrebs hervorrufe. Die Substanz sei nicht mutagen. Bei den Tieren zeigten sich toxische Auswirkungen von DEHP vorwiegend in Leber, Hoden und Fötus. DEHP führe bei Nagetieren zur Leberschwellung, die durch Wucherung einer Zellorganelle — Peroxisome — gekennzeichnet sei. Nach lebenslänglicher peroraler Aufnahme von DEHP entwickle sich bei Versuchstieren Leberkrebs. Bei Nagetieren bewirke DEHP ferner bei den männlichen Tieren Hodenatrophie und geringe Fertilität, während DEHP bei Injektion in tragende weibliche Tiere auf den Fötus toxisch wirke und zu Mißbildungen führe. Epidemiologische Studien reichten bisher nicht aus, um die mögliche Karzinogenität von DEHP beim Menschen zu beurteilen. Aufgrund end-

115 Vgl. H.H. Eggers, PVC und Umwelt aus der Sicht des Umweltbundesamtes, UTECH Berlin, Seminar 21, 19.2.1992, Tagungsmaterialien.

116 Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 32.

117 Vgl. H.H. Eggers, a.a.O.

118 Vgl. Ökologie-Institut, PVC, UBA-Studie, S. 43.

119 Report to the U.S. Consumer Product Safety Commission: Chronic Hazard advisory panel on DEHP, Sept. 1985, U.S. Consumer Product Safety Commission, Directorate for Health Sciences, Washington DC 20207.

gültiger Untersuchungen der Karzinogenität bei Tieren müsse DEHP jedoch auch beim Menschen als möglicherweise krebserregend angesehen werden.¹²⁰ Auch die SPD-Abgeordneten Blunck, Schmidt und Götte verweisen in ihrer Anfrage im Bundestag auf diese Studien in den USA.¹²¹

Zur Ökotoxizität von DEHP kommt das BUA in seiner Schlußfolgerung zu folgender Aussage: "Die schmale Datenbasis aus Studien zur Langzeitökotoxizität erlauben noch keine verlässlichen Einschätzungen der Toxizität."¹²² Ergebnisse der dazu vorliegenden Arbeiten seien entweder nicht schlüssig oder nicht haltbar, da widerlegt. Eine Arbeit zur chronischen Toxizität gegen den Wasserfloh *Daphnia magna* enthalte deutliche Hinweise auf toxische Wirkungen geringer Konzentrationen im Langzeitversuch. Bei DEHP-Gehalten von 0,16 mg/l und 0,29 mg/l im Wasser sei eine Zunahme der Mortalität der Elterntiere registriert worden. Eine Bewertung des ökotoxikologischen Wirkungspotentials von DEHP sei aber wegen der unzureichenden Datenlage nicht möglich.¹²³ Für die Umwelt bestätigt dies auch der Bericht von Wams.

Zwar sei der Weichmacher DEHP inzwischen weltweit verbreitet, so daß dieser Stoff heute als ubiquitärer Schadstoff gelten müsse, jedoch gebe es über die Auswirkungen von DEHP auf Ökosysteme bislang kaum Erkenntnisse und wenn, dann seien diese widersprüchlich: "... the ecotoxicology of DEHP is especially relevant for aquatic communities where data are contradictory: several authors have found adverse effects on *Daphnia* and fish after exposure to the present envi-

¹²⁰ Vgl. Bericht an die U.S. Consumer Product Safety Commission vom Chronic Hazard Advisory Panel, Über die Gefährdung durch Di-2-ethylhexylphthalat (DEHP), unüberprüfte Übersetzung aus dem Englischen, Bundessprachenamt-Referat SM II 2, Auftragsnr. 95265.

¹²¹ Vgl. BT-Drucks. 11/1657; vgl. dazu Kap. III.1. Forderungen.

¹²² BUA-Stoffbericht Nr. 4, S. 61.

¹²³ Vgl. ebenda, S. 62.

ronmental concentrations; others, however, produced less alarming results."¹²⁴

Eine Einschätzung des Gefährdungspotentials der insgesamt in PVC eingesetzten Additive ist nach Kollmann et al. kaum möglich. Hier müsse auf große Kenntnislücken über das Auftreten und die Wirkung dieser Stoffe auf Mensch und Umwelt verwiesen werden.¹²⁵

2.6. *Zusammenfassung des Diskussionsstandes über die Risiken bei der Herstellung und Verarbeitung von PVC*

- Die Herstellung von Chlor nach dem Amalgamverfahren verursacht Quecksilberemissionen, die in die Produkte, ins Abwasser und in die Luft gehen. Außerdem fällt Quecksilber als Rückstand in Filtern und Katalysatoren an, die auf Sondermülldeponien verbracht werden müssen.
- Umstritten sind die Gesundheitsgefährdungen der Menschen in den Herstellungsbetrieben und in der Nachbarschaft der PVC-Werke, die durch die Quecksilberemissionen hervorgerufen werden können.
- Die Herstellung von PVC verursacht Vinylchlorid- und 1,2-Dichlorethan-Emissionen. Ob dadurch eine Belastung der Oberflächengewässer und des Trinkwassers besteht, ist strittig.
- Vinylchlorid ist ein krebserregender Stoff. Er wirkt aber auch mutagen und depressiv auf das zentrale Nervensystem.
- Zur ökotoxikologischen Wirkung von Vinylchlorid werden Wissenslücken festgestellt. Eine umfassende Bewertung ist nicht möglich.
- Bei der Herstellung von Vinylchlorid fallen u.a. auch Chloroform und CKW-Rückstände an.

¹²⁴ T.J. Wams, a.a.O., S. 9-11.

¹²⁵ Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 28.

- Gesundheitliche Auswirkungen der CKW-Rückstände werden im Zusammenhang mit der PVC-Herstellung nicht diskutiert.
- Bei der Verarbeitung von PVC treten Weichmacherdämpfe und andere Zersetzungsprodukte auf. Genannt werden Emissionen von DEHP, Restmonomer, PVC-Staub und Ammoniak.
- Allgemeine Angaben werden zur Umwelt- und Gesundheitsbelastung durch den Weichmacher DEHP gemacht. Zur *Exposition* wird festgestellt, daß
 - ein Nachweis in den Kompartimenten Wasser, Boden, Luft und Biota erbracht ist;
 - Angaben über das biologische Abbauverhalten in den in der Umwelt vorkommenden Konzentrationen noch mit Unsicherheiten behaftet sind, da Untersuchungen auf Labortests beruhen;
 - DEHP bioakkumulativ ist.

Zum *Schädigungspotential* wird festgestellt, daß

- DEHP kanzerogen bei Ratten und Mäusen (Leberkrebs) wirkt;
- Angaben darüber, ob DEHP auch beim Menschen Krebs erzeugt, umstritten sind und abschließende Ergebnisse zur Kanzerogenität beim Menschen fehlen;
- epidemiologische Studien zur Karzinogenität nicht ausreichend vorliegen;
- Kenntnislücken bei der Bewertung der Ökotoxizität bestehen.

3. *Verwendung von PVC*

Der folgende Teil befaßt sich mit den gesundheitlichen und ökologischen Auswirkungen der Verwendung von PVC.

3.1. Anwendungsbereich von PVC

Aufgrund der vielfältigen Eigenschaften und der Verträglichkeit mit vielen Hilfsstoffen hat PVC ein außergewöhnlich breites Produktspektrum.¹²⁶ 55% des PVC-Einsatzes gehen in den Bausektor (Fenster, Fußbodenbeläge, Kanalrohre etc.), 16% in den Verpackungsbereich (Flaschen, Becher, Folien), 4% verschwinden im Möbelbereich (Büroeinrichtungen etc.), 4% werden in der Autoproduktion verarbeitet (Innenverkleidungen), 2% sind im Elektrobereich zu finden (Kabel) und 19% werden in sonstigen Produkten (Gartenartikel, Blutbeutel etc.) eingesetzt.¹²⁷ Ein Anstieg des PVC-Einsatzes ist in Deutschland insbesondere im Baubereich zu verzeichnen. Aus einer Greenpeace-Studie ist zu entnehmen, daß in den ersten 10 Monaten des Jahres 1991 die Firma Weru AG, die PVC zu Bauprodukten verarbeitet, einen Zuwachs von 23,4 Prozent bei Fenstern und 45,5 Prozent bei Türen aus PVC gehabt hat. Dies sei auf den großen Bedarf in den neuen Bundesländern zurückzuführen.¹²⁸ Das Wachstum dieses Einsatzes wird in der Studie auf 7-8 Prozent geschätzt.¹²⁹

Beim Anwendungsbereich muß zwischen Weich- und Hart-PVC unterschieden werden. Der Anwendungsbereich von Weich-PVC umfaßt die Produkte:

- Draht u. Kabelisolierungen,
- Weichfolien,
- Fußbodenbeläge,
- Profile und Schläuche,
- beschichtete Pasten,
- Spritzgußartikel und Sonstiges, z.B. Blutbeutel.

¹²⁶ Vgl. dazu W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 2-4.

¹²⁷ Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt e.V., PVC im Überblick.

¹²⁸ Vgl. Greenpeace-Studie, Stand des Recyclings in Deutschland und seine umweltpolitische Bedeutung, Juni 1992, S. 1.

¹²⁹ Vgl. ebenda, S. 2.

Für Hart PVC werden folgende Produkte genannt:¹³⁰

- Folien, Tafeln und Platten,
- Fensterprofile,
- Rohre und Dachrinnen,
- Hohlkörper,
- Spritzgußteile,
- Schallplatten.

3.2. *Diskussionsstand um die Gesundheits- und Umweltbelastung bei der Verwendung von PVC*

3.2.1. Gesundheitsbelastungen durch Exposition des Weichmachers DEHP

Zum Wirkungspotential von DEHP kann auf Kap. 2.5.3.2. verwiesen werden.

Zusammenfassend können drei kritische Diskussionspunkte um die Gesundheitsgefährdung durch Exposition des Weichmachers DEHP bei der Verwendung von PVC-Produkten genannt werden:

1. die Innenraumbelastung durch DEHP-Emissionen aus Weich-PVC-Produkten,
2. die Migration aus Lebensmittelverpackungen in Lebensmittel und die Belastung von Kindern mit DEHP durch PVC-Spielwaren,
3. die Belastung von Krankenhauspatienten durch Migration von DEHP aus verschiedenen in der Anwendung befindlichen PVC-Medikalprodukten.

¹³⁰ Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 3.

3.2.1.1. Innenraumbelastung durch DEHP-Emissionen aus Weich-PVC-Produkten

Zur Innenraumbelastung durch DEHP-Emissionen aus Weich-PVC-Produkten wird unterschiedlich argumentiert. Das Sachverständigengremium "Gesundes Bauen und Wohnen" beruft sich in seiner Aussage zur Innenraumbelastung durch Fußbodenbeläge aus PVC auf ein Untersuchungsergebnis der Technischen Hochschule Aachen.¹³¹ Dort sei man zu dem Ergebnis gelangt, daß unter normalen Raum- und Klimabedingungen keine Emissionen von VC und DEHP bei den geprüften Belägen, die in der BRD hergestellt werden, nachweisbar seien.¹³² Bei 25°C könne ein Kubikmeter Luft höchstens 0,01 mg DEHP enthalten. Höhere Konzentrationswerte, die in der Literatur genannt werden, müßten auf analytische Fehler zurückgeführt werden.¹³³

Dagegen steht die Aussage, daß es heute niemanden mehr gäbe, der das Verdampfen oder Ausdiffundieren von DEHP ernsthaft bestreite.¹³⁴ Selbst bei Raumtemperatur könne es zu einem beträchtlichen Übergang von Weichmachern zwischen verschiedenen Materialien kommen. Diesem Umstand müsse man bei der Auslegung von Weich-PVC-Produkten, deren Anwendung und Lagerung Rechnung tragen.¹³⁵ Emissionen, vor allem aus Weich-PVC-Produkten

¹³¹ Vgl. Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Sachverständigengremium "Gesundes Bauen und Wohnen" beim Bundesministerium für Raumordnung, PVC-Produkte im Bauwesen, Bonn 1989, S. 15.

¹³² Vgl. ebenda.

¹³³ Vgl. VKE, Argumentarium VC, 10/89, S. 12; VKE Argumente 3, Zum Thema Weichmacher, 7/88.

¹³⁴ So die Österreichische Gesellschaft für Ökologie, PVC. Herstellung, Anwendung, Entsorgung, in: UBA-Studie, a.a.O., S. 39.

¹³⁵ Vgl. A.C. Poppe, Migrationsgeschwindigkeit von Phthalatweichmachern in Weich-PVC bei Raumtemperatur, Kunststoffe 76 (1986), S. 583 ff. (585).

(Teppichböden, Vinyltapeten) könnten die Raumluft beeinflussen¹³⁶. Vinylchloridemissionen aus den Endprodukten seien von untergeordneter Bedeutung. Aus Fußbodenbelägen migrierten und entgasten vor allem Weichmacher.¹³⁷ In Untersuchungen über das Auswandern von Weichmachern aus Fußbodenbelägen kamen Natow et al. zu dem Ergebnis, daß aus PVC Weichmacher migrieren und in die Umwelt auswandern. Jedoch würden die Konzentrationen nach einiger Zeit abnehmen. In der Schlußfolgerung wird empfohlen, daß Weich-PVC nur dann verwendet werden sollte, wenn es eine bestimmte Zeit abgelagert sei.¹³⁸ Schieffer et al. stellen fest, daß Messungen des DEHP-Gehaltes in Innenräumen nur vereinzelt vorlägen. Hier bestehe ein großer Nachholbedarf.¹³⁹

3.2.1.2. Migration aus Lebensmittelverpackungen in Lebensmittel und die Belastung durch PVC-Bedarfsgegenstände

Auch zu diesem Bereich sind Widersprüche in den einzelnen Aussagen auszumachen. In einer Studie wird festgestellt, daß die heute für PVC verwendeten Weichmacher einen hohen Siedepunkt und dadurch ein geringes Migrationsverhalten besäßen.¹⁴⁰ Es wird festgestellt, daß für Lebensmittelverpackungen aus PVC keine Phthalate mehr verwendet werden, sondern ausschließlich Adipate, die sich im Gegensatz zu den Phthalaten in Fetten oder fetthaltigen Substanzen kaum lö-

¹³⁶ Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 32.

¹³⁷ Vgl. ebenda.

¹³⁸ Vgl. M. Natow, St. Wassilewa, Z. Schepowa, Über das Auswandern von Weichmachern aus PVC-Erzeugnissen, Plaste und Kautschuk 1981, S. 459 f.

¹³⁹ Vgl. B. Schieffer, K. Vogt, a.a.O., S. 17; so auch W. Lohrer, W. Plehn, a.a.O., S. 190 ff. (192).

¹⁴⁰ Vgl. Österr. Kunststoffinstitut, in: UBA-Studie, a.a.O., S. 62.

sen.¹⁴¹ Daß damit gewährleistet ist, daß aus PVC-Folien keine Weichmacher in Lebensmittel migrieren, wird von anderer Seite bestritten. In der Darstellung des Vereins für Konsumenteninformation heißt es u.a. dazu, daß eine Gesundheitsgefährdung gegeben sei, da aus PVC-Lebensmittelverpackungen Weichmacher in Lebensmittel migrierten, insbesondere wenn es sich um fetthaltige Nahrungsmittel handele oder die Folie im Mikrowellenherd verwendet werde.¹⁴² Zu diesem Ergebnis kommen auch Startin et al., die die Migration von Weichmachern in Lebensmittel untersuchten. Dort wurde ein starker Migrationsanstieg von DEHA in Käse innerhalb von 30 Tagen festgestellt. Ferner wurde eine Migration von DEHA aus PVC-Folien in Lebensmittel festgestellt, die in der Mikrowelle erhitzt wurden.¹⁴³ Eine Arbeitsgruppe der Kunststoffkommission des BGA befaßt sich mit der Beurteilung des Verhaltens von Kunststoffen, die mit Lebensmitteln in Kontakt kommen, in Mikrowellengeräten. Bisher lägen keine Erkenntnisse vor, daß gesundheitlich bedenkliche Anteile aus Kunststoffen unter den Bedingungen des Erwärmens in Mikrowellengeräten auf Lebensmittel übergangen.¹⁴⁴

Eine Anzahl von Verbraucherorganisationen auf internationaler Ebene spricht sich gegen den Vertrieb und den Verkauf von PVC-haltigem Kinderspielzeug aus. Schon alleine das "In den Mund nehmen"

¹⁴¹ Vgl. ebenda, S. 62; So auch das BGA, das vermerkt, daß Di-2-ethylhexylphthalat enthaltende Folien aus Weich-PVC für den Lebensmittelkontakt nicht mehr verwendet werden, vgl. R. Franck, H. Wiczorek, Kunststoffe im Lebensmittelverkehr, Textsammlung, Stand April 1991, Teil A I, S. 6a.

¹⁴² Vgl. Verein für Konsumenteninformation, Kritische Stellungnahme zum Thema PVC, in: UBA-Studie, a.a.O., IV. S. 5.

¹⁴³ Vgl. J. Startin, M. Sharman, Migration from plasticized films into foods. Migration of di-2-ethylhexyladipate from PVC films during home use and microwave cooking, Food Additives and Contaminants 1987, 385-398.

¹⁴⁴ Vgl. Bericht über die Arbeit der Kunststoffkommission des Bundesgesundheitsamtes, Bundesgesundheitsblatt 1991, S. 24.

von PVC-Spielzeug könne gesundheitsschädigende Substanzen wie DEHP aus dem Material herauslösen.¹⁴⁵

Etwas verhaltener argumentiert das BUA in seinem Stoffbericht. Es werden Kenntnislücken bezüglich der DEHP-Aufnahme durch Nahrungsmittel festgestellt.¹⁴⁶ Für die tatsächliche DEHP-Aufnahme aus Lebensmittelbedarfsgegenständen kämen US-Studien zu unterschiedlichen Ergebnissen. Eine Studie gehe von 30 g/kg Körpergewicht und Tag aus.¹⁴⁷ Eine andere von 3 g/kg Körpergewicht und Tag.¹⁴⁸ Risikomodelle für die Exposition von Kindern, die an Weich-PVC-haltigen Spielzeuggegenständen saugen, kommen zu einer Aufnahme von 62 mg - 655 mg während der ersten drei Lebensjahre.¹⁴⁹ Es sollte geklärt werden, welche gesundheitlichen Gefahren mit bestimmten Anwendungsbereichen verbunden seien.¹⁵⁰ Restriktiv argumentiert dagegen die Bundesregierung auf die Frage des Abgeordneten Müller.¹⁵¹ Mit dem Hinweis auf die Vorschriften des § 31 Abs. 1 Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz erklärte diese, daß der Bundesregierung keine Informationen darüber vorlägen, daß von auf dem Markt befindlichen weichmacherhaltigen Kunststoffolien aus PVC gesund-

¹⁴⁵ Vgl. Verein für Konsumenteninformation, Kritische Stellungnahme zum Thema PVC, in: UBA-Studie, a.a.O., IV., S. 5.

¹⁴⁶ Vgl. BUA-Stoffbericht Nr. 4, S. 64.

¹⁴⁷ Y. Nakamura, Y. Yagi, J. Tomita and K. Tsuchikawa, Teratogenicity of DEHP in mice, Toxicology Letters 4 (1979), 113-117, zitiert nach BUA-Stoffbericht Nr. 4, Fußnote 125.

¹⁴⁸ U.S. Consumer Product Safety Commission, zitiert nach BUA-Stoffbericht, a.a.O., Fußnote 159.

¹⁴⁹ Vgl. J. Rodichs, D. Turnbull, Assessment of possible carcinogenic risk resulting from exposure to DEHP in childrens products; prepared for Chemical Manufacturers Association, Washington D.C.; (1984), zitiert in BUA-Stoffbericht Nr. 4, Fußnote 130.

¹⁵⁰ Vgl. BUA-Stoffbericht Nr. 4, S. 64; das Bestehen von Kenntnislücken in diesem Bereich stellen auch H. Kollmann et al., a.a.O., S. 32 fest.

¹⁵¹ Vgl. BT-Drucks. 11/1184.

heitlich bedenkliche Anteile an Weichmachern auf darin verpackte Lebensmittel übergangen.¹⁵² Das Deutsche Kunststoffinstitut geht sogar in seiner Aussage soweit, daß eine gesundheitliche Beeinträchtigung der Verbraucher durch Migration von Restmonomeren und Additiven aus Bedarfsgegenständen auszuschließen sei.¹⁵³

3.2.1.3. Belastung von Krankenhauspatienten durch Migration von DEHP aus PVC-Medikalprodukten

Das BGA kommt zu der Auffassung, daß dem Einsatz DEHP-haltiger medizinischer Gegenstände keine grundlegenden Bedenken entgegenstehen.¹⁵⁴ Bedenken gegen diesen Anwendungsbereich von PVC werden aber von anderer Stelle geäußert.

Das BUA legt sich in seinem Stoffbericht zu den Fragen der Gesundheitsbeeinträchtigung durch DEHP auch für diesen Bereich nicht ganz fest. Es sollte eine Klärung bezüglich der gesundheitlichen Gefahren für den Anwendungsbereich Hospitalwesen erfolgen, bei dem Einzelpersonen hohen Expositionen ausgesetzt seien.¹⁵⁵ Expositionen erheblich höheren Ausmaßes könnten bei intravenöser Aufnahme aus medizinischen Bedarfsgegenständen oder bei der Dialyse auftreten, zumal in letzterem Fall die normale Ausscheidung von DEHP-Metaboliten über die Niere fehle. Bei einer Bluttransfusion soll die tatsächliche Aufnahme ca. 50 mg pro Person betragen und bei einer Dialyse ca. 90 mg pro Person. Das Umweltbundesamt Österreich folgert daraus, daß Patienten, die häufig medizinische Geräte oder Transfusionen

152 Vgl. ebenda.

153 Vgl. D. Braun, Deutsches Kunststoffinstitut, Stellungnahme in der Anhörung des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit am 18. Sept. 1989 zum Thema Ausstieg aus der PVC Produktion . . . , Anhang zum Stenogr. Protokoll.

154 Vgl. Mitteilung des BGA zu DEHP in medizinischen Geräten aus Kunststoff (PVC), Bundesgesundheitsblatt 1989, 84.

155 Vgl. BUA-Stoffbericht Nr. 4, S. 64.

in Anspruch nehmen, durch die Migration von DEHP einer chronischen Belastung ausgesetzt seien.¹⁵⁶ Der Einsatz von DEHP sei heute deshalb nicht unumstritten. Bei Dialysepatienten bestehe infolge der chronischen Aufnahme größerer Mengen¹⁵⁷ und der gestörten Ausscheidung durch die Niere ein bekanntes und bis heute ungelöstes Risiko.¹⁵⁸ Bezüglich der PVC-Medikalprodukte wird auch noch auf die Beatmungsschläuche für Frühgeburten hingewiesen.¹⁵⁹ Lungenfunktionsstörungen bei Frühgeborenen könnten mit einer DEHP-Exposition in Zusammenhang gebracht werden.¹⁶⁰ In einem Bericht wird dazu festgestellt und gefolgert, "that DEHP, following inhalative exposure, may induce toxic damage of the lungs in preterm infant".¹⁶¹ Das Bundesgesundheitsamt stellt jedoch zu diesen Untersuchungen mit Frühgeborenen fest, daß die publizierten Fakten keine Aussage zur Kausalität zuließen.¹⁶²

Damit die Belastung der Patienten vermieden werden könne, bemühe sich die Bundesregierung seit langem, für den Medikalbereich eine Alternative zur PVC/DEHP-Kombination zu erhalten.¹⁶³ Geplant ist seit einigen Jahren eine Regelung in einem Medizinproduktegesetz, nach der diese Produkte einer Genehmigung bedürfen. Die Genehmigung soll unter der Voraussetzung, daß von den Produkten keine Ge-

¹⁵⁶ Vgl. UBA-Studie, Zusammenfassung, S. 11.

¹⁵⁷ Es wird von 100-200 mg bei einer Blutwäsche gesprochen, vgl. Österreichischen Gesellschaft für Ökologie, UBA-Studie, a.a.O., S. 40.

¹⁵⁸ Vgl. Österreichisches Kunststoffinstitut, UBA-Studie, a.a.O., S. 65.

¹⁵⁹ Vgl. Öko-Institut, UBA-Studie, a.a.O., S. 49.

¹⁶⁰ Vgl. ebenda, S. 49.

¹⁶¹ B. Roth, P. Herkenrath, H.J. Lehmann u.a., Di-(2-ethylhexyl)phthalate as plasticizer in PVC respiratory tubing systems: indications of hazardous effects on pulmonary functions in mechanically ventilated, preterm infants, in: European Journal of Pediatrics 147 (1988), S. 41 ff. (46).

¹⁶² Vgl. BGA, Bundesgesundheitsblatt 1988, S. 144.

¹⁶³ Vgl. BT-Drucks. 12/312 und BT-Drucks. 11/4878.

fahren für Patienten, Verwender und Dritte ausgehen, erteilt werden.¹⁶⁴

3.2.2. Gesundheitsbelastungen durch die Stabilisatoren Cadmium und Blei (Exposition)

Um PVC gegenüber den Einflüssen von Sonne und Witterung unempfindlich zu machen, werden schwermetallhaltige Stabilisatoren zugesetzt. PVC ist ohne Thermostabilisatoren nicht einsetzbar.¹⁶⁵ Eingesetzt werden (wie oben in Kap. 2.5.1 erwähnt) u.a. Bleiverbindungen, Barium-Cadmium-Verbindungen, Zinnverbindungen und Cadmium-Zinn-Verbindungen. Nach Ansicht der PVC-erzeugenden Industrie ist eine Gefährdung durch Stabilisatoren bei der Verwendung von PVC-Produkten weitgehend auszuschließen, da diese in der PVC-Matrix fixiert seien.¹⁶⁶ Dies wird von den PVC-Kritikern auch nicht generell anders gesehen. Das Verhalten von PVC-Stabilisatoren auf der Deponie, wo es Probleme gebe, sei mit dem in Trinkwasserrohren nicht vergleichbar.¹⁶⁷ Im Verpackungsbereich werden nach Angaben der PVC-Industrie keine blei- und cadmiumhaltigen Stabilisatoren mehr eingesetzt.¹⁶⁸ Dasselbe gelte für Innenraumprodukte aus PVC wie Bodenbeläge und Tapeten. Diese enthielten heute keine

¹⁶⁴ Dazu liegt der Verfasserin ein Entwurf eines Medizinproduktegesetzes vom 23.7.1991 aus dem Bundesgesundheitsministerium vor.

¹⁶⁵ Hierin besteht Einigkeit zwischen den PVC-Herstellern und den PVC-Kritikern; vgl. F. Claus, H. Friege, D. Gremler, Es geht auch ohne PVC. Einsatz, Entsorgung, Ersatz. Ein Ratgeber, Hamburg 1990, S. 78; vgl. auch E. Böhm, W. Tötsch, Cadmium-Substitution: Stand und Perspektiven, Köln 1989, S. 19.

¹⁶⁶ Vgl. G. Binder, Die Verwendung von PVC im Jahre 2000, a.a.O., S. 249; so auch die AGPU, PVC im Überblick, und der VKE, Argumente 2, PVC in der Diskussion 6/88 zur Frage: Treten Schwermetalle aus?

¹⁶⁷ Vgl. F. Claus, H. Friege, D. Gremler, Es geht auch ohne PVC, a.a.O., S. 81.

¹⁶⁸ Vgl. VKE, Argumente 2, a.a.O.

Cadmium-Stabilisatoren mehr.¹⁶⁹ Das Bundesgesundheitsamt stellt fest, daß Untersuchungen von Windelhosen aus Weich-PVC für Kleinkinder gezeigt hätten, daß im Handel immer noch Windelhosen aus weichgemachtem PVC mit cadmiumhaltigen Stabilisatoren anzutreffen seien. Die Verwendung dieser Stabilisatoren, so das BGA, entspreche jedoch nicht dem gegenwärtigen Stand der Technik. Cadmiumfreie Stabilisatoren für PVC stünden zur Verfügung. Die Hersteller von Windeln sollten aus Gründen des präventiven Gesundheitsschutzes auf die Verwendung cadmiumhaltiger Stabilisatoren verzichten.¹⁷⁰ In anderen Studien wird ferner darauf hingewiesen, daß Bleiverbindungen aus PVC-Rohren besonders in der Anfangsphase in größerem Maße herausgelöst werden könnten.¹⁷¹ Des weiteren wird der schwermetallhaltige Abrieb von PVC-Produkten diskutiert. Die Belastung während der Gebrauchsphase von Cadmium-stabilisierten PVC-Produkten solle nicht unterschätzt werden. Hausstaub weise deutlich erhöhte Gehalte auf, wenn Teppichrückenbeschichtungen dieses hochtoxische Schwermetall enthielten.¹⁷²

Zum toxikologischen und ökotoxikologischen Wirkungspotential von Cadmium und Blei wird im Zusammenhang mit der PVC-Verwendung nicht vorgetragen.

¹⁶⁹ Vgl. Sachverständigenrat "Gesundes Bauen und Wohnen", a.a.O., S. 9.

¹⁷⁰ Vgl. Bundesgesundheitsamt, Kunststoffe im Lebensmittelverkehr, Textsammlung, Stand April 1991, Teil C, S. 35.

¹⁷¹ Vgl. Österreichische Gesellschaft für Ökologie, PVC. Herstellung, Anwendung, Entsorgung, UBA-Studie, S. 36, 37.

¹⁷² Vgl. B. Schieffer, K. Vogt, a.a.O., S. 17.

3.2.3. Umweltbelastung durch die Exposition von weichmacherhaltigen PVC-Produkten

Wams schätzt, daß weltweit während der Anwendungsphase von PVC-Produkten 14.000 t DEHP pro Jahr über die Luft und 6.000 t/a in die Gewässer emittiert werden.¹⁷³

Zum ökotoxikologischen Wirkungspotential kann auf die Ausführungen in Kap. 2.5.3.2. verwiesen werden.

3.3. *Gesundheits- und Umweltbelastung im Brandfall*

In der Darstellung über die Gefährdungen, die im Zusammenhang mit der PVC-Verwendung diskutiert werden, ist ein weiterer Punkt zu nennen. Es geht um das Risiko des Brandfalles. Brände, an denen PVC beteiligt war, und die damit verbundenen Gefährdungen bei der Brandbekämpfung und Sanierung der Brandstätten sind Auslöser für konkrete Handlungen einiger Städte und Kommunen gewesen.¹⁷⁴ Beispielsweise wurde bei einem Schwelbrand in einem Herforder Parkhauscenter 1985, an dem PVC beteiligt war, die Brandruine zum Teil sehr stark mit polychlorierten Dibenzodioxinen und Dibenzofuranen belastet.¹⁷⁵ Unter den gefundenen Dioxinen befand sich auch das 2,3,7,8-TCDD, das sog. Sevesodioxin.¹⁷⁶

Zu den Gefährdungen, die von PVC im Brandfall ausgehen, gibt es Untersuchungen und Stellungnahmen, die hier zusammengefaßt wiedergegeben werden sollen.

¹⁷³ Vgl. T.J. Wams, a.a.O., S. 3.

¹⁷⁴ Vgl. dazu Kap. III.2. Ausstiegsbeschlüsse.

¹⁷⁵ Vgl. U. Lahl, Bielefeld - eine PVC-freie Zone? Dokumentation des PVC-Hearing "Gefährden PVC-Produkte die Umwelt?", Stellungnahme verschiedener Sachverständiger anläßlich der Anhörung am 22.10.1986 in Bielefeld, S. 4.

¹⁷⁶ Vgl. ebenda.

Drei Gefährdungspotentiale werden im Bereich PVC im Brandfall angesprochen:

- die Entstehung von Salzsäure,
- die Entstehung von Dioxinen und Furanen und
- die Freisetzung der im PVC enthaltenen Schwermetalle.

Von PVC-Kritikern wird darauf hingewiesen, daß PVC-Produkte aufgrund ihres hohen Chlorgehaltes im Brandfall zu Chlorwasserstoffemissionen führten.¹⁷⁷ Die Folge dieser Emissionen seien schwerwiegende Verätzungen bei betroffenen Personen und erhebliche Korrosionsfolgeschäden an den Gebäuden. Von diesen Argumenten sind die PVC-Industrievertreter unbeeindruckt. Vielmehr wird auf die generelle Gefahr der entstehenden Brandgase z.B. Kohlenmonoxid hingewiesen.¹⁷⁸ Die bei PVC-Bränden entstehenden HCl-Brandgase könnten unter Umständen bei Haus- und Zimmerbränden wegen der frühzeitigen Reizwirkung als Warnfunktion zum Lebensretter werden.¹⁷⁹ Korrosionsschäden an den betroffenen Gebäuden werden eingestanden. Jedoch sei eine totale Abschreibung dieser Gebäude wegen Korrosionsschäden auszuschließen.¹⁸⁰ Unterstützung finden die PVC-Industrie-Vertreter durch die Aussagen des Sachverständigengremiums "Gesundes Bauen und Wohnen" beim Bundesminister für Raumordnung und Städtebau.¹⁸¹ Hier werden die beim Brand von PVC entste-

177 Vgl. B. Schieffer, K. Vogt, a.a.O., S. 18; Umweltbundesamt, UBA II 2.4-52322-1/24, Zusammenfassung zum Problemfeld PVC und Umwelt, S. 4 (unveröffentlicht); W. Lohrer, W. Plehn, a.a.O., S. 195.

178 Vgl. VKE, Argumentarium PVC 10/89, S. 15.

179 Vgl. ebenda S. 15; und J. Troitzsch, Brandverhalten von PVC, Dokumentation des PVC Hearing "Gefährden PVC Produkte die Umwelt?", Stellungnahmen verschiedener Sachverständiger anlässlich der Anhörung am 22.10.1986 in Bielefeld, S. 27; Vgl. ebenso die Stellungnahme des Deutschen Kunststoffinstituts in der Anhörung des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, a.a.O.

180 Vgl. VKE, Argumentarium PVC 10/89, S. 15.

henden HCl-Gase mit Kohlenmonoxid ins Verhältnis gesetzt. Der aus PVC-Produkten entstehende Chlorwasserstoff spiele im Verhältnis zu der Menge des beim Brand aus den Umgebungsmaterialien entstehenden Kohlenmonoxid für die Gefährdung des Menschen keine entscheidende Rolle.¹⁸²

PVC-Kritiker verweisen auf neuere Untersuchungen, die gezeigt hätten, daß PVC in vielen Brandfällen und Verschmelzungen die Hauptquelle für die Bildung von Polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen sei.¹⁸³

Der VKE diskutiert die Dioxinbildung bei Bränden jedoch nur im Zusammenhang mit anderen organischen Materialien wie Kohle, Holz, Öl und Zigaretten.¹⁸⁴ Dagegen stellt das Umweltbundesamt in seinem Jahresbericht 1990 fest, daß aufgrund neuer Erkenntnisse diese Darstellungen, die PCDD/PCDF-Bildung im Brandfall unabhängig vom PVC erörtern, nicht mehr zutreffend seien: "Bei PVC-Bränden werden um Größenordnungen höhere PCDD- und PCDF-Mengen als bei Bränden ohne Beteiligung von PVC gefunden."¹⁸⁵ Die Giftigkeit

181 Vgl. Sachverständigenrat "Gesundes Bauen und Wohnen" beim Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, PVC-Produkte im Bauwesen 1989, S. 17.

182 Vgl. ebenda.

183 Vgl. UBA-Jahresbericht 1990, S.112 und S.203; UBA II 2.4-52322-1/24, Zusammenfassung zum Problemfeld PVC und Umwelt, a.a.O., S. 4; W. Plehn, Umweltbundesamt, Umweltbelastungen durch PVC unter besonderer Berücksichtigung von PVC-Verpackungen, Vortrag am 19.02.1990 beim TFH-Symposium "PVC-Verpackungen im Gespräch" in Berlin, S. 4 unter Berufung auf Untersuchungen von W. Christman, et al., Combustion of polyvinylchlorid. An important source for the formation of PCDD/PCDF, Chemosphere 18 (1989). Diesen Aussagen schließen sich H. Kollmann et al., a.a.O., S. 32 unter Berufung auf W. Funcke, et al., Polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) und Dibenzo(p)dioxine (PCDD) in Rückständen und Emissionen eines Brandes in Anwesenheit von PVC-haltigen Materialien, Staub. Reinhaltung der Luft 48 (1988), S. 393 ff., an.

184 Vgl. VKE, Argumentarium PVC 10/89, S. 15.

185 Vgl. UBA-Jahresbericht 1990, S. 112 und S. 203.

der verschiedenen Dioxine wird unterschiedlich eingeschätzt.¹⁸⁶ Insgesamt lassen sich Dioxine aber wohl als hochtoxisch bezeichnen. Das Schädigungspotential umfaßt laut Bundesgesundheitsamt:

- die krebserzeugende und fruchtschädigende Wirkung,
- die Schwächung des Immun- und Nervensystems,
- die Persistenz und deshalb Anreicherungsfähigkeit in Nahrungsmitteln.¹⁸⁷

Des weiteren wird im Zusammenhang mit PVC-Bränden die Freisetzung der im PVC enthaltenen Schwermetalle diskutiert.¹⁸⁸

3.4. Zusammenfassung des Diskussionsstandes über die Risiken von PVC bei der Verwendung und im Brandfall

- Strittig sind die Emissionen aus Weich-PVC-Produkten (insbes. DEHP und VC) und die daraus resultierende Innenraumbelastung.
- Es werden Wissenslücken über den DEHP-Gehalt der Innenraumluft festgestellt.
- Strittig ist der Übergang von Weichmachern aus PVC-Produkten in Lebensmittel.
- Es werden Kenntnislücken bezüglich der Aufnahme des Weichmachers DEHP durch Nahrungsmittel und andere Bedarfsgegenstände (z.B. weichmacherhaltiges PVC-Spielzeug) festgestellt.

¹⁸⁶ Gerade in letzter Zeit ist das Risiko von Dioxinen verstärkt in die Diskussion gelangt. Berichte wie "Das Wissen über die Dioxine ist immer noch mangelhaft", FR v. 24.8.1991, S. 13 und "Dioxin-Gefahr durch Fälschungen und Bestechungen verharmlost", FR v. 11.11.1991, S. 1 machten Schlagzeilen. Sie sind aber auch Ausdruck der Unsicherheit bezogen auf Gesundheits- und Umweltschädigungspotential dieser Stoffe.

¹⁸⁷ Vgl. BGA-Mitteilung vom 6.6.1991, in: Materialsammlung des Dioxin-Hearings im Düsseldorfer Landtag vom 5.12.1991.

¹⁸⁸ Vgl. W. Lohrer, W. Plehn, a.a.O., S. 195.

- Unsicherheiten und Kenntnislücken bestehen in der Einschätzung des Gefährdungspotentials, das von DEHP-haltigen PVC-Medikalprodukten ausgeht. Insbesondere bei den Angaben über die Exposition der Patienten, die eine Bluttransfusion oder eine Dialyse erhalten, mit dem Weichmacher DEHP bestehen noch Unsicherheiten.
- Auch für den Bereich Stabilisatoren sind Fragen offen geblieben. Aus den Aussagen läßt sich nicht eindeutig entnehmen, ob die Stabilisatoren Cadmium und Blei z.B. für den Bereich Lebensmittel und Bedarfsgegenstände noch eingesetzt werden. In Babywindeln ist Cadmium noch nachgewiesen worden.
- Diskutiert wurde ferner der Abrieb von Schwermetallen aus PVC-Teppichen und die Herauslösung von Blei aus PVC-Rohren.
- Kaum diskutiert wird das toxikologische und ökotoxikologische Wirkungspotential der Stabilisatoren Cadmium und Blei im Zusammenhang mit der Verwendung von PVC-Produkten.
- Wenn PVC brennt, entsteht Salzsäure. Dioxine und Furane sind in Brandfällen gemessen worden. Schwermetalle können freigesetzt werden.

4. *Entsorgung von PVC*

4.1. *Allgemeine Informationen zu entsorgungsrelevanten Mengen*

Das Abfallaufkommen aus Kunststoffherzeugnissen ist seit 1960 kontinuierlich angestiegen. 1960 betrug die Abfallmenge aus Kunststoff noch 94.000 t, 1985 betrug sie 1.780.000 t.¹⁸⁹ Über den genauen Anteil der PVC-Mengen liegen unterschiedliche Daten vor.

¹⁸⁹ Vgl. E. Brahms, G. Eder, B. Greiner, Papier - Kunststoff - Verpackungen. Eine Mengen- und Schadstoffbetrachtung, Forschungsbericht 1430368 Umweltbundesamt, Berlin 1989, S. 61.

In der Studie des Kernforschungszentrum Jülich über Stoffströme wird der PVC-Anteil auf 10% der gesamten Kunststoffmenge geschätzt.¹⁹⁰ Jedoch wird dieser Anteil aufgrund der Gebrauchsstruktur von PVC deutlich zunehmen.¹⁹¹ 20% der Gebrauchsgüter aus PVC haben, nach Angaben der KFA-Studie, eine Gebrauchsdauer von unter 1 Jahr, 15% haben eine Gebrauchsdauer von 1-8 Jahren und 65% von über 8 Jahren. Die AGPU spricht davon, daß 64% der PVC-Erzeugnisse eine Nutzungsdauer von 15-100 Jahren, 24% eine Nutzungsdauer von 2-15 Jahren und 12% eine Nutzungsdauer von bis zu 2 Jahren haben.¹⁹² An anderer Stelle fand die Verfasserin weitere Angaben zu entsorgungsrelevanten Mengen. Das Hausmüllaufkommen in der BRD bewegt sich nach Angaben des Sachverständigenrates für Umweltfragen seit 1977 bis 1987 mit geringen Schwankungen um die 30 Mio. Tonnen pro Jahr.¹⁹³ Das Abfallaufkommen aus dem produzierenden Gewerbe beträgt nach dieser Abfallbilanz für 1987 219 Mio. Tonnen.¹⁹⁴ Der PVC-Anteil am Hausmüll wird vom UBA mit 1% angegeben.¹⁹⁵ Die jährlich anfallende PVC-Menge in Siedlungsabfällen bewegt sich laut UBA in einer Größenordnung von 200.000 t/a.¹⁹⁶

¹⁹⁰ Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 33.

¹⁹¹ Vgl. ebenda, S. 33; zu dieser Aussage kommen auch Brahms et al., die ebenfalls ein steigendes PVC-Abfallaufkommen in erster Linie im Bereich des Gewerbemülls prognostizieren, vgl. E. Brahms et al., a.a.O., S. 134; so auch D.O. Reimann, PVC als Abfallprodukt, Müll und Abfall 1988, S. 256 ff. (261).

¹⁹² Vgl. AGPU, Daten und Fakten zu PVC im Gebiet der alten BRD 1991, in: Kunststoffe 81 (1991), S. 987.

¹⁹³ Vgl. Rat der Sachverständigen für Umweltfragen, Abfallwirtschaft, Sondergutachten 1990, BT-Drucks. 11/8493, S. 194.

¹⁹⁴ Vgl. ebenda.

¹⁹⁵ Vgl. W. Plehn, Umweltbelastung durch PVC unter besonderer Berücksichtigung von PVC-Verpackungen, Vortrag vom 19.02.1990 beim TFH-Symposium "PVC-Verpackungen im Gespräch" in Berlin, unveröffentlichtes Manuskript.

Andere Quellen geben eine Gesamtmenge von 111.300 t PVC im Hausmüll an.¹⁹⁷ Das entspricht einem Anteil von 0,79%, bezogen auf das Gesamtmüllaufkommen.¹⁹⁸ 2/3 des PVC wurde über Verpackungen eingetragen, das restliche Drittel über andere Gebrauchsgegenstände.¹⁹⁹ Tötsch/Gaensslen geben für 1987 150.000 t PVC im produzierenden Gewerbe und ca. 85.000 t PVC-Abfälle im Hausmüll an.²⁰⁰ Die AGPU benennt aktuell für 1991 den Anteil von PVC im Abfall mit 0,17 Mio. Tonnen.²⁰¹ Diese Angabe entspricht der von Reimann, der die PVC-Abfallmenge im Hausmüll auf 176.000 t/a schätzt.²⁰²

Angaben über den Verbleib von Schadstoffen aus dieser Müllfraktion findet man bei Tötsch/Gaensslen²⁰³, Brahms et al.²⁰⁴, Reimann²⁰⁵ und Wams²⁰⁶. Knapp 80% des im Hausmüll enthaltenen Chlors rühre eindeutig von PVC her.²⁰⁷ Reimann geht von 90 x 103

196 Vgl. UBA II 2.4.-52 322-1/24, Berlin, Februar 1991, S. 6, unveröffentlicht.

197 Vgl. Brahms et al., a.a.O., S. 132.

198 Vgl. ebenda.

199 Vgl. ebenda.

200 Vgl. W. Tötsch, M. Sordo, Verwertung von PVC-Reststoffen, in: J. Thomé-Kozmiensky (Hrsg.), Recycling von Abfällen 1, Berlin 1989, S. 303.

201 Vgl. AGPU, Daten und Fakten zu PVC im Gebiet der alten BRD 1991, a.a.O., S. 987.

202 Vgl. D.O. Reimann, PVC als Abfallprodukt, a.a.O., S. 260.

203 Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 79.

204 Vgl. Brahms et al., a.a.O., S. 194 ff.

205 Vgl. D.O. Reimann, PVC als Abfallprodukt, a.a.O., S. 260.

206 Vgl. T.J. Wams, a.a.O., S. 3.

207 Vgl. Brahms et al., a.a.O., S. 209.

t/a Chlor aus. Dies entspreche 50% der gesamten Chlorfracht.²⁰⁸ Nach Tötsch/Gaensslen seien 32.000 t Chlor in Müllverbrennungsanlagen eingebracht worden. Davon würden 1.000 t emittiert und 2.500 t in der Schlacke fixiert. Der Rest befinde sich im Rauchgas- und Schlackewaschwasser.²⁰⁹

11 t Cadmium werden nach Tötsch/Gaensslen in Müllverbrennungsanlagen eingebracht.²¹⁰ Der Cadmиеintrag von PVC-Abfällen des Hausmülls beträgt nach Brahms et al. bei Hohlkörpern 0,5 t/a und bei Gebrauchsgegenständen 10,5 t/a, wobei überwiegend Stabilisatoren und Pigmente die Ursache seien.²¹¹ Die Summe aller Cadmiumemissionen in die Luft betrage für die BRD für das Jahr 1986 35 t.²¹²

Tötsch/Gaensslen machen auch Angaben zum Bleieintrag. Der Eintrag von Blei durch PVC in die Müllverbrennungsanlagen belaufe sich auf 241,3 t. PVC verursache über die Müllverbrennung 1,6 t Bleiemissionen über den Kamin. Der größte Teil des Bleis verbleibe in der Schlacke und im Filterstaub.²¹³ Zum Vergleich wird wieder die Gesamtmenge der Bleiemissionen, die an die Luft abgegeben werden, für die BRD im Jahre 1986 angegeben. Diese belaufe sich auf 4.000 t.²¹⁴

Über den Eintrag von DEHP in die Umwelt, der durch PVC-Müll verursacht werde, berichtet Wams. Weltweit würden bis zu 2 Mio. t/a

208 Vgl. D.O. Reimann, PVC als Abfallprodukt, a.a.O., S. 261.

209 Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 78.

210 Vgl. ebenda.

211 Vgl. Brahms et al., a.a.O., S. 204.

212 Vgl. G. Angerer et al., Möglichkeiten und Ausmaß der Minderung luftgängiger Emissionen durch neue Umwelttechnologien, Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Bericht Nr. ISI-B-2-90, Januar 1990, zitiert nach W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 79, Fußn. 23.

213 Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 79.

214 Vgl. ebenda.

durch die Deponierung eingebracht. Über den Eintrag in Müllverbrennungsanlagen lägen keine Angaben dazu vor.²¹⁵

Folgt man nun der oben gemachten Feststellung, daß mit einer deutlichen Zunahme des PVC-Abfallaufkommens zu rechnen ist, so bedeutet dies, daß die Schadstofffrachten von Chlor, Cadmium, Blei und Weichmachern ansteigen werden. Interessant sind in diesem Zusammenhang auch die Ausführungen von Böhm et al., die grobe Schätzungen für die Entlastung von Schadstoffen bei einem Verbot von PVC-Verpackungen abgeben.²¹⁶ Ein Verbot von PVC-Verpackungen hätte sofortige Auswirkungen im Abfallbereich, da Verpackungen in der Regel sehr schnell nicht mehr benötigt werden und in den Müll gelangen. Dadurch würden Auswirkungen des Verbotes in Kürze eintreten.²¹⁷ Auswirkungen hätte ein solches Verbot aber auch auf die bei der Herstellung von PVC auftretenden Emissionen. Entsprechend einem Anteil von 12% an der Gesamt-PVC-Produktion könnten durch ein Verbot von PVC-Verpackungen u.a. 14.000 t/a Elektrolyseabfälle, 5.500 t/a chlorierte Nebenprodukte aus der Vinylchloridsynthese und 1 t Quecksilberemissionen in Wasser, Luft und Deponie vermieden werden.²¹⁸

4.2. Diskussionsstand um Umweltrisiken bei der Deponierung von PVC-Müll (allgemein und zur Exposition)

Die Angaben darüber, in welchen Mengen PVC-Produkte, die Abfall im Sinne des § 1 AbfallG geworden sind, auf der Deponie landen, variieren. Härdtle et al. schätzen den PVC-Abfall, der pro Jahr depo-

²¹⁵ Vgl. T.J. Wams, a.a.O., S. 3.

²¹⁶ Vgl. M. Böhm et al., Müllvermeidung, Müllverwertung, Karlsruhe 1992, S. 109, 110.

²¹⁷ Vgl. ebenda, S. 109.

²¹⁸ Vgl. ebenda, S. 110.

niert wird, auf 110.000 t.²¹⁹ Die AGPU spricht allgemein davon, daß heute noch etwa 2/3 des Hausmülls und hausmüllähnlichen Abfalls deponiert werden.²²⁰ Das UBA geht davon aus, daß etwa 2/3 des PVC-Abfallanteils auf Deponien verbleiben.²²¹ Diese Aussage entspricht in etwa der des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, der den PVC-Anteil auf Abfalldeponien mit ca. 70% angibt.²²² Die Studie der KFA Jülich kommt zu der Aussage, daß 73% aller Kunststoffe deponiert werden.²²³ Der von PVC-Artikeln verbrauchte Deponievolumenanteil beträgt nach Aussage des VKE ca. 1-2%.²²⁴

Ob Risiken für Mensch und Umwelt durch PVC-Abfälle, die deponiert werden, bestehen, hängt insbesondere davon ab, in welchem Maße Mensch und Umwelt schädlichen Stoffen ausgesetzt sind. Zur Exposition werden unterschiedliche Einschätzungen abgegeben.

Allgemeine Meinung dazu ist, daß das Polymergerüst von PVC sehr stabil ist und damit nicht oder nur sehr langfristig abgebaut wird. Jedoch wird der Abbau der in PVC enthaltenen Additive auf der Deponie diskutiert (wobei hier zwischen Hart- und Weich-PVC-Erzeugnissen unterschieden wird).

219 Vgl. G. Härdtle, K. Marek et al., Recycling von Kunststoffabfällen, Grundlagen - Technik - Wirtschaftlichkeit, Beiheft zu Müll und Abfall, 2. neubearb. Aufl., Berlin 1991, S. 20.

220 Vgl. AGPU, PVC, Argumente der Vernunft, S. 15.

221 Vgl. UBA II 2.4.-5.2 322-1/24, Zusammenfassung zum Problemfeld PVC und Umwelt, Berlin 01.02.91, S. 6, unveröffentlicht.

222 Vgl. Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, PVC-Produkte im Bauwesen, a.a.O., S. 21.

223 Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 34.

224 Vgl. Verband der Kunststoffherzeugenden Industrie, Argumentarium PVC, 10/89, S. 20.

Eine zusammenfassende Vorababschätzung hierzu würde lauten: Unklarheiten bei der Expositionsabschätzung bestehen allemal. Folgende Aussagen belegen dies:

Auf die allgemeine Frage, ob PVC deponiert werden kann, antwortet der Verband der Kunststoffherzeugenden Industrie 1988 mit einem klaren "Ja". Zur Begründung führt der Verband an, daß PVC-Teile nicht verrotteten und daher bei der Deponierung keine Beeinträchtigung oder gar eine Gefährdung des Grundwassers darstellen würden.²²⁵ Ebenso argumentiert die AGPU. PVC zersetze sich praktisch nicht, umweltgefährdende Inhaltsstoffe würden nicht freigesetzt und Gase nicht emittiert.²²⁶ 1989 ist die Einschätzung des VKE etwas differenzierter.²²⁷ Nun räumt der Verband ein, daß aus PVC-Artikeln blei- und cadmiumhaltige Verbindungen in geringen Spuren aus der PVC-Matrix herausgelöst werden könnten. Diese würden jedoch rasch in wasserlösliche Substanzen, insbes. Cadmium- und Bleisulfide umgewandelt. Deponiesickerwasser enthielten deswegen außer Eisen und Zink nur äußerst geringe Anteile an Schwermetallen. Ein Zusammenhang der Schwermetallbelastung von Sickerwässern aus Hausmülldeponien mit PVC und darin eingesetzten Cadmium- und Bleiadditiven sei bislang nicht nachgewiesen worden und aufgrund zahlreicher Untersuchungen auch nicht zu erwarten.²²⁸ Weichmacher im PVC würden mitdeponiert werden. Zwar ließen sich diese in Einzelfällen im Deponiesickerwasser nachweisen, doch würden diese biologisch abgebaut.²²⁹ Auch Vinylchlorid trete in Spurenbereichen im Sickerwasser auf und sei auch im Deponiegas anzutreffen. Jedoch könne nach

225 Vgl. VKE, PVC in der Diskussion, Argumente 2, 6/88; so auch das Deutsche Kunststoffinstitut in seiner Stellungnahme im Ausschuß für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, a.a.O.

226 Vgl. AGPU, PVC, Argumente der Vernunft, S. 15; so auch D.O. Reimann, PVC als Abfallprodukt, a.a.O., S. 266.

227 Vgl. VKE, Argumentarium PVC, 10/89, S. 10.

228 Vgl. ebenda, S. 20.

229 Vgl. ebenda.

heutigem Kenntnisstand dieses VC nicht aus früher deponiertem PVC entstanden sein. Dies sei vielmehr auf Abbauprozesse von chlorierten Lösemitteln, z.B. Perchlorethylen, zurückzuführen.²³⁰ Die gleichen Argumente werden seitens eines Mitarbeiters der Hüls AG vorgetragen.²³¹ PVC-Abfälle machten keine Schwierigkeiten bei der Deponierung. Sie würden nicht abgebaut, Inhaltsstoffe seien fest eingebunden, Weichmacher könnten allenfalls in sehr geringen Mengen herausgelöst werden. Sie würden unter anaeroben Bedingungen der Sickerwässer schnell abgebaut.²³²

Die Argumentation der Bundesregierung geht in dieselbe Richtung. In der Anfrage des Abgeordneten Baum (FDP) bezüglich der Umwelt- und Gesundheitsprobleme, die von PVC bei der Produktion, Verwendung und Entsorgung ausgehen, trug der Parlamentarische Staatssekretär Grüner am 23. April 1987 vor, daß PVC in der Deponie nach heutigem Kenntnisstand zu keiner signifikanten Belastung des Sickerwassers führe. Deshalb sei die Deponierung von PVC relativ unbedenklich.²³³

Das Sachverständigengremium "Gesundes Bauen und Wohnen" beim Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau stellt fest, daß in der PVC-Herstellung Cadmium-Stabilisatoren nur für langlebige, witterungsbeständige Produkte wie Fensterprofile verwendet werden, die dann später mit deponiert werden müßten. Für die Deponie gelte jedoch, daß das Polymergerüst des PVC nicht abbaubar sei. Es gebe keine wissenschaftlich begründeten Aussagen darüber, ob Cadmium unter Deponiebedingungen freigesetzt würde und in das Sickerwasser gelangen könnte.²³⁴

230 Vgl. ebenda.

231 Vgl. G. Binder, Die Verwendung von PVC im Jahre 2000, a.a.O., S. 253.

232 Vgl. ebenda.

233 Vgl. BT-Drucks. 11/208.

234 Vgl. Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Sachverständigengremium "Gesundes Bauen und Wohnen" a.a.O., S. 21.

Der Rat der Sachverständigen für Umweltfragen stellt allerdings in seinem Sondergutachten "Abfallwirtschaft" fest, daß aus Weich-PVC auf Deponien langfristig Additive, unter anderem Weichmacher und Schwermetallstabilisatoren herausgelöst und dadurch Verunreinigungen des Sickerwassers verursacht werden könnten.²³⁵ Eine detaillierte Beschreibung zur Frage der Umweltrelevanz der PVC-Deponierung wird von zwei Mitarbeitern des Umweltbundesamtes der BRD abgegeben.²³⁶ Die Polymergerüste vieler Kunststoffe gelten unter den ungesteuerten anaeroben Bedingungen der Deponie als schwer abbaubar. Langfristig seien aber an vielen Kunststoffen Abbauprozesse feststellbar.²³⁷ Mikrobiell abbaubar sei dagegen eine große Anzahl von Additiven.²³⁸ So würden Weichmacher, Füllstoffe, Emulgatoren, Stabilisatoren und andere in Weich-PVC enthaltene Additive abgebaut bzw. aus dem Weich-PVC herausgelöst. Dies könne zur Belastung der Sickerwässer mit organischen Stoffen führen. Auch im schwermetallstabilisierten Weich-PVC unterlägen die Additive Abbauprozessen, so daß die Sickerwässer hier zusätzlich mit Schwermetallen belastet würden.²³⁹ Bei schwermetallhaltigem Hart-PVC sei nur mit einer sehr langfristigen Freisetzung der Schwermetalle zu rechnen.²⁴⁰ Das Umweltbundesamt stellt in seinem Jahresbericht 1988 ebenfalls fest, daß Additive, auch Schwermetallstabilisatoren, auf Deponien langfristig

²³⁵ Vgl. Rat der Sachverständigen für Umweltfragen, Abfallwirtschaft, a.a.O., S. 225.

²³⁶ Vgl. W. Lohrer, W. Plehn, a.a.O., S. 190 ff. (193).

²³⁷ Die Autoren berufen sich auf eine Untersuchung von K.H. Wallhäuser, Die Beseitigung von Kunststoffen in der geordneten Deponie, Vortrag beim 21. Mülltechnischen Kolloquium am 15.10.1971 in Stuttgart, Kurzberichte des Instituts für Siedlungswasserbau und Wassergüte, vgl. W. Lohrer, W. Plehn, a.a.O., S. 193, Fußn. 33.

²³⁸ Vgl. ebenda.

²³⁹ Vgl. ebenda; so auch Umweltbundesamt II 2.4.-52322-1/24 und W. Plehn, Umweltbelastung durch PVC unter besonderer Berücksichtigung von PVC-Verpackungen.

²⁴⁰ Vgl. ebenda.

aus Weich-PVC herausgelöst werden und Sickerwasserbelastungen hervorrufen könnten.²⁴¹ Die Einschätzung des Umweltbundesamtes in Österreich ist mit der des UBA (BRD) und dessen Co-Autoren identisch.²⁴²

Auch verschiedene Institute haben sich zur Frage der Umweltrelevanz der PVC-Deponierung geäußert:

Das Öko-Institut Freiburg kommt zu der Einschätzung, daß die Ursache für die hohe Phthalatbelastung im Sicker- und Grundwasser sowie im Boden sicherlich das Weich-PVC sei.²⁴³ Darüber hinaus sei im Deponiegas einiger Mülldeponien unter zahlreichen anderen organischen Schadstoffen auch Vinylchlorid gemessen worden. Als eine von 4 möglichen Ursachen für dieses Auftreten von VC gibt das Öko-Institut auch die Zersetzung von PVC-Produkten an.²⁴⁴

In der Wartig-Studie wird wiederholt, was bereits vom UBA festgestellt wurde.²⁴⁵ Kritisch äußert sich auch das KFA-Forschungszentrum Jülich.²⁴⁶ Dem Abbau der Polymerketten in Deponien mißt das Zentrum nur eine untergeordnete Bedeutung zu. Eine Depolymerisation, d.h. eine Rückführung des PVC in seine monomere Ausgangssubstanz Vinylchlorid, unter Deponiebedingungen schließt die Studie aus. Bedeutsamer sei hingegen die Herauslösung eingelagerter Additive durch die Einwirkung von Inhaltsstoffen des Deponiesickerwassers. Aufgrund chemischer Umstände in einer Deponie könne die Herauslösung von Additiven nicht pauschal beurteilt werden. Dazu durchgeführte Untersuchungen ließen aber die Feststellung zu, daß:

²⁴¹ Vgl. Jahresbericht des Umweltbundesamtes 1988, S. 67.

²⁴² Vgl. Umweltbundesamt, Zusammenfassende Stellungnahme, UBA-Studie, S. 14.

²⁴³ Vgl. A. Borgmann, a.a.O., S. 76.

²⁴⁴ Vgl. ebenda.

²⁴⁵ Vgl. B. Schieffer, K. Vogt, a.a.O., S. 20.

²⁴⁶ Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 43-45.

1. während der ersten 4-5 Jahre einer Betriebsdeponie mit erhöhten Auswaschungsraten von Barium/Cadmium-Stabilisatoren zu rechnen sei;²⁴⁷
2. in einer Deponie durch die Einwirkung verschiedenster Sickerwässer in allen Betriebsphasen Weichmacherausspülungen erfolgten;²⁴⁸
3. PVC-Weich-Produkte für die betrachteten Versuchszeiträume von maximal einigen wenigen Jahren in viel größerem Maße von Additivauswaschungen betroffen seien als PVC-Hart-Produkte. Deshalb gehe von Weich-PVC eine höhere Umweltgefährdung aus als von Hart-PVC.²⁴⁹

Kernaussage der KFA-Studie ist aber, daß das Langzeitverhalten von PVC in Deponien und Deponieinhaltsstoffen heute überhaupt erst ansatzweise beurteilt werden könne.²⁵⁰ Ebenso vorsichtig argumentiert das Ökologie-Institut Wien. Allgemein stellt das Institut fest, daß es über die Prozesse in Hausmülldeponien wenig wirklich aussagekräftige Untersuchungen bezüglich der Reaktionsmechanismen gebe.²⁵¹ Der Feststellung, daß die meisten Kunststoffe in der Deponie nur schwer abbaubar seien, stimmt das Institut nur bedingt zu. Lang-

²⁴⁷ Vgl. ebenda, S. 44; die Studie verweist auf B. Ränby, S. Andertson, Effects on Growing Crops of Plastics Stabilized or Pigmented with Cadmium Compounds. Preliminary Results of Pot Experiment with Spring Wheat, Ambiot 1978, S. 172-175.

²⁴⁸ Vgl. ebenda, S. 44; die Studie verweist hierzu auf Z. Wolkober et al., Mikrobiologische Stabilität von Weichmachern. Natürliche und künstliche Alterung von Kunststoffe. Kunststoffe Forschungsberichte 3, München/Wien 1976, S. 45-56.

²⁴⁹ Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 44.

²⁵⁰ Vgl. ebenda, S. 43.

²⁵¹ Vgl. Ökologie-Institut Österreich, a.a.O., S. 57.

fristig seien auch bei allen Kunststoffen Abbauprozesse feststellbar.²⁵² Daß ein mikrobieller Abbau der Additive aus PVC auf der Deponie stattfindet, wird vom Ökologie-Institut auch vorgetragen. Diese könnten vor allem aus Weich-PVC herausgelöst werden und somit zu einer Belastung der Sickerwässer führen.²⁵³ Bei schwermetallhaltigem Hart-PVC sei mit einer eher langfristigen Freisetzung der Schwermetalle zu rechnen.²⁵⁴

Das Österreichische Kunststoffinstitut trägt zur Migration von Cadmium und Weichmachern aus PVC dagegen vor, daß cadmiumhaltige Kunststoffe auf Mülldeponien nur einen minimalen Beitrag zum Cadmiumgehalt des Sickerwassers lieferten. Auch die Sorge, daß Weichmacher auf der Deponie in großen Mengen ausgewaschen würden, sei unbegründet, da der Weichmacheranteil im PVC fixiert sei und nur aus den Oberflächenschichten austreten könnte.²⁵⁵

4.3. *Diskussionsstand um die Müllverbrennung*

Etwa 48.000 t PVC werden jährlich verbrannt.²⁵⁶

Faßt man die Ausführungen, die speziell zum Verhalten von PVC in Müllverbrennungsanlagen (MVA) gemacht werden, zusammen, so kann man 3 Hauptaspekte benennen. Diskutiert werden:

1. der Eintrag von Schwermetallen in MVA,
2. die HCl-Emissionen und Reststoffe aus MVA,
3. die Entstehung von Polychlorierten Dioxinen und Furanen.

²⁵² Vgl. ebenda, S. 57; das Institut verweist auf eine Untersuchung von I. Imhof, F. Iskra, Untersuchungen an einem verwitterten PVC-Profil, Kunststoffe 69, (1979), S. 793-795.

²⁵³ Vgl. Ökologie-Institut, a.a.O., S. 58.

²⁵⁴ Vgl. ebenda.

²⁵⁵ Vgl. Österreichisches Kunststoffinstitut, a.a.O., S. 81.

²⁵⁶ Vgl. G. Härdtle et al., a.a.O., S. 20.

4.3.1. Eintrag von Schwermetallen in MVA

Daß PVC am Eintrag von Schwermetallen wie Cadmium und Blei in Müllverbrennungsanlagen beteiligt ist, wird durch die Angaben von Tötsch/Gaensslen belegt. Danach verbleiben aus PVC-Produkten bei der Verbrennung in MVA 11,1 t Cadmium und 241,3 t Blei. Der größte Anteil dieser Schwermetalle verbleibt im Filterstaub und in der Schlacke.²⁵⁷ Der Anteil des Cadmumeintrages in MVA aus PVC wird auf ca. 20-50% geschätzt.²⁵⁸ Jedoch könnten in Zukunft PVC-Produkte aufgrund ihrer langen Lebensdauer stärker am Cadmumeintrag beteiligt sein.²⁵⁹ Vor der Veröffentlichung der Zahlen bei Tötsch/Gaensslen vertraten der Verband der Kunststoffherstellenden Industrie und das Sachverständigengremium "Gesundes Bauen und Wohnen" beim Bundesminister für Raumordnung und Städtebau gemeinsam, daß der Cadmumeintrag durch PVC gering sei, da cadmi-umstabilisierte Produkte, wie z.B. Fensterprofile, nicht in MVA gelangen würden.²⁶⁰ Ferner seien die Schlacken, die in MVA anfielen, überwiegend im Straßenbau einsetzbar.²⁶¹ Bei Tötsch/Gaensslen wird aber festgestellt, daß Cadmium größtenteils im Filterstaub der MVA abgelagert wird. Dieser schwermetallhaltige Filterstaub müßte nach Aussage des Umweltbundesamtes und anderen Stellungnahmen auf Sondermülldeponien entsorgt werden.²⁶² Eine Belastung des Sicker-

²⁵⁷ Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 78.

²⁵⁸ Vgl. W. Lohrer, W. Plehn, a.a.O., S. 194, dort wird der Cadmium-Anteil auf 50% geschätzt; vgl. auch UBA II 2.4.-52322-1/24, S. 8, hier geht man von 20-30% aus.

²⁵⁹ Vgl. W. Lohrer, W. Plehn, a.a.O., S. 194.

²⁶⁰ Vgl. Sachverständigengremium "Gesundes Bauen und Wohnen", PVC Produkte im Bauwesen, a.a.O., S. 21; VKE, Argumentarium PVC 10/89, S. 18.

²⁶¹ Vgl. ebenda, S. 18.

²⁶² Vgl. UBA II 2.4.-52322-1/24, S. 8; UBA Österreich, Studie über Umweltprobleme durch PVC, a.a.O., zusammenfassende Stellungnahme, S. 18; so

wassers sei dadurch gegeben. Bedenken gegen den vom VKE empfohlenen Einsatz der Schlacken im Straßenbau werden in der KFA-Studie geäußert. Langzeitversuche hätten nämlich gezeigt, daß langfristig eine Mobilisierung der Schwermetalle in Schlacken stattfindet.²⁶³

4.3.2. HCl-Emissionen und Reststoffe aus MVA

Im Zusammenhang mit dem Chlor, das aus PVC in MVA eingetragen wird, stehen die Umweltprobleme und die Kosten, die verursacht werden.

4.3.2.1. Umweltprobleme

PVC ist eine Chlorquelle in MVA und trägt dort zur Chlorwasserstoffbildung bei. Über den Anteil, den PVC am Chloreintrag und an der HCl-Bildung in MVA hat, werden (wie unter 4.1. bereits dargestellt) unterschiedliche Angaben gemacht. Zieht man alle Aussagen zusammen, so ergibt dies, daß der PVC-Anteil zwischen 45 und 75% liegen könnte.

Der VKE meint, daß PVC höchstens bis zu 45% des Chlors in den Verbrennungsmüll eintrage.²⁶⁴ Dagegen liegen in anderen Stellungnahmen hierzu die Schätzungen für den PVC-Anteil am gesamten Chloreintrag um 50-70% und für die HCl-Bildung ebenfalls um 50%.²⁶⁵

auch Ökologie-Institut Österreich, UBA-Studie, S. 64; B. Schieffer, K. Vogt, a.a.O., S. 38; H. Kollmann et al., a.a.O., S. 38.

²⁶³ Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 38.

²⁶⁴ Vgl. VKE, HCl-Emissionen aus der Müllverbrennung und PVC, 1986, S. 10.

²⁶⁵ Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 37; B. Schieffer, K. Vogt, a.a.O., S. 20; W. Lohrer, W. Plehn, a.a.O., S. 195; UBA-Jahresbericht 1992, S. 257

Umweltprobleme werden im Zusammenhang mit der Entstehung von Chlorwasserstoff (HCl) diskutiert. HCl reagiert mit SO_2 und NO_x zu Salzsäure.²⁶⁶ Chlorwasserstoff wird aus MVA in die Luft emittiert. Um die Grenzwerte der TA Luft für HCl einhalten zu können, ist eine Rauchgasreinigung erforderlich.²⁶⁷ Bei trockenem Reinigungsverfahren entstehen Rückstände, die nicht verwertbar sind und bei der Ablagerung auf Deponien zur Belastung der Sickerwasser mit Chloriden führen; bei nassem Reinigungsverfahren fällt Waschwasser an, das mit gelösten Schadgasen und Staub verunreinigt ist.²⁶⁸ Der in der Abwasserreinigung zurückbleibende Neutralisationsschlamm muß wie der Filterstaub deponiert werden.²⁶⁹ Die Chlorfracht wird nach der Abwasserbehandlung über die Kläranlage dem Vorfluter zugeleitet. Dadurch bestehe eine erhöhte Chlorbelastung in einigen Flüssen der BRD.²⁷⁰ Die Reinigungsrückstände sind nicht unerheblich, denn aus dem Chlorgehalt einer Tonne PVC entstehen bei der Neutralisation der Salzsäure aus dem Abgas ungefähr 0,9 Tonnen leicht wasserlösliche Salze (NaCl und CaCl).²⁷¹ Diesen Argumenten über die umweltbelastenden Rückstände aus der PVC-Verbrennung hat die Industrie wenig entgegenzusetzen. Die Feststellung des VKE, daß von den HCl-Mengen aus MVA keine nachteilige Wirkung auf die Umwelt zu befürchten sei, wird lediglich mit den einzuhaltenden Grenzwerten der TA Luft begründet.²⁷² Diese haben aber keinen Einfluß auf die umweltbelastenden Rückstände aus der Rauchgasreinigung. Ferner wird

266 Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 37.

267 Vgl. ebenda.

268 Vgl. W. Lohrer, W. Plehn, a.a.O., S. 195.

269 Vgl. ebenda.

270 Vgl. ebenda.

271 Vgl. UBA II 2.4.-52322-1/24, Zusammenfassung zum Problemfeld PVC und Umwelt, S. 8.

272 Vgl. VKE, HCl-Emissionen aus der Müllverbrennung und PVC, S. 17.

von der PVC-Industrie ein Chlorkreislauf angestrebt, der diese Rückstände wieder der industriellen Verwertung zurückführen soll.²⁷³

4.3.2.2. Zusätzliche Kosten bei der Verbrennung des PVC-Mülls

Uneinigkeit besteht über die Kosten, die PVC in der Müllverbrennung erzeugt. Der Streit entzündet sich an dem technischen Mehraufwand in der Verbrennungsanlage und an den Deponieaufwendungen.

Die PVC-Industrie bestreitet die Argumentation, die beispielsweise vom Umweltbundesamt vertreten wird,²⁷⁴ daß in Abfallverbrennungsanlagen ein *erhöhter* technischer Aufwand für die bei der Verbrennung zusätzlich entstehenden luftverunreinigenden Stoffe wie HCl erforderlich sei, der Mehrkosten verursachen würde. Die MVA müßten, gemäß der VKE-Position, auch ohne den Eintrag von PVC zur Erfüllung der in der TA Luft für HCl geforderten Grenzwerte eine Rauchgasreinigung vorsehen.²⁷⁵ Mit der Rauchgasreinigung werden auch andere Stoffe abgetrennt. Dem HCl-Gas seien maximal 2/3 der Rauchgaskosten anzulasten. Daraus ergebe sich dann ein PVC-Kostenanteil von 1/3 der Abgasreinigungskosten.²⁷⁶

Detaillierte Angaben zu den Mehrkosten, die PVC in der Müllverbrennung verursacht, macht Reimann.²⁷⁷ Tenor der Untersuchung ist, daß durch die PVC-Verbrennung in MVA bei der Abwasserbehand-

²⁷³ Das wird in Kap. II.5. noch näher ausgeführt werden.

²⁷⁴ Vgl. UBA II 2.4.-52322-1/24, Zusammenfassung zum Problemfeld PVC, S. 7.

²⁷⁵ Vgl. Argumentarium PVC 10/89, S. 18; VKE, HCl-Emissionen aus der Müllverbrennung und PVC, S. 17; VKE, Argumente 2, PVC in der Diskussion 6/88.

²⁷⁶ Vgl. VKE, HCl-Emissionen aus der Müllverbrennung und PVC, 1986, S. 27.

²⁷⁷ Vgl. D.O. Reimann, PVC zuordnenbare, rauchgasseitige Mehrkosten bei der Restabfallverbrennung, Müll und Abfall 1991, S. 1 ff. (6,7).

lung, bei der HCl-Rückhaltung durch Rauchgasreinigung und die Chloridfrachten, die in Untertagedeponien verbracht werden müssen, Mehrkosten entstehen. Diese Mehrkosten, die Reimann für unterschiedliche Reinigungsverfahren beziffert, ließen sich reduzieren, wenn die bei der Verbrennung entstehende Salzsäure wieder einer Kreislaufwirtschaft zugeführt würde.²⁷⁸

Daß die Endlagerung der PVC-Rückstände, die bei der Verbrennung erzeugt werden, Kosten verursacht, ist unbestritten. Bei der Verbrennung und anschließenden Neutralisation entstehen aus dem Chlor-Gehalt einer Tonne PVC 880 kg CaCl_2 oder 940 kg NaCl , die rund 500,- DM Entsorgungskosten verursachen.²⁷⁹

4.3.3. Entstehung von Dioxinen und Furanen

Müllverbrennungsanlagen gelten heute als bekannte Dioxin-Emitenten.²⁸⁰ PVC ist im Zusammenhang mit der Verbrennung in Müllverbrennungsanlagen auch in den Verdacht geraten, eine Quelle für Dioxine und Furane zu sein.

Dioxin ist ein Sammelbegriff für eine Gruppe chemisch verwandter Substanzen.²⁸¹ Der bekannteste Stoff ist das 2,3,7,8-TCDD, das sogenannte Seveso-Dioxin, das bei einigen chemischen Prozessen und im Abgas einiger thermischer Prozesse anfällt.²⁸² Polychlorierte Dioxine (PCDD) und Furane (PCDF) werden in Müllverbrennungsanlagen als

²⁷⁸ Vgl. ebenda, S. 7.

²⁷⁹ Vgl. G. Härdtle, a.a.O., S. 21.

²⁸⁰ Vgl. statt vieler, Dioxin- und Furan-Belastung der Luft in Hamburg, Sachstandsbericht 1990/91, Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft, Bürgerschaftsdrucks. 13/7890 vom 19.3.1991, S. 6.

²⁸¹ Vgl. W. Lohrer, W. Plehn, a.a.O., S. 194; BGA-Mitteilung vom 6.6.1991, in: Materialsammlung Dioxin-Hearing im Düsseldorfer Landtag vom 5.2.1991.

²⁸² Vgl. W. Lohrer, W. Plehn, a.a.O., S. 194.

Folge unvollkommener Verbrennungsvorgänge in Gegenwart von organisch oder anorganisch gebundenem Chlor gebildet.²⁸³ Zum Schädigungspotential von Dioxinen kann auf Kapitel 3.3. verwiesen werden.

Daß PVC an der Entstehung von PCDD und PCDF in Müllverbrennungsanlagen beteiligt ist, wird auch seitens der PVC-Industrie nicht mehr generell bestritten.²⁸⁴ Jedoch verschleierte die Industrie dies in ihren Aussagen, unter Heranziehung von Untersuchungen, geschickt. In der VKE-Informationsschrift wird u.a. dazu festgestellt, daß Untersuchungen über die Ursache der Dioxin/Furan-Emission an Müllverbrennungsanlagen ergeben hätten, daß bereits geringe Chloridkonzentrationen aus Altpapier Dioxin- und Furanrohgas-Konzentrationen erzeugten, daß aber die gezielte PVC-Zugabe diese Konzentrationen nicht *erhöhten*.²⁸⁵

Damit wird aber nicht gesagt, daß PVC in Müllverbrennungsanlagen keine Dioxin- und Furanquelle darstellt. Als wissenschaftlich gefestigt gilt wohl (vereinfacht ausgedrückt) die Aussage, daß chlorhaltiger Müll, z.B. auch chlorhaltiges Papier oder Vegetabilien, bei der Verbrennung eine Quelle für die Dioxin- und Furanbildung in MVA darstellt.²⁸⁶ Eine große Chlorquelle im Hausmüll ist aber PVC. Unsicherheiten bestehen also noch darüber, ob durch PVC im Müll eine *Erhöhung* des Dioxingehaltes in MVA stattfindet. Dazu liegen verschiedene Untersuchungen vor, die zu unterschiedlichen Ergebnissen gelangen. Auf der einen Seite wird festgestellt, daß keine Erhöhung des Dioxingehaltes bei gezielter Zugabe von PVC zum Verbrennungsmüll stattfindet.²⁸⁷ Auf der anderen Seite kommt man zu dem

283 Vgl. ebenda.

284 Vgl. VKE, Argumentarium PVC, 10/89, S. 19.

285 Vgl. ebenda.

286 Vgl. A. Eberhardt, H. Friege, E. Schuhmacher, PVC in der Müllverbrennung, in: Müll und Abfall 1986, S. 378 unter Berufung auf: Umweltbundesamt, Sachstand Dioxine, Berlin 1984.

287 Vgl. J.E. Martin, M. Zahlten, Betriebs- und Inputvariationsversuche an einer Müllverbrennungsanlage, Ergebnisse und Ausblick, Abfallwirt-

Ergebnis, daß es bei alleiniger PVC-Zugabe zu einer gesteigerten Dioxinbildung, im Vergleich zu Vegetabilien, komme.²⁸⁸ Diese unterschiedlichen Ergebnisse erklärt die KFA-Studie damit, daß der Dioxinbildungsprozeß bereits durch das schon ohne PVC eingebrachte Chlor gesättigt sei oder daß analytische Unsicherheiten im Ultraspu-
renbereich bestünden.²⁸⁹

4.4. *Zusammenfassung des Diskussionstandes über die Risiken bei der Deponierung und Müllverbrennung*

4.4.1. Deponierung

- PVC selbst wird wegen seines stabilen Polymergerüsts, wenn überhaupt, nur sehr langfristig abgebaut.
- Ob Additive aus PVC-Abfällen auf der Deponie herausgelöst werden, ist strittig. Weichmacher sind schon im Deponiesickerwasser nachgewiesen worden. Ebenso wird die Belastung des Deponiesickerwassers mit Schwermetallen mit der Herauslösung dieser Schwermetalle aus PVC-Abfällen in Verbindung gebracht. Die gemessenen Werte im Deponiesickerwasser und deren Zuordnung zu PVC-Abfällen sind mit Unsicherheiten behaftet.
- Es wird auch auf große Kenntnislücken über das Langzeitverhalten von PVC auf der Deponie hingewiesen.

schaftsjournal 5/89; F.W. Karsek et al., GC-MS Study on the Formation of PCDD/PCDF from PVC in a Municipal Incinerator, J. Chromat 270 (1983), 227-234, zitiert bei: A. Eberhardt et al., a.a.O., S. 378.

288 Vgl. A. Liberti, D. Brocco, Formation of PCDD and PCDF Incinerators Emissions, in: O. Hutzinger et al (eds.), Chlorinated Dioxins and Related Compounds, Impact on the Environment, Oxford, New York, 1982; A. Liberti, et al., Formation of PCDD and PCDF in Urban Wastes Incinerators, Gazz.Chim. Ital. 113 (1983), 641-644.

289 Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 38.

4.4.2. Müllverbrennung

- PVC ist am Eintrag von Schwermetallen in die Müllverbrennung beteiligt.
- Schwermetalle verbleiben im Filterstaub und in der Schlacke. Dieser Filterstaub muß auf Sondermülldeponien entsorgt werden und kann das Sickerwasser belasten.
- PVC ist eine Chlorquelle in MVA und trägt zur Chlorwasserstoffbildung bei. Streitig ist der HCl-Anteil, der PVC zugerechnet werden kann.
- Bei der Verbrennung von PVC wird HCl in die Luft emittiert.
- Bei trockenem und nassem Reinigungsverfahren entstehen verschiedene Rückstände, die zur Belastung des Deponiesickerwassers und des Abwassers führen. Da das behandelte Abwasser wieder in die Flüsse gelangt, wird die erhöhte Chlorbelastung einiger Flüsse in der BRD der PVC-Verbrennung in MVA zugerechnet.
- Daß PVC Mehrkosten bei der Entsorgung (technischer Aufwand bei der Verbrennung, Deponierung der Verbrennungsrückstände) erzeugt, ist unbestritten. Strittig ist noch die zurechenbare Höhe des technischen Aufwandes, obwohl durch die Untersuchung von Reimann mehr Klarheit geschaffen wurde.
- Chlorhaltiger Müll ist in der Verbrennung eine Quelle zur Dioxin- und Furanbelastung. Eine Chlorquelle im Hausmüll ist PVC. Strittig ist noch, ob durch die PVC-Verbrennung in MVA eine Erhöhung des Dioxingehaltes stattfindet.

5. *Recycling — eine Lösung der Entsorgungsfrage?*

Recycling von Kunststoffen, hier PVC, wird von der Industrieseite zunehmend ins Gespräch gebracht. Wiederum läßt sich eine Kontro-

verse zwischen Industrie, den Umweltverbänden, UBA und wissenschaftlichem Sachverstand nachzeichnen. Es werden die verschiedenen Recyclingverfahren, deren Umweltverträglichkeit und die derzeitige Durchführbarkeit aber auch die Wirtschaftlichkeit und der allgemeine Umweltaspekt des Recyclings in bezug auf eine echte Kreislaufwirtschaft diskutiert.

5.1. Derzeitige Umsetzung des Recyclings von PVC

Wegen der eben dargestellten Risiken und Störfaktoren bei der Abfallbeseitigung wird PVC von den Städten und Kommunen, die hauptsächlich die Entsorgungslast tragen, und den Umweltverbänden kritisiert. Dieser Kritik versucht die PVC-Industrie zunehmend mit dem Recyclingargument entgegenzutreten. Verschiedene Unternehmen und Verbände der kunststofferzeugenden und kunststoffverarbeitenden Industrie sind bestrebt, Recyclingmaßnahmen aufzubauen.²⁹⁰

Von der Industrie werden Recyclingverfahren für unterschiedliche Anwendungsbereiche vorgestellt. Unklar ist jedoch, wie viele von diesen Recyclingverfahren tatsächlich schon im Einsatz sind. In ihrer Schriftenreihe "PVC und Umwelt" gibt die AGPU 5 verschiedene Recyclinganlagen für die Verwertung von gemischten Kunststoffen an.²⁹¹ Auch Tötsch/Gaensslen führen eine Liste der Recyclingbetriebe an.²⁹² Der Umweltverband Aktionskonferenz Nordsee führte dazu eine Befragung aller dort aufgeführten Betriebe durch, um genaue Informationen über deren Recyclingtätigkeiten in bezug auf PVC zu erhalten. Von 100 angeschriebenen Unternehmen haben nur 20 geantwortet. Hiervon führten 7 kein PVC-Recycling durch. Für Hart-PVC-Abfälle aus der Produktion ergab die Umfrage, daß 18.640 t/a recyc-

²⁹⁰ Die Gründung der Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt ist ein Beispiel dafür.

²⁹¹ Vgl. AGPU, PVC-Recycling in der Praxis, a.a.O., S. 17.

²⁹² Vgl. W. Tötsch, H. Gaensslen, a.a.O., S. 83 ff.

liert werden. Für Hart-PVC-Abfälle wurden 11.405 t/a ermittelt. Für Weich-PVC aus der Produktion ergab die Umfrage 2.250 t/a und für Weich-PVC-Abfälle wurden 95 t/a ermittelt. In der Regel wurde nur sortenreines PVC recycelt. Zur Erstellung der Greenpeace-Studie wurden 114 Firmen, die Tötsch/Gaensslen als PVC-Verwerter angeben, angeschrieben. Neben der Art der verwerteten Kunststoffe wurde insbesondere nach Herkunft, Qualität der Abfälle und den Mengen, sowie den Käufern des Sekundärmaterials gefragt. Das Ergebnis dieser Umfrage war, daß von 31 Firmen, die das Schreiben beantworteten, 4 gar kein PVC mehr verwendeten, weil es unwirtschaftlich sei. 10 Betriebe hatten nie PVC recycelt. 15 Betriebe nahmen nur sortenreine Produktionsabfälle an. 10 davon machten Mengenangaben, die zwischen 40 und 7.000 t/a schwankten. Insgesamt wurde eine Menge von 31.000 t/a ermittelt. 1 Betrieb recycelte gemischte und sortenreine Produktionsabfälle in der Menge von 1000 t/a. Für 2 Betriebe, die Gewerbe- und Hausmüllabfälle recycelten, belief sich der PVC-Anteil auf 700 t/a. 83 Betriebe antworteten gar nicht.²⁹³ Greenpeace kommt in der Studie zu dem Ergebnis, daß die aufgebauten PVC-Recycling-Kapazitäten im Verhältnis zu dem in den nächsten 10 Jahren prognostizierten PVC-Abfall-Anstieg äußerst dürftig sind.²⁹⁴

Auch nach der Aussage von Vertretern des PVC-Herstellers Hüls AG befinden sich die Recyclingbestrebungen noch in der Pilotphase. Hervorgehoben wurden dabei insbesondere das Recycling von Fußbodenbelägen — hier habe sich auch schon eine Recyclinggesellschaft AGPR (Arbeitsgemeinschaft PVC-Bodenbelag-Recycling, c/o Hüls AG in Marl) gegründet — und auch beim Recycling von alten Fensterprofilen seien Fortschritte zu verzeichnen.²⁹⁵ Bestätigt wird diese Aussage auch durch die Verbandszeitschrift der AGPU, die berichtet,

²⁹³ Vgl. Greenpeace-Studie, a.a.O., S. 12, 13.

²⁹⁴ Vgl. ebenda, S. 16.

²⁹⁵ Gespräch mit W. Tötsch und W. Kleinloh auf der Tagung "Neuer Abfall schafft neue Altlasten" am 18.11.1991.

PVC-Recycling stehe erst am Anfang.²⁹⁶ Die in einzelnen Projekten gesammelte Produktpalette reicht von PVC-Fenstern über Rohre, Bodenbeläge bis hin zu Mineralwasserflaschen.²⁹⁷ Ca. 75% der Abfälle aus der Produktion sollen in den Produktionskreislauf zurückgeführt werden.²⁹⁸ Nach Veröffentlichungen der Kunststoffindustrie beträgt die Recyclingquote 20%,²⁹⁹ nach Veröffentlichungen des UBA jedoch nur 2%.³⁰⁰

Eine Umfrage, die die AGPR 1989 über Fragen der Sammlung von Kunststoffabfällen aus Haushalten durchführen ließ, ergab ferner, daß bislang nur 13% der Städte und Gemeinden Kunststoffabfälle getrennt sammeln.³⁰¹

Als weiteres Recyclingmodell wird seitens der PVC-Industrievertreter die Weiterverarbeitung des bei der Abgasreinigung in MVA abgetrennten Chlors vorgestellt. "Der Salzkreislauf ist geschlossen", so lautet die Überschrift in einer von der AGPU herausgegebenen Broschüre.³⁰² Der "Chlorkreislauf" funktioniert dann wie folgt: "Das aus Kochsalz (NaCl) gewonnene Chlor ist wesentlicher Bestandteil des PVC. PVC-Erzeugnisse werden nach Funktionserfüllung zusammen mit dem Müll verbrannt. Aus dem Chloranteil bildet sich HCl, das aus

296 Vgl. H. Roder, Behandlung von PVC-Abfällen. Entsorgungskonzepte der Industrie, Wasser und Boden 1990, 657-666.

297 Vgl. Greenpeace-Studie, a.a.O., S. 13-16; dort wird dokumentiert, in welchem Umfang für diese Produkte Recycling stattfindet.

298 Vgl. N. Fischer, Konzepte eines sinnvollen Kunststoffrecyclings in der BRD und Westeuropa bis zum Jahre 2010, in: J. Thomé-Kozmiensky, Recycling von Abfällen 1, Berlin 1989, S. 231 ff.

299 Vgl. VKE, Kunststoffe zum Wegwerfen zu schade, Werbematerial des VKE, Frankfurt 1989.

300 Glas und Papier führen das Recycling an, VDI-Nachrichten Nr. 23, 8. Juni 1990.

301 Vgl. G. Härdtle et al., a.a.O., S. 35.

302 Vgl. Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt e.V., PVC und Umwelt, Daten, Fakten, Meinungen, April 1990, S. 1.

den Abgasen ausgewaschen wird. Mit der bei der Chlorherstellung zwangsweise anfallenden Natronlauge erfolgt Neutralisierung des Waschwassers und damit wieder Kochsalz-Bildung."³⁰³ Die aus der Müllverbrennung anfallende Salzsäure soll also wieder in der Chlor-Alkali-Elektrolyse eingesetzt werden. Kritisch wird dazu vom Umweltbundesamt angemerkt, daß der propagierte "Salzkreislauf" erst bedingt in 2 Abfallverbrennungsanlagen versuchsweise betrieben werde. Das entstehende unterschiedlich mit Schwermetallen kontaminierte Natriumchlorid könne erst nach Reinigung in geringen Anteilen als Verschnitt zum Kochsalz wieder zur Elektrolyse eingesetzt werden.³⁰⁴ Ein Gespräch mit dem Betriebsleiter Schmidt des Müllkraftwerkes Iserlohn³⁰⁵ ergab sogar, daß das aus der Rauchgaswäsche anfallende Salz zur Zeit nicht an die Firma Hoechst in die Elektrolyse zurückgeht, sondern an eine Chemiefirma abgegeben wird, die das Salz zur Kühlung von Bohrungen in der Nordsee einsetzt.³⁰⁶ Das Salz aus der Rauchgaswäsche sei z.Z. mit SO₂ verunreinigt, da dies bei der Rauchgaswäsche nicht abgeschieden werde. Zukünftig solle aber getrennt abgeschieden werden. Optionsverträge für die Abnahme des Salzes bestünden schon mit der Firma Hoechst. Ein solches Vertragsverhältnis besteht nach Aussage der Hüls AG auch zwischen Hüls und der Müllverbrennungsanlage in Hamburg Stapelfeld.³⁰⁷

Ob dieser Salzkreislauf einen Beitrag zur Minimierung des Rohstoffeinsatzes liefert, wird vom Umweltbundesamt gleichfalls kritisch eingeschätzt. Der Salzkreislauf sei nicht nur sehr aufwendig, sondern

303 Vgl. VKE, Informationsschrift HCl-Emissionen aus der Müllverbrennung und PVC, S. 22.

304 Vgl. UBA II 2.4 - 52 322-1/24, Zusammenfassung zum Problemfeld PVC und Umwelt, a.a.O., S. 9.

305 Das Müllkraftwerk in Iserlohn ist eines der 2 Versuchsanlagen, in denen der Salzkreislauf durchgeführt wird; die zweite Anlage ist Hamburg Stapelfeld.

306 Telefonische Auskunft des Betriebsleiters Schmidt des Müllkraftwerkes Iserlohn am 7.1.1992.

307 Gespräch mit Dr. Kleinloh von der Hüls AG am 26.2.1992.

habe darüber hinaus den Nachteil, daß die dem Chlorgehalt im PVC entsprechende Menge an Natronlauge wieder zur Neutralisation benötigt werde und somit für andere Anwendungszwecke nicht zur Verfügung stehe.³⁰⁸

5.2. *Recyclingverfahren*

Allgemeine Meinung ist, daß eine Trennung der verschiedenen Kunststoffarten, insbesondere aus dem Hausmüll, notwendig ist, um überhaupt wirtschaftliche Recyclingprodukte zu erhalten.³⁰⁹ Mischungen von verschiedenen Kunststoffarten verschlechtern die Qualität der daraus hergestellten Produkte zum Teil erheblich.³¹⁰ Aus vermischten Kunststoffen entstehen nur großvolumige, dickwandige Fertigteile (z.B. Zäune, Parkbänke, Lärmschutzwände etc.).

Entscheidend ist aber auch für diese Art des Recyclings, daß der PVC-Anteil aussortiert werden muß. PVC zersetzt sich unter den bei

308 Vgl. UBA II 2.4 - 52 322-1/24, a.a.O., S. 9.

309 Vgl. AGPU, PVC-Recycling in der Praxis, Bonn 1990; J. Thomé-Kozmiensky (Hrsg.), Recycling von Abfällen 1, Berlin 1989; W. Tötsch, M. Sordo, a.a.O., S. 303 ff; W. Beitz, M. Pourshirazi, Wiederverwertung nicht sortenreiner Thermoplaste, J. Thomé-Kozmiensky, H. Käufer (Hrsg.), Recycling von Kunststoffen 1, Berlin 1987, S. 25; Öko-Institut, Stand und Entwicklung von Recyclingverfahren für Kunststoffe aus Müll, Werkstoffreihe Nr. 18, April 1985, S. 44. — Nach den Erfahrungen mit einer Kunststoffrecyclinganlage in Bremen, die heterogene Kunststoffabfälle recycelt, traf die entsprechende Fachbehörde die Aussage, daß Kunststoffrecycling nur dann in größerem Umfange sinnvoll sei und somit zu fördern wäre, wenn "modernste" Trennverfahren eingesetzt werden (Gespräch mit Fachbehördenvertreter am 6.11.1991 beim Senator für Umweltschutz und Stadtentwicklung in Bremen).

310 Vgl. G. Härdtle et al., a.a.O., S. 52.

der Verarbeitung von Polyolefinen oder Polystyrol üblichen Bedingungen.³¹¹

Es sind verschiedene Recyclingverfahren in der Diskussion³¹². Zur Sortentrennung der Kunststoffe wird insbesondere die Schwimm-Sink-Technik und das Hydrozyklon-Verfahren genannt. Ob solche Verfahren jemals wirtschaftlich betrieben werden können, wird als fraglich dargestellt. Außerdem werden noch thermische Verfahren genannt, z.B. die Pyrolyse und Hochtemperaturvergasung. Auf Einzelheiten dieser Verfahren kann hier nicht näher eingegangen werden.³¹³

5.3. *Wirtschaftlichkeit des PVC-Recyclings*

Der wirtschaftliche Erfolg wird kritisch eingeschätzt.³¹⁴ Es stellt sich die Frage, ob die Produkte aus dem Recycling überhaupt eine Marktakzeptanz haben. Laut Greenpeace-Studie gibt es in Deutschland keine Produkte, die aus reinem, sortierten PVC aus dem Hausmüllbereich hergestellt werden; lediglich aus gemischten Abfällen werden Gartenbänke, Elemente für den Straßenbau, Lärmschutzwände und Komposter hergestellt, deren Marktakzeptanz allerdings gering ist.³¹⁵ Die PVC-Erzeuger, die sich nun dem Recycling widmen, werben geradezu mit ihren Recyclingprodukten.³¹⁶ Die AGPU fordert

311 Vgl. statt vieler W. Tötsch, M. Sordo, a.a.O., S. 303; zur Unverträglichkeit der Kunststoffabfälle untereinander vgl. G. Härdtle et al., a.a.O., S. 54.

312 Vgl. AGPU, PVC-Recycling in der Praxis, Stand 1990.

313 Siehe hierzu im einzelnen u.a.: G. Härdtle et al., a.a.O., S. 68-108; Öko-Institut, Stand und Entwicklung von Recyclingverfahren für Kunststoffabfälle aus Müll unter besonderer Berücksichtigung der Umweltverträglichkeit, Werkstattreihe Nr. 18, 1985; Greenpeace-Studie, a.a.O., S. 16-23.

314 Vgl. J. Müller-Lütken, Plaste und Elaste, 3. Kunststoff-Recycling-Tag am 22.3.1991 in Berlin, Müllmagazin 3/91, S. 54.

315 Vgl. Greenpeace-Studie, a.a.O., S. 26.

316 Ein Beispiel für diese Werbekampagne ist die Gegenveranstaltung der AGPU zu dem vom Umweltverband Aktionskonferenz Nordsee durchge-

deshalb, daß der Einsatz von PVC-Recyclingprodukten gewährleistet werden müsse, z.B. im öffentlichen Beschaffungswesen.³¹⁷ Das öffentliche Beschaffungswesen benutzen einige Kommunen aber gerade, um eine Beschränkung der PVC-Verwendung zu erreichen.³¹⁸ Auch der energetisch nutzbare Wert des PVC (z.B. bei der Müllverbrennung, die als "thermisches Recycling" bezeichnet wird) wird wegen des hohen Chloranteils als gering eingestuft.³¹⁹ Bezogen auf die insgesamt eingesetzte Energie für die Herstellung von PVC lassen sich bei der Verbrennung von PVC-Produkten maximal 28 Prozent Energie zurückgewinnen, während bei anderen Kunststoffen der Wert zwischen 50 und 60 Prozent liegt.³²⁰ Die Kosten des PVC-Recyclings sind allerdings beträchtlich. Vom Bundesministerium für Umwelt wird für 1 kg PVC-Sekundärmaterial aus vermischten und verschmutzten Haushaltsabfällen ein Preis von 3,00 DM bis 3,50 DM genannt.³²¹ Bei einem Neupreis von ca. 1.200,- DM pro Tonne PVC liegt der Preis für Sekundär-PVC aus Siedlungsabfällen mehr als doppelt so hoch.³²²

führten Workshop "Chlor hat keine Zukunft". Vermeidung von Umweltproblemen durch gezielte öffentliche Beschaffung am Beispiel PVC, am 19./20. März 1992 in Braunschweig, Hotel Mercure.

317 AGPU, PVC und Umwelt 1/91.

318 Vgl. dazu Kap. III.2.

319 Vgl. Greenpeace-Studie, a.a.O., S. VI.

320 Vgl. UBA-Jahresbericht 1990, S. 112 f.

321 Vgl. Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Antwortschreiben vom 10.4.1992 unter dem Zeichen WA II 4-00022 auf eine Kleine Anfrage zur Problematik des Kunststoffrecyclings, BT-Drucks. 12/2265.

322 Vgl. Greenpeace-Studie, a.a.O., S. 45.

5.4. Umweltverträglichkeit des PVC-Recyclings

Vorrangiges Ziel des Recyclings von PVC muß eine Entlastung der Umwelt sein. Selbstverständlich ist, daß auch Recyclinganlagen Umweltauswirkungen haben. Die Errichtung von Fuhrparks für die Sammelssysteme, die Entstehung von Abwässern im Trennverfahren und die Zersetzungsprodukte bei der thermischen Verarbeitung werden als wesentliche Auswirkungen genannt.³²³ Bei der thermischen Verarbeitung könne es zur Bildung einer Vielzahl von Zersetzungsprodukten kommen.³²⁴ Beim PVC ist das Hauptzersetzungsprodukt Chlorwasserstoff. Wie schon vorher erwähnt, enthält PVC eine Menge an Zusatzstoffen, wie z.B. Weichmacher und Stabilisatoren. Diese Zusätze würden neben den eigentlichen Zersetzungsprodukten frei. Zu der Frage, welche Gefahren für die Umwelt dabei entstehen können, liegen noch wenig Informationen vor. Diese Wissenslücke wird auch in der Greenpeace-Studie beklagt. Hingewiesen wird dort aber auf die Schädlichkeit der Zersetzungsprodukte Kohlenmonoxid, Chlorwasserstoff, Kohlenwasserstoffe wie Benzol, Toluol und Xylol, die beim thermischen Abbau von PVC entstehen.³²⁵ Das Öko-Institut hat in seiner Werkstattdreihe insbesondere für die Kunststoffpyrolyse Gefahrenmerkmale beschrieben. Die Bildung von halogenierten polycyclischen Kohlenwasserstoffen wie PCB, Dioxine und Furane sei durchaus unter bestimmten Bedingungen möglich.³²⁶ Zur Ökobilanz der einzelnen Verfahren ist ebenfalls auf die Studie des Öko-Instituts zu verweisen.

323 Vgl. St. Krebs, *Plastischer Mythos*, Müllmagazin 3/91, S. 31 ff.

324 Vgl. N. Lichtenstein, K. Quellmalz, *Gasförmige Schadstoffe bei der thermischen Zersetzung von Kunststoffen*, in: Staub. Reinhaltung der Luft 43 (1983), S. 379 ff.

325 Vgl. Greenpeace-Studie, a.a.O., S. 48.

326 Vgl. Öko-Institut, a.a.O., S. 66.

Härdtle et al. behandeln in ihrer Studie die Umweltverträglichkeit des PVC-Recyclings gar nicht, sondern weisen auf die generelle Substitutionsmöglichkeit von halogenierten Thermoplasten hin.³²⁷

5.5. *Recycling von PVC — ein Kreislauf?*

"Der perfekte Kreislauf", wie aus nicht mehr gebrauchten PVC-Flaschen hochwertige Kanalrohre werden und so der Müllberg entlastet werden kann.³²⁸ So wirbt die chemische Industrie mit dem PVC-Recycling. Dagegen steht das Argument vom Recycling als Zwischenlager in der Diskussion.³²⁹ Hier wird die Frage nach dem "echten Kreislauf" aufgeworfen. Eine Klärung des Begriffes Recycling ermöglicht eine Einschätzung, ob PVC-Recycling-Projekte einem Kreislaufmodell entsprechen.

Recycling (griech. Zyklus — Kreislauf) bedeutet im eigentlichen Sinn in einen Kreislauf zurückbringen. In bezug auf Abfälle wäre darunter also die Rückführung jener Stoffe und Energien zu verstehen, die bei der Herstellung und Nutzung der zu Abfall gewordenen Güter aufgewandt wurden. Das Idealbild ist dabei der geschlossene Kreislauf, bei dem keine Energie und keine Materie verloren geht, der Kreislauf also unendlich ist. Die Verwertung von Abfällen ist jedoch in den seltensten Fällen eine wirkliche Kreislaufführung von Stoffen und Energie.³³⁰ Die folgende Unterscheidung der Begriffe, die heute alle im Zusammenhang mit Recycling verwandt werden, macht dieses deutlich.

³²⁷ Vgl. G.Härdtle et al., a.a.O., S. 66.

³²⁸ So lautet das Titelblatt der Werbebroschüre "Der perfekte Kreislauf", PVC-Recycling, Werbematerial der Deutschen Solvay Werke GmbH, Solingen, 1989.

³²⁹ S. Krebs und F. Claus auf der Tagung in Iserlohn am 18.11.91.

³³⁰ Vgl. Greenpeace-Studie, a.a.O., S. 61.

Der Recyclingbegriff umfaßt die vier Unterbegriffe: Wiederverwendung, Weiterverwendung, Wiederverwertung und Weiterverwertung.³³¹

- *Wiederverwendung* ist gleichbedeutend mit dem Mehrwegsystem. Der Abfall wird gesammelt und für seinen ursprünglichen Zweck erneut eingesetzt. Wichtig hierfür sind die Logistik der Sammlung, der energetische und stoffliche Aufwand für die Wiederverwendung, für Reinigungszwecke, Transportenergie, Spülen bei Getränkeverpackungen. Für die Gesamtbilanz spielen Langlebigkeit und Gebrauchsdauer eine wesentliche Rolle. Beispiel: Verpackungen werden erneut befüllt.
- *Weiterverwendung* ist der Einsatz eines Altproduktes für Fremdzwecke, so daß ein unterbrochener Kreislauf entsteht. Beispiel: Aus Milchflaschen werden Blumenvasen, aus Alt-PVC-Fenstern werden Abdeckungen von Frühbeeten.
- *Wiederverwertung* bedeutet, daß aus dem jeweiligen Material der Rohstoff zurückgewonnen wird, um ihn für das gleiche Produkt erneut zu verwerten. Neben geeigneten Sammelsystemen ist die Sortenreinheit von ausschlaggebender Bedeutung. Beispiel: Aus PVC-Fenstern werden wieder neue Fenster.
- *Weiterverwertung* führt zum Einsatz des Altmaterials als Rohstoff für ganz andere Zwecke. Dabei wird die Produktqualität in der Regel erheblich vermindert. Die erzeugten Produkte führen aus dem Kreislauf hinaus. Oft entstehen kunststoffuntypische Produkte, die umweltverträgliche Werkstoffe vom Markt verdrängen. Beispiel: Kanalrohre aus PVC-Mineralwasserflaschen, Parkbänke aus unsortierten Kunststoffabfällen.

Ohne hier jedes einzelne Projekt des angesprochenen PVC-Recyclings anhand dieser Begrifflichkeiten diskutieren zu können, wird

³³¹ Vgl. F. Claus, Recycling bei Kunststoffen? Das Fallbeispiel PVC. Entropie setzt geschlossenen Kreisläufen Grenzen, in: M. Held (Hrsg.), Leitbilder der Chemiapolitik. Stoffökologische Perspektiven der Industriegesellschaft, Frankfurt/Main, New York, 1991, S. 106-118 (110); Greenpeace-Studie, a.a.O., S. 62 ff.

deutlich, daß die derzeitigen PVC-Recycling-Projekte der Wiederverwertung und der Weiterverwertung zuzuordnen sind. Zur Wiederverwertung zählt insbesondere die Rückführung von Produktionsabfällen in die Neuproduktion, die Rückführung von alten Fußbodenbelägen und Fenstern in die Neuproduktion und der sogenannte Chlorkreislauf. Allerdings befinden sich die zuletztgenannten Projekte noch in der Pilotphase und sind technisch so aufwendig, daß auch die Wirtschaftlichkeit fraglich ist. Die Rückführung von Mineralwasserflaschen und Scheckkarten zur Herstellung anderer Produkte, z.B. Rohre, und die Verarbeitung sortenunreiner Kunststoffe zu Parkbänken und Blumenkübeln ist der Weiterverwertung zuzuordnen. Verfahren, die einen Stoff- und Energiekreislauf im eigentlichen Sinne erreichen, gibt es derzeit nicht. Im wesentlichen ist der Effekt des PVC-Recyclings kaum mehr als eine lineare Verlängerung der Strecke oder eine zusätzliche Schleife auf dem Weg der Produkte zur Deponie oder Müllverbrennung.³³²

5.6. *Zusammenfassung der Diskussion um das Recycling von PVC*

- Die Einschätzung über die tatsächliche Umsetzung des PVC-Recyclings ist mit Unsicherheiten behaftet. Zieht man die Ergebnisse der Umfragen der Aktionskonferenz Nordsee und der Greenpeace-Studie zusammen und fügt die Einschätzung der PVC-Industrie hinzu, so läßt dies den Schluß zu, daß die Recyclingbestrebungen noch in der Anfangsphase stecken und die derzeitigen Recyclingkapazitäten nicht ausreichen, um eine Entlastung der PVC-Entsorgungsprobleme herbeizuführen.
- Der Chlorkreislauf wird kritisch beurteilt, da dabei die dem Chlorgehalt im PVC entsprechende Menge an Natronlauge wieder zur Neutralisation benötigt wird. Ferner ist das bei der Müllverbrennung entstehende Natriumchlorid mit Schwermetallen

³³² Vgl. Greenpeace-Studie, a.a.O., S. 64.

belastet. Die Umsetzung des "Salzkreislaufes" ist ein Pilotprojekt der Müllverbrennungsanlagen Hamburg Stapelfeld/Hüls AG und Iserlohn/Hoechst AG, wobei eine Nachfrage ergab, daß das Projekt Iserlohn/Hoechst derzeit wegen der starken Kontamination der Salze noch nicht läuft.

- Die Wirtschaftlichkeit des PVC-Recyclings wird wegen der geringen Marktakzeptanz der Recycling-Produkte aus gemischten Kunststoffen und der beträchtlichen Recyclingkosten kritisch eingeschätzt. Das "thermische Recycling" von PVC wird ebenfalls als nicht wirtschaftlich bezeichnet, da von PVC-Produkten maximal 28% der zur Herstellung eingesetzten Energie zurückgewonnen werden können.
- Zu den Umweltgefährdungen, die die PVC-Recyclingverfahren in sich bergen, werden insbesondere in der Greenpeace-Studie Wissenslücken beklagt. Gefährdungen des thermischen Recyclings und der Pyrolyse können sich aus den Zersetzungsprodukten Kohlenmonoxid, Chlorwasserstoff, Kohlenwasserstoffe wie Benzol und Toluol und aus der Bildung von PCB und Dioxinen und Furanen ergeben.
- Die derzeitigen PVC-Recycling-Projekte sind Wiederverwertungs- und Weiterverwertungsprojekte. Die Wiederverwertung (z.B. Rückführung von alten Fußbodenbelägen in die Neuproduktion und der Salzkreislauf) befindet sich noch in der Pilotphase und ist technisch sehr aufwendig. Die Verarbeitung sorten unreiner Kunststoffe zu Parkbänken und Lärmschutzwällen ist Weiterverwertung, dessen Effekt kaum mehr ist als eine lineare Verlängerung der Strecke auf dem Weg der Produkte zur Depo nie oder Müllverbrennung. Aus ökologischer und ökonomischer Sicht ist somit das Recycling von PVC-Abfällen kein ausreichender Weg, um zur Verminderung der Umweltbelastung zu gelangen.

6. *Substitution von PVC*

Der Vollzug dieser Ausstiegsbeschlüsse wirft für die öffentlichen Beschaffer die Frage nach der Substituierbarkeit der PVC-Produkte auf. Bereits im Jahre 1988 wurde in einer von der Bundestagsfraktion Die Grünen in Auftrag gegebenen Studie die Ersatzstoffproblematik bearbeitet.³³³ Die Untersuchung führte zu dem Ergebnis, daß 70% der PVC-Produkte technisch unter Verringerung von Umweltbelastungen substituierbar sind. 5% der verwendeten PVC-Produkte sind entweder nicht substituierbar, oder es wird von einer Substitution abgeraten. Für die restlichen 25%, die den Bereich Verpackung und Verkehr umfaßten, wurden keine Ersatzmöglichkeiten untersucht.³³⁴ Allerdings darf man sich die Substitution des PVC nicht so vorstellen, daß für alle seine Anwendungsbereiche das gleich Substitut verwendet werden kann. Vielmehr muß aufgrund der durch Weichmacher, Stabilisatoren und andere Zusätze erreichten Eigenschaftsvielfalt des PVC nahezu für jede Anwendung ein spezifischer Ersatz gefunden werden.³³⁵ Die Umweltorganisation Greenpeace erstellt derzeit ein sogenanntes "Weiß-Buch", das konkrete Substitutionsmöglichkeiten zu PVC aufzeigen soll.³³⁶

Für den Baubereich sind insbesondere Fensterprofile, Bodenbeläge, Kabelmäntel, Rolläden und Rohre relevante Anwendungsbereiche, die von den öffentlichen Beschaffern zu ersetzen sind. Die ersten Erfahrungsberichte³³⁷ mit der Substitution zeigen, daß der Ersatz von PVC

³³³ Vgl. B. Schieffer, K. Vogt, Wartig Chemieberatung, Substitution von PVC, Lahntal 1988.

³³⁴ Vgl. ebenda, S. 101.

³³⁵ Vgl. ebenda, S. 22 ff.

³³⁶ Das Buch ist noch in Arbeit; Anfragen dazu an Manfred Krautter, Greenpeace Hamburg.

³³⁷ Der Verfasserin liegt ein Erfahrungsbericht aus Bielefeld, ein Bericht der Stadtverordnetenversammlung Wiesbaden und ein Erfahrungsbericht des Magistrats Linz, Amt für Umweltschutz, vor.

im Bauwesen zwar möglich ist³³⁸, daß aber die konkrete Umsetzung (in den Ausschreibungen und in der Beschaffung) noch einige Probleme aufwirft.

Mehrkosten, die bei der Umstellung auf PVC-freie Produkte entstehen, materialtechnische Eigenschaften von Substituten im Vergleich zu den PVC-Produkten, Mehraufwand bei den Ausschreibungen und die Akzeptanz bei den betroffenen Bediensteten lassen sich als Problemfelder ausmachen. Probleme haben die öffentlichen Beschaffer insbesondere auch bei der ökologischen Bewertung der Alternativprodukte.³³⁹

III. Ansätze zur Vermeidung von PVC

1. Forderungen

In der Diskussion über die Risiken von PVC unterbreiten verschiedene Akteure Vorschläge und Forderungen an den Gesetzgeber, die Industrie und die Kommunen zur Regulierung von PVC. Einige wesentliche sollen hier wiedergegeben werden.

338 Der damalige Bielefelder Umweltdezernent U. Lahl spricht in seinen Erfahrungsberichten auf dem PVC-Hearing in Linz am 14. Nov. 1988 und auf dem Workshop "Chlor hat keine Zukunft" am 19./20. März 1992 in Braunschweig davon, daß Bielefeld etwa zu 90% PVC-frei sei.

339 Dieser Bereich wurde auf dem Workshop der AKN in Braunschweig von den dort anwesenden kommunalen Bediensteten erörtert. Hilfestellung kam dazu aus Hamburg von H. Witt (Landesbetrieb Krankenhäuser), die ein Konzept zur Materialbewertung und UVP, das in Hamburg Anwendung findet, vorstellte. Konkrete Substitutionshifen im Baubereich werden am Beispiel Bielefeld von R. Oberschelp, Substitution von PVC-Baustoffen, erörtert, vgl. 21. Seminar UTECH Berlin, 19.2.1992, Tagungsmaterialien.

1.1. Forderungen aus der Politikszene

Die SPD-Bundestagsfraktion beabsichtigte, Anfang 1988, einen Antrag über ein Verbot der Herstellung, Verarbeitung und des Inverkehrbringens von DEHP-haltigem PVC in den Bundestag einzubringen. Aus dem Entwurf des Antrages geht hervor, daß die Bundesregierung aufgefordert werden sollte, ein solches Verbot zu erlassen, sofern geeignete und toxikologisch weniger bedenkliche Ersatzstoffe vorhanden sind.³⁴⁰

In dieselbe Richtung geht auch die Forderung des damaligen umweltpolitischen Sprechers der FDP-Bundestagsfraktion Gerhard Baum. Dieser forderte, ebenfalls zu Beginn des Jahres 1988, die Bundesregierung auf, dafür zu sorgen, daß künftig weichmacherhaltige PVC-Folien nicht mehr zur Verpackung von Lebensmitteln wie z.B. Käse und Frischfleisch verwendet werden.

Die ehemalige Bundestagsfraktion Die Grünen brachte am 5.10.1988 einen Antrag zum Ausstieg aus der Produktion und Verwendung von PVC im Deutschen Bundestag ein. Wesentliche Forderungen dieses Entschließungsantrages waren:

- ein PVC-Anwendungsverbot für die Bereiche, in denen PVC ersetzt werden kann,
- die Einführung einer generellen Kennzeichnungspflicht für PVC-Produkte,
- die Förderung der Substitution durch Forschungsmittel,
- der sofortige Ausstieg aus dem PVC-Verpackungsbereich und
- ein Verzicht auf PVC-Produkte im öffentlichen Beschaffungswesen.³⁴¹

Die CDU-Fraktion des Landtages Baden-Württemberg brachte am 23.2.1990 einen Antrag auf Vermeidung der Verwendung und Produktion von PVC in den Landtag ein. Wesentliche Forderungen des Beschlußantrages waren:

³⁴⁰ Unveröffentlichter Entwurf der SPD-Bundestagsfraktion vom 4.3.1988.

³⁴¹ Vgl. BT-Drucks. 11/3059.

- die stufenweise Substitution von PVC-Produkten,
- die Förderung der Substitutionsforschung und
- die Einführung eines Kennzeichnungsgebotes für Kunststoffprodukte.³⁴²

Das Land Berlin brachte unter der Regierung Momper am 7.12. 1990 einen Antrag für eine Entschließung des Bundesrates über ein mittelfristiges Konzept zur Einschränkung des Einsatzes von PVC ein. Maßgebliche Forderungen dieses Entschlieungsantrages waren:

- die mittelfristige PVC-Einschränkung (in den nächsten 5 Jahren),
- ein Verbot des Inverkehrbringens von PVC-Verpackungen,
- die Kennzeichnung aller sonstigen PVC-Erzeugnisse,
- die Umstellung auf PVC-freie Produkte im öffentlichen Beschaffungswesen und
- die Untersagung des Einsatzes von Cadmium und Blei als Stabilisatoren in PVC.³⁴³

1.2. *Forderungen von Interessenverbänden*

Der BUND fordert in BUND-Fakten:³⁴⁴

- die generelle Substitution von PVC-Produkten, wo immer möglich,
- ein Verbot von Weich-PVC-Folien im Lebensmittelverpackungsbereich,
- die Substitution von Schwermetallen in PVC,
- PVC-stabilisierte Produkte vom Markt zu nehmen,
- die Kennzeichnung aller PVC-Produkte,
- die Überprüfung der Substitution von Bauprodukten aus PVC,
- die Senkung der PVC-Staubgrenzwerte bei der Verarbeitung und

³⁴² Vgl. Landtagsdrucksache 10/2992 vom 23.2.1990.

³⁴³ Vgl. BR-Drucks. 885/90 vom 7.12.1990.

³⁴⁴ Vgl. BUND, Von Cadmium bis Dioxin, das Sündenregister des PVC, 2. Auflage, Juni 1989.

- die Behandlung von PVC-Abfällen als Sondermüll.

Die Arbeitsgemeinschaft der Verbraucherverbände (AGV) fordert:³⁴⁵

- langfristig einen generellen Verzicht auf PVC,
- kurzfristig einen Verzicht dort, wo Alternativen zur Verfügung stehen (Verpackungs- und Baubereich), und
- die Kennzeichnung aller übrigen PVC-Produkte.

Global 2000 fordert ein Verbot von PVC als Verpackungsmaterial und ein Verwendungsverbot im Baubereich bei öffentlichen Aufträgen.³⁴⁶

Greenpeace stellt prioritär die Forderung auf, PVC in Anwendungsbereichen wie dem Verpackungssektor, der Möbel- und Kfz-Produktion und dem Hochbau, wo dieser Werkstoff durch andere Materialien ersetzbar ist, sofort zu verbieten.³⁴⁷ Neben dem Verbot schlägt die Umweltorganisation des weiteren vor³⁴⁸

- den Abbau versteckter Subventionen (Stromtarife),
- eine Umweltabgabe auf PVC-Produkte,
- eine Kennzeichnungspflicht für Kunststoffe,
- einen Verzicht in der öffentlichen Beschaffung und
- eine Erhöhung der Entsorgungsgebühren für PVC-Produkte.

Die Fortführung des PVC-Recyclings ohne einen Unbedenklichkeitsnachweis lehnt Greenpeace ab.³⁴⁹

Die AGPU gab unaufgefordert eine Stellungnahme für die öffentliche Anhörung im Ausschß für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit des Deutschen Bundestages am 18. September 1989 bezüg-

³⁴⁵ Vgl. AGV, PVC ist nicht o.k., Verbraucherpolitische Korrespondenz, Nr. 33 vom 14.8.1990, S. 2 f.

³⁴⁶ Vgl. politische Stellungnahmen der einzelnen Umweltorganisationen, UBA- Studie, a.a.O., S. 79 ff.

³⁴⁷ Vgl. Greenpeace-Studie, a.a.O., S. 75.

³⁴⁸ Vgl. ebenda, S. 76-78.

³⁴⁹ Vgl. ebenda, S. 76.

lich der PVC betreffenden Fragen ab. In dieser Stellungnahme fordert die AGPU die Bundesregierung auf:

- für die schwermetallhaltigen Stabilisatoren strenge an vorbeugendem Gesundheits- und Umweltschutz orientierte Vorgaben zu machen,
- für alle im Innenraum verwendeten Produkte, auch für die PVC-Produkte, Immissionsgrenzwerte zu erstellen, die die gesundheitliche Sicherheit der Bürger garantieren, und ferner
- die Konzeptionen für Materialkreisläufe insbesondere den Salzkreislauf und die Kunststoffrecyclingmaßnahmen zu unterstützen und zu fördern.³⁵⁰

1.3. Forderungen öffentlicher Stellen

In seiner Bewertung der Umweltbelastungen von PVC kommt das Umweltbundesamt zu folgendem Schluß:

- Im Verpackungsbereich sollte PVC substituiert werden, da entsprechende Ersatzstoffe zur Verfügung stehen.
- Im Baubereich sollten die PVC-Produkte, die mit schwermetallhaltigen Additiven stabilisiert werden, ersetzt werden.³⁵¹

Das Umweltbundesamt und das Bundesgesundheitsamt schlagen im Zusammenhang mit der Dioxinbelastung ein Verwendungsverbot von PVC im Verpackungsbereich vor.³⁵²

³⁵⁰ Vgl. AGPU, Unaufgeforderte Stellungnahme für die öffentliche Anhörung im Ausschuß für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit des Deutschen Bundestages am 18. Sept. 1989, Anhang zum Stenographischen Protokoll des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Protokoll Nr. 57, Deutscher Bundestag, 11. Wahlperiode.

³⁵¹ Vgl. Umweltbundesamt, Zusammenfassung zum Problemfeld PVC und Umwelt, Umweltbundesamt II 2.4-52 322-1/24.

³⁵² Vgl. I. Lukassowitz, Eintragsminimierung zur Reduzierung der Dioxinbelastung dringend erforderlich, Bundesgesundheitsblatt 1990, S. 350 ff. (352).

1.4. Forderungen anderer Sachverständiger

Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen fordert in seinem Sondergutachten zur Abfallwirtschaft:

- langfristig die generelle Substitution von PVC,
- kurzfristig die Substitution im Verpackungs- und Baubereich,
- die umweltverträgliche Substitution von schwermetallhaltigen Stabilisatoren wie Cadmium und Blei in PVC-Produkten,
- den gänzlichen Verzicht auf diese Produkte, wenn eine Substitution nicht möglich ist, und
- den Rückzug aus der Chlorchemie, gekoppelt an die Entwicklung umweltverträglicher Ersatzstoffe.³⁵³

Das Öko-Institut Freiburg empfiehlt der Bundesregierung:

- ein baldiges Verbot von PVC mit befristeten Ausnahmegeheimigungen für nicht substituierbare Bereiche und
- eine PVC-Abgabe als Beitrag zur Umstellung der PVC-Produktion.³⁵⁴

Kollmann et al. kommen in ihrer Studie zu der Schlußfolgerung, daß eine weitere Verminderung der mit der PVC-Produktion verbundenen Schadstofffreisetzung dringend erforderlich ist. Um dies zu erreichen wird

- die Substitution der Inhaltsstoffe Cadmium/Blei durch weniger belastende Stoffe,
- die Substitution von PVC selbst, insbesondere im Verpackungsbereich und
- der Ersatz von Kinderspielzeug aus Weich-PVC empfohlen.

³⁵³ Vgl. BT-Drucks. 11/8493, S. 225.

³⁵⁴ Vgl. K.O. Gensch, Fachbereich Chemie des Öko-Instituts, Freiburg, PVC im Gerede — PVC in der Diskussion, in: Kunststoffe 81 (1991), S. 986 f.; Stellungnahme für die öffentliche Anhörung im Ausschuß für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit des Deutschen Bundestages, a.a.O.

Begleitet werden sollten die Maßnahmen durch die Einführung eines Entsorgungskonzeptes von PVC, das

- die Kennzeichnung aller Kunststoffe,
- die Rücknahmeverpflichtung der PVC-Produkte an den Produzenten und den Aufbau von Kreislaufsystemen gebietet und
- die Entsorgung von PVC-Produkten über die Müllverbrennung verbietet.³⁵⁵

2. *Ausstiegsbeschlüsse*

Nicht nur Forderungen, sondern konkrete Reaktionen auf die geführte Diskussion gibt es seitens der Städte und Kommunen; aber auch auf Länderebene kündigen sich erste Maßnahmen von gleicher Qualität an.³⁵⁶

Viele Kommunen in der BRD haben "Ausstiegsbeschlüsse" gefaßt und versuchen, PVC durch umweltfreundliche Produkte im öffentlichen Bau- und Beschaffungswesen zu ersetzen.³⁵⁷

Eine Auswertung der derzeit von der AKN veröffentlichten Beschlüsse ergibt, daß sich diese in der Regel auf PVC-haltige Baumaterialien beziehen, die derzeit gemessen am Gewicht etwa 55% des gesamten Anwendungsgebietes von PVC-Produkten darstellen.³⁵⁸ Einige Beschlüsse sind so gefaßt, daß die Substitution ausdrücklich an die Umweltverträglichkeit der Ersatzprodukte geknüpft ist. Des weiteren wird in einigen Beschlüssen die Substitution auch an die gleich-

355 Vgl. H. Kollmann et al., a.a.O., S. 51 f.

356 Der Verfasserin liegt diesbezüglich die Beschlußvorlage des Senator für Umweltschutz und Stadtentwicklung Bremen vom 10.2.1992 und der Entwurf einer Umweltrichtlinie Öffentliches Auftragswesen des Landes Niedersachsen vor.

357 Vgl. Aktionskonferenz Nordsee, Ausstieg aus der PVC-Nutzung, Tagungsmaterialien zum Workshop am 5./6. Oktober 1990 in Bremen, Dokumentation von PVC-Ausstiegsbeschlüssen.

358 Vgl. Kap. II.2.1.

wertige Qualität der Produkte gebunden. An die Kosten, die mit der Substitution verbunden sind, wird ebenfalls gedacht. Die Substitution soll kostenmäßig vertretbar sein.

Zur Umsetzung der Beschlüsse wird den öffentlichen Beschaffern in den Kommunen aufgegeben, die Beschlüsse entsprechend bei den öffentlichen Ausschreibungen zu berücksichtigen. Einige Beschlüsse enthalten sogar die konkrete Vorgabe, daß in der Leistungsbeschreibung ein Ausschluß von PVC-Produkten erfolgen soll.

Die PVC-Industrie versuchte, diese Entwicklung aufzuhalten bzw. zurückzudrängen. Mit einem seitens des Gesamtverbandes Kunststoffverarbeitende Industrie in Auftrag gegebenen Rechtsgutachten³⁵⁹ sollte die Rechtswidrigkeit der PVC-Ausstiegsbeschlüsse belegt werden. Ferner regte der in Brüssel angesiedelte Europäische Kunststoffverband AEC bei der EG-Kommission eine Klage vor dem EuGH an, in der geprüft werden sollte, ob diese Beschlüsse gegen das EG-rechtliche Prinzip des Freien Warenverkehrs verstoßen.³⁶⁰

Als Beispiel für die Schwierigkeiten bei der Durchsetzung weitreichender Beschränkungen der PVC-Verwendung im öffentlichen Beschaffungswesen bzw. öffentlich geförderten Wohnungsbau mögen die Maßnahmen des Landes Hessen dienen. In Nr. 9 der Technischen Wohnungsbau-Richtlinie 1993 des Landes Hessen vom 17. August 1992³⁶¹ wurde die Verwendung von Zu- und Abwasserleitungen, Fußbodenbelägen, Tapeten und ab dem 1. Januar 1995 auch Fenster- und Türprofilen aus PVC untersagt. Diesem Verwendungsverbot ging ein vom Landtag einstimmig angenommener Vorschlag seines Umweltausschusses voran, wonach u.a. die Beschaffungen der öffentlichen Stellen PVC-frei sein sollten und im Baubereich nur solche Vorhaben finanziert oder gefördert werden sollten, bei denen im substitu-

³⁵⁹ H.W. Rengeling, Produktdiskriminierung bei öffentlichen Aufträgen, Osnabrück, Februar 1988.

³⁶⁰ Association Européenne des fabricants des Feuilles, Membranes et Revêtements en Material Plastique.

³⁶¹ Staatsanzeiger für das Land Hessen 1992, S. 2153.

ierbaren Bereich PVC-haltige Materialien nicht mehr verwendet werden.³⁶² Hierzu haben eine Reihe von PVC produzierenden oder verwendenden Unternehmen sowie der VCI und die IG Chemie Stellung genommen und den Landtag aufgefordert, seinen Beschluß zum PVC-Einsatz wieder aufzuheben. Wesentliches Argument dabei war, daß die im Jahr 1990 vorliegenden Anhaltspunkte über die Umweltunverträglichkeit von PVC mittlerweile widerlegt bzw. durch neue technische Entwicklungen überholt seien.³⁶³ Aufgrund einer Expertenanhörung der Landesregierung und des Landtages hat der Landtag am 22.7.1993 beschlossen,³⁶⁴ die Wohnungsbaurichtlinie dahingehend zu ändern, daß PVC-haltige Baustoffe und Bauteile nur noch eingesetzt werden dürfen, wenn

- a) die Ausschreibung ergeben hat, daß gleichwertige technische Lösungen aus anderen Werkstoffen nicht zur Verfügung stehen oder daß deren Kosten um mindestens 20% höher liegen,
- b) der Anbieter dem Bauherren eine verpflichtende Erklärung des Herstellers oder Importeurs des Bauteils verschafft, daß dieser die Baustoffe und Bauteile nach Gebrauch zurücknimmt und die Kunststoffanteile stofflich verwertet und
- c) der Anteil von recyceltem PVC im Herstellungsprozeß der jeweiligen Produktlinie bei Fenstern mindestens 70% (ab dem 1.1.1996), bei Böden mindestens 75% sowie bei Rohren mindestens 80% (ab 1.1.1995) des eingesetzten Kunststoffvolumens beträgt, sowie
- d) die Stabilisierung des eingesetzten Neumaterials ohne Blei (nach Abschluß des Produktprüfungsverfahrens, spätestens ab 1.1.1996) und Cadmium erfolgt.³⁶⁵

Begründet wurde der Antrag vor allem damit, daß die technischen Möglichkeiten des Recyclings von PVC zur Zeit der Beschlußfassung

³⁶² Siehe Antwort der Landesregierung auf einen Berichtsantrag von Abgeordneten der CDU (Drs. Nr. 13/3737), Az. VIII 1 - BA 13/3737, S. 1 f.

³⁶³ Ebenda, S. 3.

³⁶⁴ Ebenda.

³⁶⁵ Antrag der Fraktionen der SPD und der GRÜNEN vom 20.7.1993, Drs. 13/4582.

des Landtages im Jahr 1990 noch so gut wie unbekannt gewesen seien und die Umsetzung des damaligen Beschlusses vor dem Hintergrund der gegenwärtigen Wirtschaftskrise die Angst vor Arbeitsplatzverlusten in den betroffenen Betrieben erheblich verstärkte.³⁶⁶

Es wird deutlich, daß die hessische Landesregierung und der Landtag ihren ursprünglichen Verzichtsbeschluß aufgrund der Einflußnahme der Industrie und — im Hintergrund des Arbeitsplatzarguments — wohl auch der Gewerkschaften revidieren und teilweise zurücknehmen mußten. Weiterhin scheinen vorsorgende Entscheidungen wie der ursprüngliche Beschluß bei Stoffen mit differenzierten Anwendungsfeldern, streitigen Umwelt- und Gesundheitsgefährdungen und gleichzeitig großer ökonomischer Bedeutung wie PVC in besonders starkem Maße von den Höhen und Tiefen der wirtschaftlichen Entwicklung abhängig zu sein.

3. *Maßnahmevorschläge des Bund/Länder-Ausschusses für Umweltchemikalien (BLAU)*

Auf der Sitzung des Bund/Länder-Ausschusses für Umweltchemikalien (BLAU) am 4./5. September 1990 wurde eine Arbeitsgruppe zu PVC unter Federführung des Landes Nordrhein-Westfalen eingerichtet.³⁶⁷ Aufgabe des Ausschusses war die Erstellung eines Berichtes über technische Angaben zur Herstellung, Verwendung und Entsorgung von PVC, die Darstellung und Bewertung der Auswirkungen von PVC auf die Umwelt und die Bewertung der Möglichkeiten zur Substitution von PVC in wichtigen Einsatzgebieten. Weiterhin sollten in dem Bericht Anregungen zur Erstellung von Ökobilanzen enthalten

³⁶⁶ Ebenda.

³⁶⁷ BLAU, Auswirkungen auf die Umwelt bei der Herstellung, Verwendung, Entsorgung und Substitution von PVC, Düsseldorf, September 1992, S. 1. Der Bericht ist über die Umweltbehörde der Freien Hansestadt Hamburg erhältlich.

sein, der Handlungsbedarf festgestellt und Handlungsempfehlungen abgegeben werden.³⁶⁸

Der vom BLAU festgestellte Handlungsbedarf bezieht sich im wesentlichen auf die auch in dieser Studie genannten Problembereiche. Die Handlungsempfehlungen sind allerdings in der Mehrzahl zunächst auf freiwillige Maßnahmen der Industrie gerichtet.

So wird es aufgrund des technischen Aufwandes bei der Verbrennung von PVC und der damit verbundenen Reststoffproblematik für notwendig gehalten, den Anteil von PVC am thermisch zu behandelnden Abfall deutlich zu reduzieren. Die Deponierung sei hierzu keine Alternative. Soweit die in Kraft getretenen Maßnahmen nicht greifen (Verpackungsverordnung³⁶⁹), solle das Ziel durch freiwillige Selbstverpflichtungen der Industrie oder abfallrechtliche Maßnahmen erreicht werden.³⁷⁰ Zur Substitution waren aus Sicht des BLAU offensichtlich die Erkenntnisse für konkrete Maßnahmevorschläge nicht ausreichend, so daß weitere Untersuchungen über die ökologischen Auswirkungen der Substitution von PVC gefordert wurden. Um ein sortenreines Recycling bzw. ein Recycling von Kunststoffen überhaupt zu ermöglichen, solle die Vermarktung von PVC-Produkten, die aus technischen oder organisatorischen Gründen nicht sortenrein wiederverwertet werden können, weitestgehend eingeschränkt werden. Vermieden werden soll damit ein "Down Recycling", bei dem minderwertige Kunststoffe entstehen. Ebenso solle die Gesamtmenge des PVC am Kunststoffabfall verringert werden, weil allein schon ein hoher PVC-Anteil das Recycling erschwere. Als Maßnahme wird vorrangig wiederum eine freiwillige Selbstverpflichtung der Industrie vorgeschlagen. Falls diese nicht greife, müsse auf das abfallrechtliche Instrumentarium zurückgegriffen werden. Voraussetzung für eine sortenreine Sammlung und damit für ein sortenreines Recycling sei

³⁶⁸ Ebenda.

³⁶⁹ Siehe hierzu unter Kap. IV.2.3.

³⁷⁰ Zu diesem und den folgenden Maßnahmevorschlägen siehe Bericht des BLAU, a.a.O., S. 46 ff.

die Kennzeichnung von PVC-Produkten. Dies könne über eine Verordnung nach § 14 AbfG oder aufgrund technischer Normen erreicht werden. Im Verpackungsbereich sei die Zielsetzung der Bundesregierung vom 17.1.1990 konsequent zu beachten.³⁷¹

Beendet werden solle die Verwendung von Cadmium- und Blei-Stabilisatoren.³⁷² Die krebserregenden Cadmium-Stabilisatoren könne man sofort durch Substitute auf Calcium/Zink-Basis ersetzen. Blei-Stabilisatoren, die bei der späteren Abfallbehandlung in die Umwelt gelangen könnten, sollten sobald wie möglich ersetzt werden. Als Maßnahmen werden in erster Linie wiederum freiwillige Selbstverpflichtungen der Industrie vorgeschlagen. Erst wenn diese nicht greifen, solle bei der EG ein Vorstoß unternommen werden, Blei-Stabilisatoren im Rahmen einer neuen Blei-Richtlinie zu verbieten. Der Einsatz von Cadmium könne durch den Vollzug der Gefahrstoffverordnung, wonach krebserzeugende Stoffe nicht verwendet werden dürften, wenn geeignete Substitute zur Verfügung stehen,³⁷³ unterbunden werden.

Im Bauwesen sollten PVC-Produkte in solchen Verwendungsbereichen ersetzt werden, bei denen es im Brandfall zu Dioxin- und Chlorwasserstoffbildung und damit erheblichen Gefährdungen für die Umwelt und die Gesundheit komme.³⁷⁴ Sofern es keine weniger gefährlichen Substitute gebe, müßten Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes ergriffen werden. Die Ziele sollen durch Empfehlungen, Erlasse oder Richtlinien im Rahmen des öffentlichen Beschaffungswesens erreicht werden. Generell gültige PVC-Verbote für den Bausektor werden also nicht vorgeschlagen.

Durch eine freiwillige Selbstverpflichtung der Industrie solle die Umstellung des Amalgamverfahrens und des Diaphragmaverfahrens

³⁷¹ Zur Zielsetzung siehe Kap. IV.2.2.2.

³⁷² Siehe hierzu Kap. II.3.2.2. sowie II.4.3.1.

³⁷³ § 36 Abs. 2 GefStoffV.

³⁷⁴ Siehe zu dieser Frage auch Kap. II.3.3.

bei der Chlorherstellung auf quecksilberfreie bzw. asbestfreie Verfahren erfolgen. Für das Amalgamverfahren ergebe sich die Umstellungspflicht bis zum Jahre 2010 aus den Beschlüssen der 3. Internationalen Nordseeschutzkonferenz, für das Diaphragmaverfahren bis 1999 aus der Gefahrstoffverordnung. Um zu hohe Restkonzentrationen von VC in Roh-PVC und PVC-Produkten zu verhindern, seien zulässige VC-Höchstmengen im EG-Bereich festzulegen. Insbesondere über die ökotoxikologischen Eigenschaften des Weichmachers DEHP und sein Vorkommen in der Umwelt sollten weitere Bewertungen durchgeführt werden.³⁷⁵ Unter der Voraussetzung, daß die hier aufgeführten Handlungsempfehlungen im wesentlichen umgesetzt würden, könne ein weiterer Einsatz von PVC in Frage kommen.³⁷⁶

Die 39. Umweltministerkonferenz vom 19./20. November 1992 in Mainz hat den Bericht des BLAU zur Kenntnis genommen und beschlossen, sich für eine zügige Umsetzung der vom BLAU vorgeschlagenen Maßnahmen einzusetzen. Die Länder Niedersachsen, Baden-Württemberg, Bremen und Schleswig-Holstein haben allerdings zu Protokoll gegeben, daß sie die vom BLAU vorgeschlagenen Maßnahmen nicht für ausreichend halten. Insbesondere werden statt der freiwilligen Selbstverpflichtungen der Industrie Verordnungen nach § 14 AbfG gefordert.

Die Maßnahmevorschläge des BLAU zeigen, daß PVC ein komplexes Problem darstellt, auf das mit differenzierten Maßnahmen reagiert werden muß. Über die Form der Reaktion sind sich die Länder offenbar nicht einig. Die Vorschläge des BLAU dürften nur den kleinsten gemeinsamen Nenner darstellen. Aber auch diese sind bisher nicht umgesetzt.

³⁷⁵ Siehe hierzu Kap. II.3.2.1.

³⁷⁶ Zu den vorgenannten Handlungsempfehlungen siehe den Bericht des BLAU, a.a.O., S. 46 ff.

IV. Ermächtigungsgrundlagen für die Regulierung von PVC nach dem Chemikalien-, dem Abfall- sowie dem Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz

Vor dem Hintergrund der Diskussion über die Risiken von PVC und der Forderungen nach einer Regulierung und den bereits praktizierten Ansätzen zur Vermeidung von PVC stellt sich auch die Frage, welche ordnungsrechtlichen Möglichkeiten bestehen, um Maßnahmen gegen PVC einzuleiten. Im folgenden werde ich das Chemikaliengesetz³⁷⁷, das Abfallgesetz³⁷⁸ einschließlich der Verpackungsverordnung³⁷⁹ und das Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz³⁸⁰ daraufhin untersuchen, welche Maßnahmen gegen PVC ergriffen werden könnten und welche Voraussetzungen dafür erfüllt sein müßten.

³⁷⁷ Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen vom 14. März 1990, BGBl. I S. 521. Zur Zeit der Bearbeitung lag ein Referentenentwurf zur Novellierung des ChemG vor, die infolge des Erlasses der Richtlinie 92/32/EWG zur 7. Änderung der Richtlinie 67/548/EWG zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe (ABl. EG 1992, Nr. L 154/1) notwendig geworden war. Die hier vertieft behandelten §§ 17 und 23 ChemG bleiben in dem Entwurf jedoch unverändert. Die folgenden Ausführungen lassen sich daher ohne weiteres auf den Novellierungsentwurf übertragen. In anderen, hier nicht behandelten Bereichen, soll das ChemG allerdings z.T. erheblich verändert werden. Siehe hierzu J. Viebrock, Beteiligung von Verbänden im Chemikalienrecht (Teil 2, Darstellung des Verfahrens zur Regulierung von Chemikalien nach deutschem und europäischem Recht), Typokript Bremen 1993, Veröffentlichung in Vorbereitung.

³⁷⁸ Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen vom 27. August 1986, BGBl. I S. 1410, ber. S. 1501, zuletzt geändert durch Gesetz zu dem Einigungsvertrag v. 23.9.1990, BGBl. II S. 885.

³⁷⁹ Verordnung über die Vermeidung von Verpackungsabfällen vom 12.6.1991, BGBl. I S. 1234.

³⁸⁰ Gesetz über den Verkehr mit Lebensmitteln, Tabakerzeugnissen, kosmetischen Mitteln und sonstigen Bedarfsgegenständen, in der Neufassung vom 8. Juli 1993, BGBl. I S. 1169.

1. Chemikaliengesetz

§ 1 ChemG bestimmt als Gesetzeszweck, den Menschen und die Umwelt vor schädlichen Einwirkungen gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse zu schützen, insbesondere sie erkennbar zu machen, sie abzuwenden und ihrem Entstehen vorzubeugen. Zur Umsetzung dieser Ziele sieht das Chemikaliengesetz insbesondere die Anmeldung von neuen Stoffen vor (§ 4 ChemG). Der Hersteller neuer Stoffe muß mit der Anmeldung einen Datensatz einreichen (§ 6 ChemG), der insbesondere Informationen über das toxikologische und ökotoxikologische Schädigungspotential des Stoffes und die Mengen, die in den Verkehr gebracht werden sollen, enthält (§§ 6, 7 ChemG). Neben den Anmeldevorschriften enthält das Chemikaliengesetz im wesentlichen noch Regelungen über Einstufungs-, Verpackungs- und Kennzeichnungspflichten der Hersteller (§§ 13, 14 ChemG) und Mitteilungspflichten (§§ 16-16e ChemG). Um gegen gefährliche Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse ordnungsrechtliche Maßnahmen ergreifen zu können, sind in den §§ 17 und 23 ChemG Möglichkeiten von Verboten und Beschränkungen vorgesehen.

1.1. Maßnahmen zur Regulierung

§ 23 ermächtigt die zuständigen Landesbehörden, zur Beseitigung oder Verhütung von Verstößen gegen das Chemikaliengesetz Anordnungen zu treffen (§ 23 Abs. 1 ChemG) und für die Dauer von höchstens 3 Monaten, unter der Voraussetzung, daß Anhaltspunkte dafür vorliegen, daß von dem Stoff, der Zubereitung oder dem Erzeugnis eine erhebliche Gefahr für Leben oder Gesundheit des Menschen oder die Umwelt ausgeht, abgestufte Maßnahmen anzuordnen (§ 23 Abs. 2 ChemG). Behördlicherseits können also nur befristete Beschränkungen gegen Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse ausgesprochen werden. Ihr Sinn liegt darin, einer unbefristeten Maßnahme des Bundes in

Eilfällen vorzugehen. Die Grundlage für unbefristete Regulierungen von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen bildet § 17 ChemG. In diesem wird die Bundesregierung zum Erlaß von Beschränkungs- und Verbotsverordnungen ermächtigt.

Nach § 17 Abs. 1 ChemG kann die Bundesregierung, soweit es zum Schutz des Menschen und der Umwelt vor schädlichen Einwirkungen erforderlich ist, nach Anhörung der beteiligten Kreise und mit Zustimmung des Bundesrates durch Rechtsverordnung

1. vorschreiben, daß bestimmte gefährliche Stoffe, bestimmte gefährliche Zubereitungen oder Erzeugnisse, die einen solchen Stoff oder eine solche Zubereitung freisetzen können oder enthalten,
 - a) nicht oder nur in bestimmter Beschaffenheit oder nur für bestimmte Zwecke hergestellt, in den Verkehr gebracht oder verwendet werden dürfen,
 - b) nur auf bestimmte Art und Weise verwendet werden dürfen oder
 - c) nur unter bestimmten Voraussetzungen an bestimmte Personen abgegeben werden dürfen;
2. bestimmte Anforderungen an die Personen vorschreiben, die gefährliche Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse herstellen, in den Verkehr bringen oder verwenden;
3. Herstellungs- und Verwendungsverfahren verbieten, bei denen bestimmte gefährliche Stoffe anfallen.

Eine Regulierung von PVC könnte danach direkt am "Stoff" PVC (Nr. 1 lit. a), lit. b), an den Personen, die mit PVC umgehen (Nr. 1 lit. c), Nr. 2) und am Herstellungsverfahren ansetzen (Nr. 3). Z.B. könnte die Bundesregierung ein generelles Herstellungsverbot des PVC-Ausgangsstoffes Vinylchlorid aussprechen (Nr. 1 lit. a), 1. Alt.) oder vorschreiben, daß PVC nicht mit Zusatzstoffen wie dem Weichmacher DEHP oder den Stabilisatoren Cadmium und Blei in den Verkehr gebracht werden darf (Nr. 1 lit. a), 2. Alt.). Ferner könnte die Bundesregierung bestimmen, daß PVC nur noch in Produktbereichen verwendet werden darf, in denen es noch keine Ersatzstoffe gibt (Nr. 1 lit. a), 3. Alt.). Ebenso wäre denkbar, das Verfahren zur Herstellung von Vinylchlorid zu verbieten, da dort Stoffe wie CKW, Chloroform und 1,2-Dichlorethan anfallen.

1.2. Die materiellen Voraussetzungen

Um jedoch eine dieser Maßnahmen ergreifen zu können, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Diese sind,

- daß der betreffende Stoff oder die betreffende Zubereitung *gefährlich* ist bzw. das betreffende Erzeugnis einen solchen Stoff oder eine solche Zubereitung enthält oder freisetzen kann und
- daß es *erforderlich* ist, *den Menschen und die Umwelt vor schädlichen Einwirkungen* durch den gefährlichen Stoff oder die Zubereitungen oder die Erzeugnisse *zu schützen* (§ 1 ChemG).

1.2.1. Ist PVC ein Stoff?

Bevor auf die materiellen Kriterien im einzelnen eingegangen wird, ist zu klären, ob PVC ein Stoff, eine Zubereitung oder ein Erzeugnis im Sinne des Chemikaliengesetzes ist. § 3 Nr. 1 ChemG definiert Stoffe als chemische Elemente oder chemische Verbindungen, wie sie natürlich vorkommen oder hergestellt werden, einschließlich der Verunreinigungen und der für die Vermarktung erforderlichen Hilfsstoffe. Damit weicht der Stoffbegriff des ChemG von dem im chemischen Sprachgebrauch verwendeten erheblich ab.³⁸¹ Er schließt die bei der Produktion entstehenden Verunreinigungen und gezielt zugesetzten Hilfsstoffe als Stoffbestandteile mit ein.³⁸² Darüber hinaus gilt er auch dann, wenn es sich um Polymerisate, Polykondensate oder Polyaddukte handelt. Dies ergibt sich aus einem Umkehrschluß der Regelung des § 5 Abs. 1 Nr. 1 ChemG, wonach ein Polymerisat, ein Polykondensat oder ein Polyaddukt nicht anmeldepflichtig ist, wenn es zu höchstens 2% des Massegehalts aus einem Monomer hergestellt ist, der kein Altstoff im Sinne des § 3 Nr. 2 ChemG ist. Da nach § 4

³⁸¹ Vgl. E. Reh binder, D. Kayser, H. Klein, Chemikaliengesetz. Kommentar und Rechtsvorschriften zum Chemikalienrecht, Heidelberg 1985, § 3 Rz. 8.

³⁸² Vgl. ebenda.

ChemG nur Stoffe anmeldepflichtig sind, läßt sich der Ausnahmegvorschrift des § 5 Abs. 1 Nr. 1 ChemG entnehmen, daß Polymerisate, Polykondensate oder Polyaddukte in der Regel anmeldepflichtige Stoffe nach dem ChemG und daher Stoffe nach § 3 Nr. 1 ChemG sind. PVC ist ein Polymerisat³⁸³, dessen Grundmolekül Vinylchlorid ist. Es ist daher zunächst als Stoff nach dem ChemG zu betrachten. Allerdings enthält PVC ein Reihe von Zusatzstoffen, die seine Eigenschaft bestimmen (Weichmacher, Stabilisatoren). Es besteht daher aus mehreren Stoffen und könnte insofern eine Zubereitung nach § 3 Nr. 4 ChemG sein. Die Stoffdefinition nach § 3 Nr. 1 ChemG schließt andererseits Verunreinigungen und die für die Vermarktung notwendigen Hilfsstoffe ein. Ein Stoff wird dadurch zum Hilfsstoff i.S.d. § 3 Nr. 1 ChemG, daß seine Zugabe zu einem anderen Stoff für dessen Vermarktung notwendig ist.³⁸⁴ Der eigentliche Stoff (z.B. das Polymerisat PVC) wird gegenüber den Hilfsstoffen stets mengenmäßig erheblich überwiegen.³⁸⁵ Als Hilfsstoffe kann man nur solche Stoffe definieren, deren Zugabe für die Vermarktung des betrachteten Stoffes aus technischen Gründen unbedingt notwendig ist. Hierunter können z.B. Stabilisatoren verstanden werden, die verhindern, daß ein Stoff ungewünschten chemischen Reaktionen unterliegt.³⁸⁶ Es spricht also viel dafür, die im PVC eingesetzten Stabilisatoren und Weichmacher, ohne die die technischen Eigenschaften des PVC nicht erreicht würden, als Hilfsstoffe zu betrachten. Letztlich ist es für eine Regulierung des PVC nach § 17 ChemG jedoch unerheblich, ob PVC ein Stoff oder eine Zubereitung ist, weil der Tatbestand des § 17 ChemG ausdrücklich und unterschiedslos beide einschließt. Im folgenden wird PVC der Einfachheit halber als Stoff bezeichnet.

383 Vgl. Kap. II.2.3.

384 Vgl. ebenda, Rz. 10.

385 Vgl. ebenda.

386 Vgl. ebenda, Rz. 12.

1.2.2. Die Gefährlichkeit von Stoffen und Zubereitungen

Wann ein Stoff oder eine Zubereitung als gefährlich im Sinne des § 17 Abs. 1 ChemG zu bezeichnen ist, ergibt sich aus dem Gesetz. § 3a Abs. 1 ChemG benennt abschließend 16 Merkmale von Stoffen und Zubereitungen, die als gefährlich gelten. Dazu gehören beispielsweise Merkmale wie explosionsgefährlich (Nr. 1), sehr giftig (Nr. 6), ätzend (Nr. 9), krebserzeugend (Nr. 12) und umweltgefährlich (Nr. 16). Wenn ein Stoff oder eine Zubereitung eines dieser Merkmale erfüllt, so ist dieser Stoff oder diese Zubereitung als gefährlich im Sinne der Merkmale des § 3a ChemG anzusehen. Konkretisiert wurden die Gefährlichkeitsmerkmale des § 3a ChemG zunächst durch die Gefährlichkeitsmerkmalverordnung (ChemGefMerkV)³⁸⁷, die jetzt als § 4 in die Neufassung der Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV)³⁸⁸ integriert wurde. So gelten Stoffe oder Zubereitungen z.B. als krebserzeugend, wenn sie beim Einatmen, bei Verschlucken oder Aufnahme über die Haut Krebs erregen oder die Krebshäufigkeit erhöhen können (§ 4 Abs. 1 Nr. 12 GefStoffV). Als umweltgefährlich gelten Stoffe oder Zubereitungen, die selbst oder deren Umwandlungsprodukte geeignet sind, die Beschaffenheit des Naturhaushaltes, von Wasser, Boden oder Luft, Klima, Tieren, Pflanzen oder Mikroorganismen derart zu verändern, daß dadurch sofort oder später Gefahren für die Umwelt herbeigeführt werden können (§ 4 Abs. 1 Nr. 16 GefStoffV).

Die Definitionen in § 4 Abs. 1 GefStoffV und in § 3a ChemG stellen darauf ab, daß die Stoffe oder Zubereitungen die beschriebenen Schäden an der Gesundheit (z.B. Erzeugung von Krebs) oder an der Umwelt (z.B. Veränderung der Beschaffenheit des Wassers) hervorrufen können, also grundsätzlich dazu geeignet sind. Die Gefährlichkeit eines Stoffes ist oft aber nicht mit letzter Sicherheit zu beurteilen. Für diesen Fall enthält § 17 Abs. 4 ChemG eine Möglichkeit, die An-

³⁸⁷ Verordnung über die Gefährlichkeitsmerkmale von Stoffen und Zubereitungen nach dem Chemikaliengesetz vom 17. Juli 1990, BGBl. I S. 1422.

³⁸⁸ Vom 26.10.1993, BGBl. I S. 1783.

nahme der Gefährlichkeit eines Stoffes zu erleichtern. Danach kann ein Stoff, eine Zubereitung oder ein Erzeugnis als gefährlich bezeichnet werden, wenn Anhaltspunkte, insbesondere ein nach dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse begründeter Verdacht dafür vorliegt, daß der Stoff, die Zubereitung oder das Erzeugnis gefährlich ist. Daraus folgt, daß ein Stoff oder eine Zubereitung schon als gefährlich bezeichnet werden kann, wenn ein Stoff eines der in § 3a Abs. 1 ChemG genannten Merkmale zeigt oder zumindest ein Verdacht für die Erfüllung eines der in § 3a Abs. 1 ChemG genannten Merkmale besteht. Diese Eingriffsschwelle, die auf der Verdachtsebene liegt, ist mit der Novellierung des Chemikaliengesetzes (Dezember 1990) eingeführt worden.³⁸⁹ In der Begründung zur Novellierung heißt es dazu, die Praxis habe gezeigt, daß die Eingriffsschwelle im bisher geltenden Recht, die "tatsächliche Anhaltspunkte" und eine "erhebliche Wahrscheinlichkeit" für das Vorliegen einer Gefahr verlangte, zu hoch gelegen habe. Ein effektiver vorbeugender Schutz im Sinne des § 1 ChemG könne bei einer derart hohen Schwelle nicht gewährleistet werden. Daher solle es künftig ausreichen, daß Anhaltspunkte, insbesondere ein nach dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis begründeter Verdacht dafür vorliegen, um einem Stoff eine gefährliche Eigenschaft im Sinne des § 3a ChemG zuzuschreiben.³⁹⁰ Es stellt sich aber auch bei der neuen Formulierung die Frage, wann dieses Tatbestandsmerkmal erfüllt ist. In der Gesetzesbegründung wird dazu ein Beispiel angeführt. Danach sei es ausreichend wenn wissenschaftliche Erkenntnisse, etwa eine Strukturanalyse, auf eine gefährliche Eigenschaft hinweisen.³⁹¹ Die Geschichte der Entdeckung des ozonschichtschädigenden Potentials der FCKW habe gezeigt, daß nicht tatsächliche Anhaltspunkte, sondern zunächst rein wissenschaftliche Erkennt-

389 Vgl. BT-Drucks. 11/4550.

390 Vgl. ebenda, S. 44, Nr. 3 dd.

391 Vgl. ebenda.

nisse für die Aufklärung des Gefährdungspotentials ursächlich waren.³⁹²

Eine Beurteilung der Gefährlichkeit von PVC könnte nach den oben erörterten Gefährlichkeitsmerkmalen z.B. an der Frage, ob DEHP krebserzeugend i.S. des § 3a Nr. 12 i.V.m. § 4 Abs. 1 Nr. 12 GefStoffV ist, erfolgen. Der Diskussionsstand um das Risiko des Weichmachers DEHP ergab in der Fallstudie folgendes Bild: Die Kanzerogenität von DEHP wurde an Ratten und Mäusen im Tierversuch nachgewiesen.³⁹³ DEHP verursacht an Ratten und Mäusen Lebertumore. Von der EG-Kommission wurde eine Einstufung als krebserregender Stoff auf der Grundlage von Sachverständigengutachten abgelehnt.³⁹⁴ Die MAK-Kommission hat DEHP ebenfalls nicht als krebverdächtigen Stoff eingestuft.³⁹⁵ Eine Studie der U.S. Consumer Product Safety Commission stellt Wissenslücken über die Kanzerogenität von DEHP beim Menschen fest, hält aber die Krebserzeugung beim Menschen für möglich.³⁹⁶ Ob diese Aussage ausreichend ist, um als Verdacht i.S. des "Standes der wissenschaftliche Erkenntnis" nach § 17 Abs. 4 ChemG angesehen zu werden, müßte unter Berücksichtigung der oben geschilderten Gesetzesbegründung zur Senkung der Eingriffsschwelle geprüft werden. Als ausreichend wurde danach schon angesehen, wenn wissenschaftliche Erkenntnisse, etwa eine Strukturanalyse, bereits auf eine gefährliche Eigenschaft hinweisen.³⁹⁷ Wenn nun auch Tierversuche eindeutig zu dem Ergebnis kommen, daß DEHP an Mäusen und Ratten Lebertumore auslösen können und in einer wissenschaftlichen Studie die Krebserzeugung beim Menschen für möglich gehalten wird, dann müßte dies ebenfalls

³⁹² Vgl. ebenda.

³⁹³ Vgl. Kap. II.2.5.3.2.

³⁹⁴ Vgl. ebenda.

³⁹⁵ Vgl. ebenda.

³⁹⁶ Vgl. ebenda.

³⁹⁷ Vgl. BT-Drs. 11/4550, S. 44, Nr. 3 dd.

ausreichend sein, um die Eingriffsvoraussetzung "insbesondere ein nach dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis begründeter Verdacht" des § 17 Abs. 4 ChemG zu erfüllen. Eine eindeutige Beurteilung, ob DEHP ein Stoff ist, der Krebs erzeugt und somit ein Gefährlichkeitsmerkmal des § 3a ChemG erfüllt, ist derzeit nicht möglich. Zu prüfen wären des weiteren noch die anderen 15 verbleibenden Merkmale in § 3a ChemG. Wollte man sich z.B. an die Beurteilung der Umweltgefährlichkeit von DEHP machen (§ 3a Abs. 1 Nr. 16 ChemG), so stünde man einerseits vor der Schwierigkeit, daß keine eindeutigen Gefährlichkeitsmerkmale für die Umweltgefährlichkeit in § 3a Abs. 2 ChemG genannt sind — im Gesetz ist lediglich von Veränderungen der Beschaffenheit des Naturhaushaltes, von Wasser etc., die zu Schäden an der Umwelt führen, die Rede — und andererseits große Kenntnislücken hinsichtlich der ökotoxikologischen Beurteilung von DEHP bestehen.³⁹⁸

Um PVC selbst als gefährlichen Stoff i.S.v. § 17 Abs. 1 ChemG bezeichnen zu können, müßte für jeden Hilfsstoff eine Beurteilung, wie sie hier nur beispielhaft für den Weichmacher DEHP demonstriert wurde, durchgeführt werden. Im Rahmen dieser Arbeit kann dies nicht geleistet werden. Allerdings ist darauf hinzuweisen, daß eine Beurteilung der Gefährlichkeit von PVC auch eindeutiger ausfallen kann. PVC enthält immer noch geringe Anteile des monomeren Vinylchlorids als Verunreinigung.³⁹⁹ Vinylchlorid ist eindeutig ein krebserregender Stoff. Ferner wirkt er mutagen und depressiv auf das Nervensystem.⁴⁰⁰ PVC könnte somit als gefährlicher Stoff angesehen werden, da es geringe Anteile des krebserregenden Stoffes Vinylchlorid als Verunreinigung enthält.

³⁹⁸ Vgl. Kap. II.2.5.3.2.

³⁹⁹ Vgl. zur Definition der Verunreinigung E. Rehbinder et al., a.a.O., Rz. 14.

⁴⁰⁰ Vgl. Kap. II.2.4.2.

1.2.3. Die Erforderlichkeit von Maßnahmen zum Schutz des Menschen und der Umwelt vor schädlichen Einwirkungen gefährlicher Stoffe

Maßnahmen nach § 17 Abs. 1 ChemG sind aber nur möglich, soweit sie zu dem in § 1 genannten Zweck erforderlich sind. Nach § 1 ChemG ist der Zweck des Chemikaliengesetzes,

"den Menschen und die Umwelt vor schädlichen Einwirkungen gefährlicher Stoffe und Zubereitungen zu schützen, insbesondere sie erkennbar zu machen, sie abzuwenden und ihrem Entstehen vorzubeugen".

Daraus ergeben sich zwei Erforderlichkeitsdimensionen für eine Maßnahme: Zunächst deutet das Wort "soweit" in § 17 Abs. 1 ChemG darauf hin, daß Maßnahmen nur in dem Maße getroffen werden können, soweit es kein weniger eingreifendes Mittel zur Erreichung des Gesetzeszweckes gibt. Es ist hier das Verhältnismäßigkeitsprinzip angesprochen. Konkret bedeutet dies, daß Maßnahmen nach § 17 ChemG überhaupt nur getroffen werden können, wenn es kein weniger einschneidendes Mittel gibt. Zu denken ist hier bei der Regulierung von Chemikalien an Maßnahmen der Kennzeichnung und Verpackung nach §§ 13, 14 ChemG. Ebenso sind aber auch die Maßnahmen des § 17 Abs. 1 ChemG untereinander auf ihre Eingriffsintensität zu prüfen, um dann das möglichst mildeste Mittel auszuwählen.

Die zweite Erforderlichkeitsdimension ergibt sich daraus, daß die vorher erörterten Merkmale der Gefährlichkeit von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen nur auf das Schädigungspotential, also die potentielle Geeignetheit der Stoffe, Schäden zu verursachen, abstellen (z.B. darauf abstellen, ob ein Stoff wie DEHP potentiell dazu geeignet ist, Krebs hervorzurufen). Unberücksichtigt bleibt dabei die Frage, ob die zur Verursachung von Schäden an Mensch oder Umwelt erforderliche Stoffmenge im Einzelfall überhaupt in PVC vorhanden ist. § 17 Abs. 1 i.V.m. § 1 fordert aber, daß eine Maßnahme erforderlich sein muß, um *schädliche Einwirkungen*, also das Entstehen von Schäden, abzuwenden oder dem Entstehen von Schäden vorzubeugen. Damit muß geprüft werden, ob ein gefährlicher Stoff (z.B. ein krebserregender Stoff) in der Lage ist, Schäden zu verursachen. Hierzu gehört die

Frage, ob die freigesetzte Stoffmenge, also die Exposition, ausreicht, um Schäden an Mensch oder Umwelt zu verursachen. Das Entstehen von Schäden muß allerdings nicht mit letzter Sicherheit prognostiziert werden. Zur Rechtfertigung einer Maßnahme genügt es, daß ein begründeter Verdacht dafür besteht, daß die freigesetzte Menge des gefährlichen Stoffes ausreicht, um Schäden an Mensch oder Umwelt hervorzurufen. Die Herabsetzung der Eingriffsschwelle auf die "Verdachtsebene" leitet sich aus § 1 ChemG ab. Ziel des Chemikaliengesetzes ist auch, dem Entstehen von Schäden an Mensch und Umwelt vorzubeugen. Das Wort "vorzubeugen" ist als Ausdruck des Vorsorgeprinzips zu verstehen.⁴⁰¹

In der Abwägung der Erforderlichkeit von Maßnahmen ist noch ein weiterer Belang aus § 17 Abs. 2 ChemG zu berücksichtigen. Danach können Verbote und Beschränkungen nach § 17 Abs. 1 ChemG unter Berücksichtigung der Entwicklung von Stoffen, Zubereitungen, Erzeugnissen oder Verfahren, deren Herstellung, Verwendung, Entsorgung oder Anwendung mit einem geringeren Risiko für Mensch oder Umwelt verbunden ist, festgesetzt werden. Maßnahmen nach § 17 Abs. 1 ChemG können somit schon bei einer geringeren Schädigungswahrscheinlichkeit ergriffen werden, wenn für den zu regulierenden Stoff Alternativen zur Verfügung stehen.

Demzufolge ist zu prüfen,

- a) ob Mensch und Umwelt durch die freigesetzten Stoffmengen geschädigt werden können; ein begründeter Verdacht einer Schädigung würde allerdings ausreichen;
- b) ob Alternativen zur Verfügung stehen, deren Herstellung, Verwendung oder Entsorgung mit einem geringeren Risiko für Mensch oder Umwelt verbunden ist;
- c) welche Maßnahme erforderlich ist, um die ausgemachten Schäden an Mensch oder Umwelt verhüten zu können.

Anhand eines Beispieles aus dem zu PVC festgestellten Sachverhalt sollen diese Prüfungsschritte hier erörtert werden.

⁴⁰¹ Siehe die Begründung der Bundesregierung zur Novellierung des Chemikaliengesetzes, BT-Drucks. 11/4550, S. 34.

Zu a)

Um PVC bestimmte Produkteigenschaften zu verleihen, werden verschiedene Hilfsstoffe u.a. auch der Stabilisator Cadmium zugefügt.⁴⁰² Barium/Cadmium-Stabilisatoren sind hauptsächlich im Bereich der Produktion von Fensterprofilen im Einsatz. Allerdings wird der Einsatz von Cadmium seitens der PVC-Industrie als rückläufig bezeichnet.⁴⁰³ Bei der Verarbeitung von PVC wird von Stabilisatorenstaub berichtet.⁴⁰⁴ Bei der Verwendung wird der Abrieb von Cadmium durch cadmiumstabilisierte PVC-Teppichrückenbeschichtungen erörtert.⁴⁰⁵ Ferner wird Cadmium bei der PVC-Verbrennung in Müllverbrennungsanlagen festgestellt.⁴⁰⁶ Auch bei der Deponierung von PVC-Abfällen wird die Herauslösung von Cadmium diskutiert. Allerdings ist die Frage, ob Cadmium aus PVC-Abfall herausgelöst wird, strittig.⁴⁰⁷ Deponiesickerwasser könnte mit Cadmium aus PVC-Abfällen belastet sein.⁴⁰⁸ Zwar wird die Exposition von Cadmium aus PVC erörtert, aber detaillierte Angaben über die Mengen liegen, abgesehen von Angaben über den Eintrag von Cadmium in Müllverbrennungsanlagen⁴⁰⁹, nicht vor. Welche Schäden Mensch und Umwelt durch die Exposition von Cadmium aus PVC zugefügt werden können, wird nicht erörtert. Für die juristische Prüfung, ob Anhaltspunkte dafür bestehen, daß von der Exposition durch Cadmium aus PVC auch eine Schädigung an Mensch und Umwelt hervorgerufen werden kann,

402 Vgl. Kap. II.2.5.1.

403 Vgl. ebenda.

404 Vgl. Kap. II.2.5.3.1.

405 Vgl. Kap. II.3.3.

406 Vgl. Kap. II.4.3.1.

407 Vgl. Kap. II.4.2.

408 Vgl. ebenda.

409 Vgl. Kap. II.4.3.1.

könnten die EG-Richtlinie über den Schutz des Grundwassers gegen die Verschmutzung durch bestimmte gefährliche Stoffe (80/68 EWG)⁴¹⁰ und die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft⁴¹¹ Argumentationshilfen geben. Gegenstand der Richtlinie ist der Schutz des Grundwassers gegen den Eintrag bestimmter im Schlußteil der Richtlinie in zwei Listen enumerativ aufgeführter Stoffe. Die Liste I umfaßt acht Stofffamilien und Stoffgruppen. In Nr. 6 sind Cadmium und Cadmiumverbindungen aufgeführt. Art. 3 lit. a) der Richtlinie bestimmt, daß die Mitgliedstaaten die erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen haben, um Ableitungen von Stoffen aus der Liste I in das Grundwasser zu verhindern. Ohne hier auf die Regelungseinheiten dieser Richtlinie näher einzugehen, könnte für den Sachverhalt PVC die Schlußfolgerung gezogen werden, daß Cadmium im EG-Recht als ein grundwassergefährdender Stoff angesehen wird, dessen Verbreitung im Grundwasser zu vermeiden ist, da Mensch und Umwelt geschädigt werden können. Ferner wird die Cadmiumexposition des Menschen durch die Immissionswerte zum Schutz vor Gesundheitsgefahren in der TA Luft beschränkt.⁴¹² Diese Beispiele könnten, nach Einschätzung der Verfasserin, zumindest Indizien dafür sein, daß Anhaltspunkte bestehen, daß von der Exposition durch Cadmium aus PVC auch eine Schädigung an Mensch und Umwelt hervorgerufen werden kann.

Zu b)

Es wäre nunmehr festzustellen, ob Alternativen mit einem geringeren Risiko für Mensch oder Umwelt zur Verfügung stehen. Für das Beispiel des PVC-Stabilisators Cadmium müßte geprüft werden, ob andere Stabilisatoren als Alternativstoffe zur Verfügung stehen, die

⁴¹⁰ Vgl. ABl. 1980, L 20, S. 43 ff.

⁴¹¹ Vgl. Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, in: S. Kalmbach, J. Schmölling, Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, 3. Auflage, Berlin 1990.

⁴¹² Vgl. Ziff. 2.5.1. der TA Luft.

mit einem geringeren Risiko für Mensch und Umwelt verbunden sind. Ebenso wäre für diesen Prüfungsschritt aber festzustellen, ob nicht generell eine PVC-Substitution in Vermarktungsbereichen durchgeführt werden könnte, in der Cadmium-Stabilisatoren eingesetzt sind.

Die Stabilisierung von PVC mit Cadmium wird von der PVC-Industrie selbst als rückläufig bezeichnet.⁴¹³ Es besteht laut Umweltbundesamt heute keine sachliche Notwendigkeit mehr, PVC mit Cadmium zu stabilisieren.⁴¹⁴ Als Ersatzstoffe, z.B. für die Fensterprofilherstellung, werden Blei-Stabilisatoren diskutiert und auch schon eingesetzt.⁴¹⁵ Ob Blei ein Alternativstoff ist, dessen Einsatz mit einem geringeren Risiko für Mensch und Umwelt verbunden ist, bleibt offen. Festzustellen ist hier aber, daß der Verbrauch von Blei-Stabilisatoren in der BRD beispielsweise 1990 9.700 t betrug. Blei als Alternativstoff für Cadmium würde den Blei-Verbrauch noch steigern.

Bei der Prüfung der generellen PVC-Substitution in den Verwendungsbereichen, in denen Cadmium-Stabilisatoren eingesetzt werden, müßte auf die derzeit dazu vorliegenden und in Vorbereitung befindlichen Studien⁴¹⁶ und die Erfahrungsberichte der "Ausstiegskommunen"⁴¹⁷ zurückgegriffen werden.

Für das Beispiel Cadmium-Stabilisatoren in PVC wäre eine Maßnahme, die an der generellen Substitution von cadmiumstabilisiertem PVC gemäß der 1. Erforderlichkeitsdimension (Grundsatz der Erforderlichkeit des Mittels) ansetzt, erst dann zu ergreifen, wenn Cadmium nicht durch andere weniger belastende Stoffe ersetzt werden könnte. Eine solche Maßnahme könnte auf der Grundlage des § 17 Abs. 1 Nr. 1a 2. Alt. ChemG erlassen werden. Danach könnte die Bundesregierung vorschreiben, daß PVC nur noch in einer "bestimmten Beschaf-

⁴¹³ Vgl. Kap. II.2.5.1.

⁴¹⁴ Vgl. UBA-Jahresbericht 1989, S. 97.

⁴¹⁵ Vgl. ebenda.

⁴¹⁶ Vgl. Kap. II.6.

⁴¹⁷ Vgl. Kap. III.2.

fenheit" hergestellt oder in den Verkehr gebracht werden dürfte. Eine "Beschaffenheit" wäre dann, daß PVC keine Cadmium-Stabilisatoren mehr enthalten dürfte.

Zu c)

Eine Kennzeichnungs- und Verpackungsregelung für cadmiumstabilisiertes PVC wäre keine geeignete Maßnahme, um z.B. bei der Verarbeitung von PVC Cadmium-Emissionen zu begrenzen. Ebenfalls wäre eine solche Maßnahme nicht geeignet, um den Abrieb von Cadmium aus cadmiumstabilisierten PVC-Teppichrückenbeschichtungen zu verhindern. Ebenso verhält es sich mit der Entsorgung von cadmiumstabilisiertem VC. Auch dort könnte eine Kennzeichnungs- und Verpackungsregelung die Freisetzung von Cadmium aus PVC nicht verhindern. Eine Maßnahme nach § 17 Abs. 1 ChemG wäre demnach erforderlich. Zu denken wäre hier, unter Berücksichtigung des allgemeinen Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes, an eine Maßnahme nach § 17 Abs. 1 Nr. 3 lit. a) 2. Alt., die an der Beschaffenheit des Stoffes PVC ansetzen würde. So könnte vorgegeben werden, daß PVC nicht mehr mit Cadmium stabilisiert werden dürfte.

In Umsetzung einer entsprechenden EG-rechtlichen Vorgabe⁴¹⁸ enthält die im Oktober 1993 verabschiedete Chemikalien-Verbotsverordnung⁴¹⁹ eine detaillierte Regelung zur Beschränkung der Verwendung von Cadmium und Cadmiumverbindungen als Stabilisator von PVC-Erzeugnissen. Danach dürfen ab dem 1. Juli 1994 folgende PVC-Erzeugnisse nicht in den Verkehr gebracht werden, wenn der Anteil des Cadmiums bzw. der Cadmiumverbindung 0,01% des Mas-

⁴¹⁸ Richtlinie 91/338/EWG des Rates v. 18.6.1991 zur zehnten Änderung der Richtlinie 76/769/EWG zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen, ABl. L 186 v. 12.7.1991, 59-63.

⁴¹⁹ Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung — ChemVerbotsV) v. 14.10.1993, BGBl. I S. 1720.

sengehalts des Polymers übersteigt: Verpackungsmaterial, Büro- und Schulbedarf, Beschläge, Bekleidung und Accessoires, Boden- und Wandverkleidungen, imprägnierte, bestrichene oder beschichtete Textilien, Kunstleder, Schallplatten, Rohre und Anschlußteile, Pendeltüren, Innen- und Außenverkleidungen sowie Karosserieböden von Straßenverkehrsmitteln, Beschichtung von im Baugewerbe oder in der Industrie verwendeten Stahlblechen und Kabelisolierungen.⁴²⁰ Bemerkenswert ist, daß in dieser Aufzählung Fensterprofile, auf die 76% des in der PVC-Stabilisierung eingesetzten Cadmiums entfallen⁴²¹, fehlen.

2. *Abfallgesetz*

Neben dem ChemG kommen auch Vorschriften des Abfallgesetzes (AbfG) zur Regulierung von Stoffen in Betracht. Ebenso ist die aufgrund des AbfG erlassene Verpackungsverordnung für den Anwendungsbereich des PVC relevant, da ein nicht geringer Teil des PVC für Verpackungen eingesetzt wird.⁴²² Das AbfG soll allerdings in Zukunft durch das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW/AbfG) ersetzt werden. Hierzu lag zum Ende der Bearbeitung ein Entwurf der Bundesregierung vom 31.3.1993 vor.⁴²³ Die Abweichungen des Entwurfs in bezug auf die hier behandelten Vorschriften des AbfG werden am Ende dieses Kapitels dargestellt.

Das Abfallgesetz enthält insbesondere

- eine Definition des Abfallbegriffes (§ 1 AbfG),
- ein Abfallvermeidungs- und Abfallverwertungsgebot (§ 1a AbfG),

⁴²⁰ Abschnitt 18 des Anhangs zu § 1 der ChemVerbotsV.

⁴²¹ Vgl. E. Böhm, W. Tötsch, a.a.O., S. 25.

⁴²² Vgl. Kap. II.3.1.

⁴²³ Siehe Abfallwirtschaftsjournal 1993, S. 404.

- allgemeine Grundsätze über die Art und Weise der Abfallentsorgung (§ 2 AbfG),
- Regelungen der Verpflichtung zur Abfallentsorgung (§ 3 AbfG) und Regelungen zur Entsorgung der Abfälle in speziell dafür zugelassenen Anlagen (§ 4 AbfG),
- ordnungsrechtliche Kontrollvorschriften für alle bedeutsamen Betätigungen auf dem Gebiet der Abfallentsorgung, z.B. durch Vorbehalte der behördlichen Genehmigung (§§ 7, 12, 13 AbfG),
- detaillierte Vorschriften zur Überwachung der Abfallentsorgung (§§ 11, 11a, 13 Abs. 4 AbfG) und
- Ermächtigungen zum Erlaß von Rechtsverordnungen durch die Bundesregierung zur Vermeidung oder Verringerung schädlicher Stoffe in Abfällen und zur Vermeidung und Verringerung von Abfallmengen (§ 14 AbfG).

2.1. Maßnahmen zur Regulierung in § 14 AbfG

Mit § 14 Abfallgesetz ist eine zentrale Rechtsgrundlage zum Erlaß von Rechtsverordnungen des Bundes geschaffen worden.⁴²⁴ Innerhalb des § 14 wird unterschieden zwischen Schadstoffregelungen (§ 14 Abs. 1) und Mengenregelungen (§ 14 Abs. 2).

In § 14 Abs. 1 wird die Bundesregierung ermächtigt, zur Vermeidung oder Verringerung schädlicher Stoffe in Abfällen oder zu ihrer umweltverträglichen Entsorgung nach Anhörung der beteiligten Kreise durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates bestimmte Maßnahmen zu ergreifen.

Zu diesen Maßnahmen gehören

- eine Kennzeichnungspflicht für Erzeugnisse (§ 14 Abs. 1 Nr. 1),
- eine Pflicht zur getrennten Entsorgung von Abfällen (§ 14 Abs. 1 Nr. 2),
- Rücknahme- und Pfandpflichten von Erzeugnissen (§ 14 Abs. 1 Nr. 3),

⁴²⁴ Vgl. L.-A. Versteyl, in: Ph. Kunig, G. Schwermer, L.-A. Versteyl, Abfallgesetz, Kommentar, München 1992, § 14, Rz. 3.

- Vorgaben zur Beschaffenheit eines Erzeugnisses (§ 14 Abs. 1 Nr. 4, 1. Alt.) oder gar ein vollständiges Verbot des Inverkehrbringens bestimmter Erzeugnisse (§ 14 Abs. 1 Nr. 4, 2. Alt.).

Nach § 14 Abs. 2 AbfG legt die Bundesregierung zur Vermeidung oder Verringerung von Abfallmengen nach Anhörung der beteiligten Kreise binnen angemessener Frist zu erreichende Ziele für Vermeidung, Verringerung oder Verwertung von Abfällen aus bestimmten Erzeugnissen fest und veröffentlicht diese im Bundesanzeiger (§ 14 Abs. 2 S. 1 und 2).

Ferner kann die Bundesregierung nach Anhörung der beteiligten Kreise durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates bestimmen, soweit zur Vermeidung oder Verringerung von Abfallmengen oder zur umweltverträglichen Entsorgung erforderlich, daß bestimmte Erzeugnisse, insbesondere Verpackungen und Behältnisse

1. einer Kennzeichnungspflicht unterliegen,
2. bestimmte Beschaffenheiten erfüllen müssen,
3. einer Rücknahme- und Pfandpflicht unterliegen,⁴²⁵
4. einer Pflicht zur getrennten Entsorgung unterliegen oder
5. nur für bestimmte Zwecke verwendet werden dürfen.

Beide Eingriffskategorien könnten für PVC relevant sein, da PVC sowohl im Hinblick auf die in dem Kunststoff enthaltenen schädlichen Stoffe als auch im Hinblick auf die Abfallmengen Probleme aufwirft.

Ansatzpunkt beider Regelungen (Abs. 1 u. 2) ist nicht wie in § 17 ChemG ein bestimmter Stoff, sondern das "Erzeugnis", das bestimmte schädliche Stoffe enthält, die auch entsorgungsrelevant sind, oder das zu einer Erhöhung der Abfallmengen beiträgt. Auf PVC bezogen könnte also im Rahmen des § 14 AbfG nicht am Stoff PVC, sondern an PVC-Erzeugnissen angesetzt werden.

Eine Regulierungsform von PVC nach dem Maßnahmenkatalog des § 14 AbfG wäre z.B. die Einführung einer Kennzeichnungspflicht aller PVC-Erzeugnisse, in Verbindung mit einer Pflicht zur Rücknahme und Abfalltrennung zum Zwecke der Wiederverwertung (§ 14 Abs. 2

⁴²⁵ Siehe hierzu die Ausführungen zur Verpackungsverordnung unter Kap. IV.2.3.

Nr. 1, 3, 4). Ebenso wäre als Maßnahme i.S. von § 14 Abs. 1 Nr. 4 AbfG gegen PVC-Erzeugnisse denkbar, diese in bestimmten Verwendungsbereichen, die entsorgungsrelevant sind, z.B. Verpackungen und Gebrauchsgegenstände aus PVC⁴²⁶, gänzlich zu verbieten, da bei der Deponierung oder Müllverbrennung schädliche Stoffe, z.B. Weichmacher, Cadmium und Blei bei der Deponierung und Chlorwasserstoff und Dioxine bei der Müllverbrennung, freigesetzt werden können⁴²⁷ und diese Freisetzung entweder gar nicht (z.B. bei der Deponierung von PVC-Abfällen) oder nur mit hohem Aufwand (z.B. bei der Verbrennung von PVC-Abfällen) verhindert werden kann.

2.2. Die materiellen Voraussetzungen in § 14 AbfG

2.2.1. § 14 Abs. 1 AbfG

Voraussetzung für alle Maßnahmen nach § 14 Abs. 1 AbfG ist, daß mit ihnen das Ziel verfolgt wird, schädliche Stoffe in Abfällen zu vermeiden oder zu verringern oder zu ihrer umweltverträglichen Entsorgung beizutragen. Diese Voraussetzung wird für die einzelnen möglichen Maßnahmen teilweise noch konkretisiert. Erste Voraussetzung für eine Regulierung von Erzeugnissen nach § 14 Abs. 1 ist demnach, daß diese "schädliche Stoffe" enthalten müssen, die dann auch im Abfall vorzufinden sind oder die aufgrund chemischer Reaktionen zur Entstehung schädlicher Stoffe in Abfällen beitragen. Allerdings ist eine Regulierung dieser Erzeugnisse nur dann möglich, wenn dies der Vermeidung und Verminderung schädlicher Stoffe in Abfällen oder ihrer umweltverträglichen Entsorgung dient. Um die Erfüllung dieses Erfordernisses beurteilen zu können, ist zunächst zu klären, was unter "schädlichen Stoffen" zu verstehen ist. Das Abfallgesetz selbst enthält keine Legaldefinition des Begriffes "schädlicher Stoff". In der Literatur ist eine Konkretisierung dieses Begriffes im

⁴²⁶ Vgl. Kap. II.4.1.

⁴²⁷ Vgl. Kap. II. 4.2., 4.3.2.1., 4.3.3.

Zusammenhang mit § 14 Abs. 1 AbfG, soweit ersichtlich, bisher nicht erörtert worden. In § 2 Abs. 1 S. 2 AbfG wird in der Form nicht abschließend aufgezählter Beispiele vorgegeben, wie Abfälle zu entsorgen sind — Abfälle sind so zu entsorgen, daß das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird — und wer oder was vor Schädigungen durch Abfälle geschützt werden soll. Die Ermächtigungsgrundlage in § 14 Abs. 1 AbfG könnte als Umsetzung dieses Entsorgungsgebotes angesehen werden. Fraglich ist, ob sich eine Definition für schädliche Stoffe aus § 2 Abs. 1 AbfG ableiten läßt, da diese Regelung auf die Art und Weise der Entsorgung von Abfällen zielt und nicht auf die Zusammensetzung der Abfälle. Wollte man den Begriff "schädliche Stoffe" mit Hilfe des § 2 Abs. 1 AbfG konkretisieren, so wären unter schädlichen Stoffen in Abfällen diejenigen Stoffe zu verstehen, die bei der Entsorgung geeignet sind, das Wohl der Allgemeinheit zu beeinträchtigen, insbesondere die Gesundheit der Menschen und ihr Wohlbefinden zu gefährden (Nr. 1) oder Gewässer, Boden und Nutzpflanzen schädlich zu beeinflussen (Nr. 3). Zur Bestimmung der Eingriffsschwelle in § 14 Abs. 1 AbfG ist es aber von Bedeutung — wie vorher auch schon zu § 17 ChemG ausgeführt wurde —, ob unter "schädlichen Stoffen" verstanden wird, daß diese grundsätzlich dazu in der Lage sind, Schäden zu verursachen, also ein Schädigungspotential besitzen, oder ob Stoffe erst dann schädlich im Sinne des § 14 Abs. 1 AbfG sein sollen, wenn sie ein Schädigungspotential besitzen und in einer bestimmten Menge im Abfall vorhanden sind, die das Eintreten von Schäden wahrscheinlich macht, ob also die Exposition der Stoffe einbezogen werden muß. Zur Klärung dieser Problematik (Schädigungspotential oder Schädigungspotential plus Exposition) trägt auch § 2 Abs. 1 S. 2 AbfG nichts Näheres bei. Auch in der Literatur ist diese Frage im Zusammenhang mit § 14 Abs. 1, soweit ersichtlich, noch nicht behandelt worden. Meines Erachtens wäre es sinnvoll, um überhaupt Maßnahmen nach § 14 Abs. 1 AbfG erlassen zu können, die Exposition von Stoffen nicht in die Bestimmung des Begriffes "schädlicher Stoff" einzubeziehen, weil eine bestimmte Stoffmenge, die z.B. im Abgas einer Müllverbrennungsanlage oder im Deponiesickerwasser gemessen wird, kaum einem bestimmten Er-

zeugnis in Gänze oder in klar definierbaren Teilen zugeschrieben werden kann.

Folgt man meiner Argumentation, bedeutet dies für die Definition "schädliche Stoffe" i.S. des § 14 Abs. 1 AbfG und für die Bestimmung der Eingriffsschwelle für Maßnahmen nach § 14 Abs. 1 AbfG, daß unter "schädlichen Stoffen" in Abfällen diejenigen Stoffe zu verstehen sind, die potentiell dazu in der Lage sind, Schäden zu verursachen, also ein Schädigungspotential besitzen. Danach könnte eine Maßnahme gemäß § 14 Abs. 1 AbfG von der Bundesregierung erlassen werden, wenn ein Stoff ein Schädigungspotential besitzt, z.B. Krebs erzeugen kann oder toxisch auf Fische wirkt. Hinzu käme jedoch die Anforderung, daß die Maßnahmen mit dem Ziel der Vermeidung oder Verringerung schädlicher Stoffe in Abfällen oder zu ihrer umweltverträglichen Entsorgung getroffen werden (§ 14 Abs. 1 AbfG).

Konkret könnte z.B. eine Verpflichtung der Vertreiber von PVC-Fenstern zur Eröffnung von Rückgabemöglichkeiten von gebrauchten PVC-Fenstern (§ 14 Abs. 1 Nr. 3) damit gerechtfertigt werden, daß schädliche Stoffe wie Cadmium und Blei gänzlich in Abfällen vermieden werden sollten. Ebenso wäre eine Kennzeichnungspflicht von PVC-Fenstern (§ 14 Abs. 1 Nr. 1), die auch die Rückgabe dieser Erzeugnisse an die Vertreiber erleichtern würde, damit zu rechtfertigen. Die Voraussetzung der Kennzeichnungspflicht nach § 14 Abs. 1 Nr. 1 AbfG (Schadstoffgehalt der aus den Erzeugnissen nach bestimmungsgemäßem Gebrauch in der Regel entstehenden Abfälle) ist für PVC-Erzeugnisse anwendbar, wenn man bejaht, daß Hilfsstoffe in PVC wie Cadmium, Blei oder Weichmacher schädliche Stoffe sind.

Wollte die Bundesregierung eine Maßnahme gegen PVC-Erzeugnisse erlassen, die auf die Beschaffenheit dieser Erzeugnisse oder auf ihre Verwendungsart abstellt (§ 14 Abs. 1 Nr. 4, 1. Alt.), oder sollte gar ein gänzlich Verbot des Inverkehrbringens (§ 14 Abs. 1 Nr. 4, 2. Alt.) für bestimmte PVC-Erzeugnisse, z.B. Verpackungen oder andere Bedarfsgegenstände des täglichen Gebrauchs, erlassen werden, so müßte, neben der Prüfung des Tatbestandsmerkmals "schädliche Stoffe" und der Rechtfertigung, daß eine solche Maßnahme der Verringerung oder Vermeidung schädlicher Stoffe in Abfällen dient, ge-

prüft werden, ob bei ihrer Entsorgung die Freisetzung dieser Stoffe nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand verhindert werden könnte. Im Hinblick auf eine Regulierung von PVC-Erzeugnissen wurde dazu oben festgestellt⁴²⁸, daß die Freisetzung von Additiven aus PVC-Erzeugnissen unter Deponiebedingungen strittig ist. Zwar werden Weichmacher im Deponiesickerwasser nachgewiesen und dort auch Schwermetallbelastungen durch Cadmium und Blei festgestellt, doch ist der Nachweis über die konkrete Zuordnung zu PVC noch mit Unsicherheiten behaftet. Andererseits wird bei der Müllverbrennung von PVC-Erzeugnissen u.a. HCl in die Luft freigesetzt. Ob der technische Aufwand zur Verhinderung dieser HCl-Emissionen (wobei unter Verhinderung auch die Einschränkung der HCl-Emissionen auf ein durch Grenzwerte der TA-Luft vorgegebenes Maß zu verstehen ist) als unverhältnismäßig zu beurteilen ist, ist eine technische und ökonomische Frage, die hier letztlich nicht beantwortet werden kann. Fest steht aber, daß PVC-Erzeugnisse in der Müllverbrennung HCl-Emissionen erzeugen, diese durch bestimmte Rückhaltetechniken vermindert werden müssen und dadurch den öffentlichen Entsorgern Mehrkosten entstehen.⁴²⁹

Die Prüfung der "Unverhältnismäßigkeit" (§ 14 Abs. 1 Nr. 4) des technischen Aufwandes eröffnet aber auch die Möglichkeit einer Abwägung, ob der Einsatz öffentlicher Mittel für den Einbau und das Betreiben von Rauchgastechniken, die die HCl-Emissionen zurückhalten sollen, im konkreten Fall zur volkswirtschaftlichen Bedeutung des betreffenden Erzeugnisses verhältnismäßig ist, ob z.B. die volkswirtschaftliche Bedeutung eines aus PVC bestehenden Weichgummi-tiers zu den letztlich dadurch bei der Müllverbrennung entstehenden Kosten, die die öffentliche Hand zu tragen hat, verhältnismäßig ist.

Weitere Einschränkungen zum Erlaß von Maßnahmen gemäß § 14 Abs. 1 Nr. 1-4 AbfG ergeben sich nicht aus dem Gesetz. Allerdings müssen entsprechend dem *allgemeinen Grundsatz der Verhältnis-*

⁴²⁸ Vgl. Kap. II.4.4.1.

⁴²⁹ Vgl. Kap. II.4.3.2.2.

mäßigkeit staatliche Maßnahmen zur Erreichung des angestrebten Zweckes erforderlich und geeignet sein. Erforderlichkeit bedeutet, daß unter mehreren gleichermaßen geeigneten Maßnahmen, diejenige auszuwählen ist, die die geringste Beeinträchtigung für den Belasteten darstellt.

Zweck einer Maßnahme i.S.v. § 14 Abs. 1 Nr. 1-4 AbfG ist, wie vorher erörtert, die Vermeidung oder Verringerung schädlicher Stoffe in Abfällen oder ihre umweltverträgliche Entsorgung. Eine Maßnahme, die z.B. die Vertreiber von PVC-Fenstern zur Eröffnung von Rückgabemöglichkeiten von gebrauchten PVC-Fenstern und zur Kennzeichnung verpflichten würde, wäre geeignet, den Eintrag schädlicher Stoffe, wie z.B. Cadmium und Blei, in Abfälle zu verringern, da durch den Aufbau eines Rücknahmesystems, das an die Wiederverwertung⁴³⁰ der PVC-Fenster anknüpft, diese Stoffe nicht in den Abfall gelangen, sondern das PVC aus den Fenstern als Rohstoff zurückgewonnen wird und erneut verwertet werden kann. Ob allerdings eine solche Maßnahme geeignet ist, einen Beitrag zur "umweltverträglichen Entsorgung"⁴³¹ i.S.v. § 14 Abs. 1 S. 1, 2. Alt. AbfG zu leisten, hängt davon ab, ob die Wiederverwertung von PVC-Erzeugnissen überhaupt das Kriterium der Umweltverträglichkeit zu erfüllen vermag. Oben wurde dazu festgestellt⁴³², daß gerade bezüglich der Frage nach den Gefährdungen, die von PVC-Recyclingverfahren ausgehen können, noch große Wissenslücken bestehen, so daß hier nicht beurteilt werden kann, ob eine Kennzeichnungs- und Rücknahmeverpflichtungsmaßnahme auch geeignet ist, das Kriterium der umweltverträglichen Entsorgung zu erfüllen. Zur Prüfung der Geeignetheit reicht es aber aus, daß die Maßnahme geeignet ist, zur Verringerung oder zur Vermeidung von schädlichen Stoffen in Abfällen beizutragen.

⁴³⁰ Zum Begriff der Wiederverwertung vgl. Kap. II.5.5.

⁴³¹ § 1 Abs. 2 AbfG definiert den Begriff Abfallentsorgung. Diese Begriffsbestimmung bezieht auch das Gewinnen von Stoffen, also die Wiederverwertung mit ein.

⁴³² Vgl. Kap. II.5.4.

dies, daß eine Maßnahme, die PVC-Erzeugnisse nur in einer bestimmten Beschaffenheit, z.B. ohne Weichmacher DEHP, zuläßt, nur erlassen werden könnte, wenn die anderen Maßnahmen des § 14 Abs. 1 Nr. 1-3 AbfG nicht geeignet sind, den Zweck der Verringerung oder Vermeidung schädlicher Stoffe in Abfällen zu erreichen. Ebenso ergibt sich eine Abstufung unter den Maßnahmen des § 14 Abs. 1 Nr. 4 AbfG. Wenn eine Beschaffenheits- oder Verwendungsregelung bereits die Freisetzung z.B. von DEHP verhindern kann, ist ein Verbot von PVC-Erzeugnissen nicht erforderlich und darf daher nicht erlassen werden.

2.2.2. § 14 Abs. 2 AbfG

Die Regelungen des § 14 Abs. 2 AbfG beziehen sich ausschließlich auf die Abfallmenge und nicht auf deren Schädlichkeit.⁴³⁶ § 14 Abs. 2 AbfG enthält zwei Regelungsebenen. Ausgangspunkt ist § 14 Abs. 2 S. 1 AbfG, in dem die Bundesregierung aufgefordert wird, zur Vermeidung oder Verringerung von Abfallmengen nach Anhörung der beteiligten Kreise binnen angemessener Frist zu erreichende Ziele zur Vermeidung, Verringerung oder Verwertung von Abfällen aus bestimmten Erzeugnissen festzulegen.⁴³⁷ In einem Satz 2 wird sodann vorgeschrieben, daß diese Festlegungen im Bundesanzeiger zu veröffentlichen sind. Zielfestlegungen können als eine Umsetzungsform des Kooperationsprinzips angesehen werden. Sie sind als Aufforderung an die Marktbeteiligten zu verstehen, mit eigenverantwortlichen und

⁴³⁶ Vgl. L.-A. Versteyl, a.a.O., Rz. 22.

⁴³⁷ Die rechtliche Einordnung der Zielfestlegungen ist in der Literatur umstritten. Vgl. dazu J. Jeckewitz, Zielfestlegungen nach § 14 Abs. 2 AbfG — ein Regelungsinstrument mit fraglichem Rechtscharakter, DÖV 1990, S. 51 ff. H.Chr. Atzpodien, Zielvorgaben zur Vermeidung oder Verminderung von Abfallmengen nach § 14 Abfallgesetz als Ausprägung des Kooperationsprinzips, UPR 1990, S. 7 ff.

marktkonformen Mitteln Vorgaben zur Abfallreduzierung zu realisieren.⁴³⁸

§ 14 Abs. 2 S. 3 AbfG sieht als 2. Regulierungsstufe vor, daß die Bundesregierung ermächtigt wird, 5 verschiedene Maßnahmen (Kennzeichnungspflicht, Vorgaben zur Beschaffenheit, Rücknahme- und Pfandpflicht, Pflicht zur getrennten Überlassung von Abfällen und Beschränkungen der Verwendungsarten) gegen bestimmte Erzeugnisse, insbesondere Verpackungen und Behältnisse, per Rechtsverordnung zu erlassen. Allerdings ist der Erlaß einer solchen Rechtsverordnung nur unter der Voraussetzung möglich, daß dies zur Vermeidung und Verringerung von Abfallmengen oder zur umweltverträglichen Entsorgung erforderlich ist, insbesondere soweit dies durch Zielfestlegungen nach Satz 1 nicht erreichbar ist.

Zu prüfen ist danach generell, ob der Erlaß einer Maßnahme nach § 14 Abs. 2 S. 3 Ziff. 1-5 AbfG zur Erreichung des Gesetzeszweckes (Verringerung und Vermeidung von Abfallmengen) erforderlich ist und ob nicht insbesondere dieser schon durch Zielfestlegungen erreichbar ist.

Danach wäre z.B. der Erlaß einer Verordnung, die die Kennzeichnung von PVC-Verpackungen und die Pflicht zur Trennung von PVC-Verpackungen im Abfall vorsieht, um diese einer umweltverträglichen Entsorgung zuzuführen und damit auch die Abfallmengen zu reduzieren, nur möglich, wenn dies durch entsprechende Zielvorgaben der Bundesregierung nicht erreichbar wäre. Ansätze dazu gibt es bereits im Rahmen der Zielfestlegung des § 14 Abs. 2 S. 1 AbfG. Für Kunststoffverpackungen ist die Zielfestlegung zur Vermeidung, Verringerung oder Verwertung von Abfällen von Verkaufsverpackungen aus Kunststoff für Nahrungs- und Genußmittel vom 17.1.1990 ergangen.⁴³⁹ Nach Nr. 2 dieser Zielfestlegung ist beginnend ab 1.2.1990, abschließend bis zum 31.12.1990 auf Bechern, Dosen, Eimern, Fässern, Flaschen, Kanistern, Säcken und Tragetaschen die jeweilige

⁴³⁸ Vgl. BT-Drucks. 11/756, S. 100.

⁴³⁹ Vgl. Bundesanzeiger, S. 513.

Kunststoffart anzugeben (Ausnahmen gibt es für Behältnisse mit einem Volumen von weniger als 100 ml). Ferner legen der Einzelhandel und die Verpackungshersteller gemäß Nr. 5 bis zum 31. Juli 1990 dem Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Vorschläge für den Aufbau von Rücknahmesystemen vor, die außerhalb der öffentlichen Abfallentsorgung eine Rückführung gebrauchter Verkaufsverpackungen aus Kunststoff in eine Verwertung gewährleisten. Ein Recyclingsymbol, das in der Zielfestlegung vorgegeben ist, sollte jedoch nur verwendet werden, wenn bereits ein Rücknahmesystem für eine Verwertung im Sinne von Ziff. 5 besteht oder im Zeitpunkt der Kennzeichnung aufgebaut ist. Die Zielfestlegungen für Kunststoffverpackungen bezüglich der Regelungen über ein privates Rücknahmesystem wurden inzwischen von der Verpackungsverordnung abgelöst. Die Kennzeichnung von Kunststoffverpackungen ist dort jedoch nicht geregelt.⁴⁴⁰

Ob Zielfestlegungen Regelungen per Rechtsverordnung aufschieben oder verhindern können⁴⁴¹ ist fraglich. Von der Bundesregierung wurde dies unter Hinweis auf die Formulierung des § 14 Abs. 2 S. 3 AbfG "insbesondere" verneint. Die Bundesregierung könne, wenn etwa die Beteiligten die Ziele ignorierten und keinerlei Vorkehrungen zur Zielerreichung trafen, sofort eine Rechtsverordnung erlassen.⁴⁴² Diese Meinung ist allerdings in der Literatur umstritten.⁴⁴³ Nach Atzpodien würde bei dieser Betrachtungsweise verkannt werden, daß das Zielfestlegungsinstrument des § 14 Abs. 2 S. 1 AbfG über den Wortlaut des § 14 Abs. 2 S. 3 AbfG unmittelbar in die Verordnungsermächtigung integriert sei und hierdurch in einer festen Relation zur

⁴⁴⁰ Siehe dazu unter Kap. IV.2.3.

⁴⁴¹ Diese Frage wurde in den Beratungen des Bundes-Innenausschusses in der Diskussion über das Zielfestlegungsinstrument seitens der Vertreter von SPD und GRÜNEN aufgeworfen, vgl. BT-Drucks. 10/5656, S. 74, 77.

⁴⁴² Vgl. BT-Drucks. 10/5656, S. 77.

⁴⁴³ Vgl. H.Chr. Atzpodien, a.a.O., S. 9.

Ermächtigungsgrundlage des § 14 Abs. 2 S. 3 AbfG stehe.⁴⁴⁴ Dagegen wird die Meinung vertreten, daß die Möglichkeit zum Erlaß der in § 14 Abs. 2 S. 3 AbfG angeführten Rechtsverordnungen (Maßnahmen nach Ziff. 1-5) allein an die Voraussetzung der Erforderlichkeit zur Vermeidung und Verringerung von Abfallmengen oder zur umweltverträglichen Entsorgung geknüpft sei.⁴⁴⁵ Durch die Wortwahl "insbesondere soweit" sei allein klargestellt worden, daß ein Regelbeispiel einer solchen Erforderlichkeit die Wirkungslosigkeit von Zielfestlegungen nach § 14 Abs. 2 S. 1 AbfG darstelle.⁴⁴⁶

Nach Einschätzung der Verfasserin spricht Erhebliches dafür, daß der Versuch einer Zielfestlegung dem Erlaß einer Verordnung vorzuziehen hat. Dies läßt sich schon aus dem den Zielfestlegungen zugrundeliegenden Kooperationsprinzip ableiten, das von dem Gedanken der Subsidiarität staatlichen Eingreifens ausgeht.⁴⁴⁷ Danach könnte z.B. eine Verordnung über die Kennzeichnung von PVC-Verpackungen und über die Rücknahme von PVC-Verpackungen erst erlassen werden, wenn durch die vorher erwähnte Zielfestlegung für Kunststoffverpackungen vom 17.1.1991 das Gesetzesziel der Vermeidung und Verringerung von Abfallmengen oder der umweltverträglichen Entsorgung nicht erreichbar ist. Sollte dieses Ziel durch die Zielfestlegungen nicht erreicht werden, so ist zu prüfen, ob eine staatliche Maßnahme erforderlich ist. Ob eine PVC-Abfallmengenreduzierung erforderlich ist, ist eine Frage nach den Kenntnissen über das PVC-Abfallaufkommen in den nächsten Jahren. Oben⁴⁴⁸ wurden dazu unterschiedliche Angaben gemacht. Im eigens dazu erarbeiteten Diagramm, der Tabelle und der dazu aufgestellten Hilfsrechnung (Anlagen I-III) wird eine Prognose dazu abgegeben, aus der sich eine Steigerung des PVC-Abfallaufkommens in den nächsten Jahren ableiten läßt. Wenn

⁴⁴⁴ Vgl. ebenda.

⁴⁴⁵ Vgl. J. Jeckewitz, a.a.O., S. 56.

⁴⁴⁶ Vgl. ebenda.

⁴⁴⁷ Vgl. dazu H. v. Lersner, Die ökologische Wende, Berlin 1991, S. 55.

⁴⁴⁸ Vgl. Kap. II.4.1.

nun die Erforderlichkeit der Abfallmengenreduzierung von PVC bejaht wird, kann der Verordnungsgeber unter Berücksichtigung des allgemeinen Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes Verordnungen nach Maßgabe des § 14 Abs. 2 S. 3 Ziff. 1-5 AbfG erlassen.

2.3. *Verpackungsverordnung*

Auf der Grundlage des § 14 Abs. 1 Nr. 1 und 4 und Abs. 2 Satz 3 Nr. 1, 2 und 3 AbfG hat die Bundesregierung am 12. Juni 1991 die Verordnung über die Vermeidung von Verpackungsabfällen⁴⁴⁹ (VerpackV) erlassen. Kernpunkt der Verordnung ist die Pflicht von Herstellern und Vertreibern nach den §§ 4, 5 und 6 VerpackV, Verpackungen zurückzunehmen und sie wiederzuverwenden oder einer stofflichen Verwertung außerhalb der öffentlichen Abfallensorgung zuzuführen.⁴⁵⁰ Hiervon können sie sich bezüglich der Verkaufsverpackungen⁴⁵¹ nach § 6 Abs. 3 VerpackV befreien, indem sie sich an einem System beteiligen, das flächendeckend im Einzugsgebiet des Herstellers oder Vertreibers eine regelmäßige Abholung beim Endverbraucher oder in seiner Nähe in ausreichender Weise gewährleistet und die im Anhang der Verordnung genannten Anforderungen erfüllt. Ein solches System ist in Gestalt des Dualen Systems Deutschland (DSD) entstanden.⁴⁵² Für die Teilnahme am System vergibt das DSD den "Grünen Punkt" als Lizenzzeichen.⁴⁵³ Die im Anhang der Ver-

⁴⁴⁹ Vom 12. Juni 1991, BGBl. I S. 1234.

⁴⁵⁰ Allgemein zur VerpackV siehe A. Strecker, D. Bernd, Kommentar zur Verpackungsverordnung, Heidelberg 1992; L.-A. Versteyl, Die Verpackungsverordnung — Anfang vom Ende der Wegwerfgesellschaft?, NVwZ 1991, S. 848.

⁴⁵¹ In der Verordnung werden Transport-, Um- und Verkaufsverpackungen unterschieden. Siehe hierzu die Begriffsbestimmungen in § 3 Abs. 1 VerpackV.

⁴⁵² Siehe A. Strecker, D. Bernd, a.a.O., S. 87 ff.; BT-Drs. 12/2682, S. 2.

⁴⁵³ A. Strecker, D. Bernd, a.a.O., S. 90, 94 ff.

ordnung genannten Anforderungen an das DSD bestehen vor allem in Quoten für die Erfassung, Sortierung und Verwertung von Verpackungsmaterialien. Bis zum 1. Juli 1995 sind bezogen auf das Gewicht 80% aller Verpackungsmaterialien zu erfassen und hiervon 80% (Pappe und Karton, Papier, Kunststoff, Verbunde) bzw. 90% (Glas, Weißblech und Aluminium) in stofflich verwertbarer Qualität auszusortieren und diese Wertstoffmengen einer stofflichen Verwertung zuzuführen.⁴⁵⁴

Für Kunststoffe ergibt sich damit ab dem 1. Juli 1995 eine Verwertungsquote von 64% des gesamten Verpackungsaufkommens. Im Vergleich zu den Verwertungsraten bei Kunststoffen im Jahre 1991 bedeutet die Einhaltung der Quote von 64% am 1. Juli 1995 eine Steigerung der Recyclingquote um 7.000%.⁴⁵⁵ Die Einhaltung der Verwertungsvorgaben der VerpackV für Kunststoffe erscheint in mehrfacher Hinsicht zweifelhaft. Zunächst bedeutet die Aussortierung von Kunststoffen als solche nicht, daß diese wiederverwertet werden können. Kunststoffe sind untereinander sehr verschieden und können nicht gemischt wiederverwertet werden, will man nicht lediglich minderwertige Kunststoffe produzieren, aus denen allenfalls Blumentöpfe oder Parkbänke gefertigt werden könnten, was einer Zwischenlagerung von Kunststoffabfällen gleichkäme.⁴⁵⁶ Eine Trennung der verschiedenen Kunststoffarten schreibt die VerpackV nicht vor. Ebenso ist die hierfür notwendige Kennzeichnung der Verpackungen bezüglich des verwendeten Materials nicht als verpflichtend in die Verord-

⁴⁵⁴ Die stoffliche Verwertung grenzt sich insbesondere von der thermischen ab, bei der der Stoff zur Energiegewinnung verbrannt wird. Siehe J. Fluck, DB 1992, S. 193 (197 f.).

⁴⁵⁵ Technische Fachhochschule Berlin, FB Verpackungstechnik (Hrsg.), D. Berndt, M. Thiele, u.a., Kosten für das Recycling von Kunststoff-Verpackungen im Dualen System, Berlin, September 1991, zitiert nach A. Strecker, D. Berndt, a.a.O., S. 104.

⁴⁵⁶ So C. Ewen und U. Riedel, Aus der Tonne in den Ofen, Müllmagazin 3/90, S. 15 (16). Siehe auch Kap. II.5.

nung aufgenommen worden.⁴⁵⁷ Damit stellt sich das Problem der stofflichen Verwertung von Kunststoffen in erster Linie als Sortierungsproblem dar. Daß aber ebenso die Bereitstellung ausreichender Recyclingkapazitäten Probleme bereitet, läßt sich daran erkennen, daß zur Zeit geplant ist, die Verwertungsrate für 1995 von 64% auf 50% herabzusetzen.⁴⁵⁸ Weiterhin sollen die über die Quoten gesammelten Verpackungsabfälle in Strom oder Heizwärme produzierenden Anlagen verbrannt werden können.⁴⁵⁹

Für PVC ergeben sich dabei spezifische Probleme, als es sich bei nicht-sortenreiner Verwertung unter den bei der Verarbeitung von Polyolefinen oder Polystyrol üblichen Bedingungen zersetzt und damit das Recycling von Kunststoffen insgesamt erschwert.⁴⁶⁰ Im übrigen sind bei der Bewertung der Verwertung von PVC im Rahmen der Maßnahmen nach der Verpackungsverordnung die gleichen Bedenken bezüglich der Durchführbarkeit des Recyclings überhaupt und seiner Wirtschaftlichkeit anzumelden, die bereits zum PVC-Recycling allgemein dargelegt wurden.⁴⁶¹ Die Verpackungsverordnung könnte allerdings insofern zur Vermeidung von PVC und anderer problematischer Verpackungsmaterialien führen, als den Herstellern und Vertreibern von Verpackungen durch die Verordnung die Kosten für die Entsorgung aufgebürdet werden. Sollte sich z.B. das PVC-Recycling als unwirtschaftlich herausstellen, könnten Verpackungshersteller und Vertreiber aus Kostengründen geneigt sein, auf kostengünstigere und damit wahrscheinlich auch umweltfreundlichere Materialien zurückzugreifen.

457 Siehe V. Wollny, Chancen nicht genutzt, Müllmagazin 1/91, S. 7 (9).

458 Frankfurter Rundschau vom 29.12.1993, Wirtschaftsteil: Reif für die Müllhalde.

459 Die Welt vom 29.12.1993, S. 11: Mittelstand greift DSD scharf an.

460 Siehe Kap. II.5.2.

461 Siehe Kap. II.5.

2.4. *Entwurf des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes*

Mit dem Entwurf des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW/AbfG, im folgenden GE) wird zunächst ein völlig neuer Abfallbegriff eingeführt. Etwas verkürzt gesprochen werden Abfälle nach dem bisherigen AbfG nach § 3 Abs. 1 GE unter Aufgabe des subjektiven Abfallbegriffs als Rückstände bezeichnet.⁴⁶² Solche Rückstände, die nach Maßgabe des GE zu verwerten sind, sind Sekundärrohstoffe, solche, die nicht als Sekundärrohstoffe verwertet werden dürfen, sind Abfälle (§ 3 Abs. 2 und 3 GE). Die Verwertung von Rückständen als Sekundärrohstoffe hat Vorrang vor ihrer Entsorgung als Abfall, soweit dies ökologisch und ökonomisch vertretbar ist.⁴⁶³

Die Maßnahmen des im vorstehenden vertieft behandelten § 14 AbfG finden sich weitgehend in den §§ 21 (Verbote, Beschränkungen und Kennzeichnung) und 22 GE (Rücknahme- und Rückgabepflichten) wieder.⁴⁶⁴

So sind in § 21 GE die Ermächtigung zu Vermarktungsbeschränkungen nach § 14 Abs. 1 Nr. 4 (in § 21 Nr. 1 GE) und die Kennzeichnungspflicht für Sonderabfälle nach § 14 Abs. 1 Nr. 1 AbfG (in § 21 Nr. 3 GE) wörtlich übernommen worden. Weiterhin enthält § 21 GE verschiedene Verordnungsermächtigungen zum Erlass von Kennzeichnungsvorschriften. Diese ermöglichen zum einen verbraucherorientierte Kennzeichnungspflichten, insofern auf den Verpackungen bzw. an der Abgabestelle auf eine nach § 22 GE verordnete Rückgabe- oder Rücknahmepflicht und eine Rückgabemöglichkeit (§ 21 GE Nr. 5)

⁴⁶² Siehe hierzu M. Vagedes, Kreislaufwirtschaft und Abfallentsorgung aus Sicht der Abfallwirtschaft, ZAU 1992, S. 444 (445).

⁴⁶³ Siehe im einzelnen hierzu die §§ 4 und 5 des GE. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen hat darauf hingewiesen, daß ein Vorrang der Vermeidung von Rückständen nicht in dem GE enthalten sei. Siehe Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Stellungnahme zum Entwurf des Rückstands - und Abfallwirtschaftsgesetzes, ZAU 1993, S. 172 (175).

⁴⁶⁴ Siehe auch die Begründung der Bundesregierung zum GE vom 31.3.1993, S. 45.

bzw. auf eine nach § 22 GE verordnete Pfandpflicht und gegebenenfalls die Höhe des Pfandes (§ 21 Nr. 6 GE) hingewiesen werden muß. Herstellerorientierte Kennzeichnungspflichten können nach § 21 Nr. 4 GE verordnet werden. Danach könne Vorschriften erlassen werden, die die Hersteller verpflichten, bestimmte Erzeugnisse in bestimmter Weise, insbesondere zur Erfüllung der Grundpflichten nach § 6 GE, zu kennzeichnen. Hinter dieser Formulierung verbirgt sich in Verbindung mit den in § 6 Abs. 1 GE genannten §§ 4 und 5 GE die Kennzeichnung in bezug auf die für die Erzeugnisse verwendeten Materialien, um diese einer geeigneten Verwertung oder ordnungsgemäßen Entsorgung zuführen zu können.⁴⁶⁵ Möglich waren alle in § 21 GE enthaltenen Kennzeichnungsarten allerdings schon nach § 14 Abs. 2 Nr. 1 AbfG (Kennzeichnung in bestimmter Weise). § 21 GE enthält ebenfalls die Ermächtigung nach § 14 Abs. 2 Nr. 2 AbfG, wonach verordnet werden kann, daß bestimmte Erzeugnisse nur in bestimmter, die Abfallentsorgung spürbar entlastender Weise, insbesondere in einer die mehrfache Verwertung oder die Verwertung erleichternden Form in Verkehr gebracht werden dürfen. Die in § 14 Abs. 1 Nr. 2 enthaltene Pflicht zur getrennten Entsorgung ist keine Verordnungsermächtigung mehr, sondern allgemeine Pflicht aller Besitzer von Rückständen (also auch Verbraucher) nach § 7 GE.

§ 22 GE enthält Verordnungsermächtigungen zur Begründung von Rücknahmepflichten der Hersteller und Vertreiber von Erzeugnissen (Abs. 1) sowie Rückgabepflichten der Besitzer von Rückständen (auch Verbraucher) (Abs. 2). Beide Maßnahmeermächtigungen werden durch Möglichkeiten für Pfandpflichten und Dokumentationspflichten in bezug auf die Rücknahme (Abs. 1) sowie Kostenregelungen für die Entsorgung der zurückzunehmenden Erzeugnisse und Vorschriften über die Art und Weise der Überlassung bei der Rückgabe/Rücknahme (Abs. 2) unterstützt.

Die materiellen Voraussetzungen der §§ 21 und 22 GE unterscheiden sich allerdings z.T. erheblich von denen des § 14 AbfG. Auffällig ist zunächst, daß das Instrument der Zielsetzung zur Vermeidung, Ver-

⁴⁶⁵ Siehe ebenda, S. 46.

ringerung oder Vermeidung von Abfällen nach § 14 Abs. 2 AbfG nicht wieder aufgegriffen wird. Daher können die bisher in § 14 Abs. 2 AbfG aufgeführten Ermächtigungen in jedem Fall ohne vorherige Zielsetzung genutzt werden.⁴⁶⁶ Sowohl § 21 als auch § 22 GE fordern zur Ergreifung der jeweiligen Maßnahmen als allgemeine materielle Voraussetzung lediglich die Verfolgung des Ziels der "Vermeidung von Abfällen durch Vermeidung von Rückständen, Sicherung ihrer Verwertbarkeit als Sekundärrohstoff oder (zu) ihrer umweltfreundlichen Entsorgung". Darin ist nicht das in § 14 Abs. 1 aufgeführte allgemeine Kriterium der Vermeidung und Verringerung schädlicher Stoffe in Abfällen enthalten. Der Begriff "schädliche Stoffe" wird lediglich in § 21 Nr. 1 GE, der Vermarktungsbeschränkung bzw. dem Vermarktungsverbot, verwendet. Vermarktungsbeschränkungen oder -verbote können nach dem GE nach wie vor nur ergriffen werden, wenn "die Freisetzung schädlicher Stoffe nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand verhindert werden könnte oder die umweltverträgliche Entsorgung nicht auf andere Weise sichergestellt werden kann".⁴⁶⁷ Für die anderen bisher in § 24 Abs. 1 AbfG enthaltenen Verordnungsermächtigungen, insbesondere die Pflicht zur Eröffnung einer Rückgabemöglichkeit, entfällt das materielle Kriterium der Vermeidung oder Verringerung schädlicher Stoffe in Abfällen.⁴⁶⁸ Die Eingriffsschwelle für diese Maßnahmen ist dadurch erheblich herabgesetzt, weil auch die potentielle Schädlichkeit von Stoffen, die in bestimmten Erzeugnissen enthalten sind, nicht belegt werden muß. Es genügt das Ziel der Vermeidung von Abfällen bzw. die Förderung der Verwertung und Mehrfachverwendung unter Beachtung des allgemeinen Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes.

Für die Regulierung von PVC ergäben sich daraus folgende Änderungen: Bei einer etwaigen Verpflichtung der Hersteller oder Vertreiber von PVC-Fenstern zur Eröffnung von Rückgabemöglichkeiten

⁴⁶⁶ Siehe zu den Zielsetzungen Kap. IV.2.2.2.

⁴⁶⁷ Siehe die Ausführungen hierzu in Kap. IV.2.2.1.

⁴⁶⁸ Siehe hierzu ebenda.

müßte dies nicht mehr damit begründet werden, daß Blei oder Cadmium in den Fenstern enthalten ist und diese schädliche Stoffe sind. Es genüge, daß mit der Rücknahmepflicht die Verwertung der Fenster als Sekundärrohstoff gesichert würde. Bei Kennzeichnungen von PVC-Erzeugnissen als solche könnte die Bundesregierung darauf verzichten, vor einer entsprechenden Verordnung eine ebensolche Zielsetzung festzulegen.⁴⁶⁹ Eine Pflicht zur getrennten Sammlung und Entsorgung von PVC-Abfällen bzw. Rückständen müßte nicht wie über § 14 Abs. 1 Nr. 2 AbfG verordnet werden, sondern wäre ohnehin die Pflicht eines jeden Besitzers von PVC-Rückständen, soweit dadurch deren Entsorgung als Abfälle vermieden bzw. eine umweltfreundliche Entsorgung gesichert würde (§ 7 Abs. 1 i.V.m. § 4 und 5 GE).

Vermarkungsbeschränkungen oder gar Verbote sind allerdings auch nach § 21 Nr. 1 GE nur möglich, wenn die jeweiligen Erzeugnisse bei der Entsorgung schädliche Stoffe freisetzen und dies nicht oder nur mit unverhältnismäßigem Aufwand verhindert werden kann. Insofern unterscheidet sich der Gesetzenwurf also nicht von § 14 Abs. 1 Nr. 4 AbfG.⁴⁷⁰

3. *Lebensmittel- und Bedarfsgegenstandengesetz*

In Kapitel II.3.2.1.2. wurde über die Migration von Hilfsstoffen und Verunreinigungen (DEHP und Vinylchlorid) aus PVC-Lebensmittelverpackungen in Lebensmittel berichtet. Daneben wurde auch die Belastung von Kindern durch andere PVC-Bedarfsgegenstände, z.B. Spielzeug erörtert. Eingriffsermächtigungen, die diesen Bereich ansprechen, gibt es im Lebensmittel- und Bedarfsgegenstandengesetz (LMBG).

⁴⁶⁹ Siehe hierzu Kap. IV.2.2.2.

⁴⁷⁰ Vgl. die Ausführungen hierzu in Kap. IV.2.2.1.

Der 5. Abschnitt des LMBG enthält neben repressiven Verboten in § 30 und § 31 Abs. 1 LMBG zwei Ermächtigungen an den zuständigen Bundesminister zum Erlaß von Rechtsverordnungen (§§ 31 Abs. 2, 32 Abs. 1 LMBG).

In § 31 Abs. 2 LMBG wird der Bundesminister ermächtigt, durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates, soweit es mit dem Schutz des Verbrauchers vereinbar ist, für bestimmte Stoffe die Anteile festzusetzen, die als unbedenklich und unvermeidbar im Sinne des Abs. 1 bezüglich ihres Übergangs auf Lebensmittel oder deren Oberfläche (Ausnahme vom Migrationsverbot) anzusehen sind und damit den Ausnahmetatbestand des § 31 Abs. 1 LMBG konkretisieren.

Nach § 32 Abs. 1 LMBG kann der Bundesminister Maßnahmen zum Schutze der Gesundheit des Menschen vor Gefährdungen durch Bedarfsgegenstände erlassen.

Bedarfsgegenstände i.S. des Gesetzes sind u.a. Gegenstände, die dazu bestimmt sind bei dem Herstellen, Behandeln, Inverkehrbringen oder dem Verzehr von Lebensmitteln verwendet zu werden und dabei mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen oder auf diese einzuwirken (§ 5 Abs. 1 Nr. 1 LMBG). Unter Behandeln ist dabei gemäß § 7 LMBG auch das Verpacken von Lebensmitteln zu verstehen. Somit erstreckt sich § 5 Abs. 1 Nr. 1 LMBG auch auf Verpackungen, die mit Lebensmitteln in Berührung kommen (PVC-Verpackungen eingeschlossen).

3.1. § 31 Abs. 2 LMBG

Nach § 31 Abs. 1 LMBG ist es untersagt, Bedarfsgegenstände im Sinne des § 5 Abs. 1 Nr. 1 LMBG gewerbsmäßig so zu verwenden (1. Alt.) bzw. für solche Verwendungszwecke gewerbsmäßig in den Verkehr zu bringen (2. Alt.), daß von ihnen Stoffe auf Lebensmittel oder deren Oberfläche übergehen. Das Verbot des § 31 Abs. 1 LMBG bezieht sich jedoch nicht auf "gesundheitlich, geruchlich und geschmacklich unbedenkliche Anteile, die technisch unvermeidbar sind" (Ausnahmetatbestand). Die Verordnungsermächtigung in § 31 Abs. 2

LMBG umfaßt den gesamten Ausnahmetatbestand vom Verbot des § 31 Abs. 1 LMBG.⁴⁷¹ Demgemäß kann der Bundesminister in den Vorschriften nach § 31 Abs. 2 LMBG bestimmen, welche Anteile von Stoffen, die aus Bedarfsgegenständen auf Lebensmittel oder deren Oberfläche übergehen, gesundheitlich, geschmacklich und geruchlich unbedenklich sowie technisch unvermeidbar sind. Gesundheitlich unbedenklich bedeutet nicht, daß ein Beweis geführt ist, daß die jeweiligen Stoffe keine Schäden hervorrufen. Die Verwendung des Stoffes, der in Lebensmittel übergeht, darf keinen irgendwie gearteten Bedenken ausgesetzt sein.⁴⁷² Damit dürfen schon solche Stoffe nicht in Lebensmittel übergehen, bei denen ein Verdacht besteht, daß sie sich gesundheitlich in irgendeiner Art negativ auswirken können. Das Migrationsverbot hat damit Vorsorgecharakter. Die Beurteilung der gesundheitlichen Bedenklichkeit kann aber, wie § 31 Abs. 2 LMBG zeigt, von den übergehenden Anteilen abhängen. Damit ist die Eingriffsschwelle des Migrationsverbots aus § 31 Abs. 1 LMBG sehr niedrig angesiedelt. Dies wird auch durch die Formulierung in § 31 Abs. 2 LMBG bestätigt, wonach unbedenkliche Migrationsstoffe festgelegt werden dürfen, "soweit es mit dem Schutz des Verbrauchers vereinbar ist". Diese drückt ebenfalls den vorsorgenden Gesundheitsschutz aus.⁴⁷³ Danach ist die Festlegung von Grenzwerten möglich, die unterhalb des toxikologischen Grenzwertes liegen.⁴⁷⁴

Für den hier relevanten Sachverhalt PVC ist bereits die Verordnung zur Begrenzung des Gehaltes an monomerem Vinylchlorid in Bedarfsgegenständen (Vinylchlorid-Bedarfsgegenstände-Verordnung) vom 26. Oktober 1976 auch auf der Grundlage des § 31 Abs. 2 LMBG erlassen worden. Für den Übergang von monomerem Vinylchlorid auf Lebensmittel bestimmt § 3 der Verordnung, daß Anteile von monomerem Vinylchlorid, die von Bedarfsgegenständen i.S. des § 5 Abs. 1

⁴⁷¹ Siehe W. Zipfel, Lebensmittelrecht, C 100, § 31, Rz. 31.

⁴⁷² Vgl. ebenda, Rz. 25

⁴⁷³ Vgl. BVerwGE 77, 102 (110).

⁴⁷⁴ Ebenda.

LMBG auf Lebensmittel übergehen, als unbedenklich und unvermeidbar i.S. des § 31 Abs.1 LMBG anzusehen sind, wenn bei Anwendung des in § 4 der Verordnung bezeichneten Verfahrens monomeres Vinylchlorid nicht nachgewiesen ist. Als nicht nachgewiesen gelten übergehende Anteile an monomerem Vinylchlorid, die 0,01 Milligramm in einem Kilogramm Lebensmittel nicht überschreiten (§ 4 Satz 2 der Verordnung). Damit ist z.B. der Übergang von Vinylchlorid aus PVC-Verpackungen in Lebensmittel auf den Grenzwert 0,01 Milligramm pro kg Lebensmittel beschränkt worden.

Gesundheitlich bedenklich ist in jedem Fall aber auch der Weichmacher DEHP. Dieser dürfte entsprechend dem Migrationsverbot des § 31 Abs. 1 LMBG nicht zur Verpackung von Lebensmitteln verwendet werden, soweit er in Lebensmittel übergeht.⁴⁷⁵

3.2. § 32 Abs. 1 LMBG

Oben⁴⁷⁶ wurden die Risiken erörtert, die von der Migration des Weichmachers DEHP aus PVC-Verpackungen in fetthaltige Lebensmittel oder in Lebensmittel, die in der Mikrowelle erhitzt werden, ausgehen. Ebenso wurde der Übergang des Weichmachers DEHP aus PVC-Spielzeug, das mit den Mundschleimhäuten in Berührung gelangt, berichtet. Es stellt sich daher die Frage, ob der Bundesminister weitere Maßnahmen nach § 32 gegen das Migrieren von Stoffen aus PVC-Bedarfsgegenständen ergreifen könnte.

3.2.1. Maßnahmen

Nach § 32 Abs. 1 Nr. 1-10 LMBG wird der Bundesminister ermächtigt, durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates, soweit es erforderlich ist, um eine Gefährdung durch Bedarfsgegen-

⁴⁷⁵ Siehe hierzu Kap. II.3.2.1.2.

⁴⁷⁶ Vgl. ebenda.

stände zu verhüten, konkrete Herstellungs-, Behandlungs- und Verkehrsbeschränkungen bzw. -verbote sowie Kennzeichnungsgebote für Bedarfsgegenstände zu erlassen. So können nach den Nummern 1 und 2 für bestimmte Bedarfsgegenstände Positiv- und Negativlisten von zu verwendenden Stoffen im Verordnungswege aufgestellt werden. Es können also zum einen bestimmte Stoffe von der Verwendung bei bestimmten Bedarfsgegenständen ausgeschlossen werden. Zum anderen können aber auch für die Herstellung bestimmter Bedarfsgegenstände ausschließlich zugelassene Stoffe festgelegt werden.⁴⁷⁷ So könnte für PVC-Bedarfsgegenstände vorgeschrieben werden, daß diese z.B. unter Ausschluß der Verwendung des Weichmachers DEHP oder der Stabilisatoren Cadmium und Blei hergestellt werden müßten. Nummer 3 eröffnet die Möglichkeit, bestimmte Verfahren zur Herstellung von Bedarfsgegenständen zu verbieten oder zu beschränken. Dies ist insbesondere im Hinblick auf solche Bedarfsgegenstände von Bedeutung, bei denen nicht die für ihre Herstellung verwendeten Stoffe als solche Gesundheitsgefährdungen auslösen können, sondern erst durch die angewendeten Verfahren, z.B. Erhitzen von Kunststoffen, gesundheitsgefährdende Eigenschaften des Bedarfsgegenstandes entstehen.⁴⁷⁸ Für PVC ist hier z.B. auch an die verschiedenen Recyclingverfahren zu denken, beispielsweise das Einschmelzen von mit PVC gemischten Kunststoffen, deren Risiken auch bezüglich der neu erzeugten Bedarfsgegenstände noch ungewiß sind.⁴⁷⁹ Vorschriften nach Nummer 4 können erforderlich werden, wenn ein völliger Ausschluß bestimmter Stoffe zwar nicht geboten ist, in den Enderzeugnissen aber keine unbegrenzten Mengen dieser Stoffe wegen einer sonst gegebenen Gesundheitsbedenklichkeit der Bedarfsgegenstände vorhanden sein dürfen. Auf diese Eingriffsermächtigung ist auch die oben erwähnte Verordnung zur Begrenzung des Gehalts an monomerem Vinylchlorid in Bedarfsgegenständen gestützt worden. Nach § 2 dieser Verordnung dürfen Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit den

⁴⁷⁷ Vgl. W. Zipfel, Lebensmittelrecht, C 100, § 32, Rz. 2.

⁴⁷⁸ Vgl. ebenda, Rz. 3.

⁴⁷⁹ Vgl. Kap. II.5.4.

Schleimhäuten des Mundes in Berührung zu kommen (ausgenommen ärztliche und zahnärztliche Instrumente), sowie Spielwaren und Scherzartikel gewerbsmäßig nicht in den Verkehr gebracht werden, wenn ihr Gehalt an monomerem Vinylchlorid ein Milligramm je Kilogramm übersteigt. Von dieser Regelung sind auch PVC-Bedarfsgegenstände, z.B. Weichgummitiere, erfaßt. Nach den Nummern 8-9 können Sicherungsmaßnahmen (z.B. Gebrauchsanweisungen und Warnhinweise) und Kennzeichnungsregeln vorgeschrieben werden. So könnte man z.B. bei PVC-Folien und anderen PVC-Verpackungen den Verbraucher darauf hinweisen, daß dieses Material nicht zur Verpackung von Lebensmitteln, insbesondere fetthaltigen Lebensmitteln, geeignet ist. Die Maßnahmermächtigungen der Nummern 9a und 9b sind in § 32 Abs. 1 LMBG neu aufgenommen worden.⁴⁸⁰ Nach Nr. 9a kann die Verwendung bestimmter Bedarfsgegenstände von einer Zulassung abhängig gemacht werden. Nr. 9b bestimmt, daß die Art und der Umfang der Kennzeichnung von Bedarfsgegenständen per Rechtsverordnung geregelt werden können und dabei insbesondere die Angabe der Bezeichnung sowie Angaben über den Hersteller oder den für das Inverkehrbringen im Geltungsbereich dieses Gesetzes Verantwortlichen vorgeschrieben werden können.

3.2.2. Materielle Voraussetzungen

Voraussetzung für alle Maßnahmen nach § 32 Abs. 1 Nr. 1-10 (ausgenommen Nr. 9b) LMBG ist, daß diese erforderlich sein müssen, um eine *Gefährdung der Gesundheit* durch Bedarfsgegenstände zu verhüten. Soll eine Regelung zur Kennzeichnung von Bedarfsgegenständen i.S.d. § 32 Abs. 1 Nr. 9b LMBG erlassen werden, so kann dies erfolgen, wenn diese Regelung zur Unterrichtung der Verbraucher erforderlich ist. Die Maßnahmen in Nr. 1, 2, 4, 5 und 9a sind stoffbezogen. In Nr. 3, 6, 7, 8, 9b, 9c und 10 können allgemeine Anforderungen

⁴⁸⁰ Vgl. § 32 Abs. 1 Nr. 9a, eingefügt durch Gesetz vom 25.7.1990 (BGBl. I S. 1471) und § 32 Abs. 1 Nr. 9b, eingefügt durch Gesetz vom 22.1.1991 (BGBl. I S. 121).

an Bedarfsgegenstände festgelegt werden. Anhand der stoffbezogenen Regelungen sollen die materiellen Voraussetzungen für das Ergreifen einer Maßnahme erläutert werden, da insbesondere diese Maßnahmen für PVC relevant werden können.

Die Abwehr von *Gesundheitsgefährdungen* ist nicht mit der Abwehr konkreter Schäden gleichzusetzen. Vielmehr ist sie dem vorbeugenden Gesundheitsschutz zuzuordnen.⁴⁸¹ Zur Erfüllung des Tatbestandsmerkmals genügt eine abstrakte Gefahr, die sich der Erfahrung nach beim Umgang mit den jeweiligen Bedarfsgegenständen ergeben kann.⁴⁸² Auch eine abstrakte Gefahr kann aber nur dann angenommen werden, wenn z.B. ein giftiger Stoff in solchen Mengen in einem Bedarfsgegenstand enthalten ist, daß ein Gesundheitsschaden überhaupt denkbar ist. Es muß also bei der Beurteilung des Tatbestandsmerkmals *Gefährdung der Gesundheit* die Exposition einbezogen werden, wenn es um die Wirkung von Stoffen geht. Anders als das Merkmal "gefährlicher Stoff" aus § 17 ChemG⁴⁸³ bezieht sich die "Gefährdung der Gesundheit" nicht nur auf das Schädigungspotential von Stoffen.

Bei Bedarfsgegenständen aus PVC, z.B. Kinderspielzeug oder Babywindeln, wäre von einer Gefährdung der Gesundheit auszugehen, wenn diese Stoffe enthielten, die Schäden an der Gesundheit hervorrufen können und diese in Mengen freigesetzt werden bzw. beim Umgang mit den Bedarfsgegenständen aufgenommen werden, die, abstrakt gesehen, zu Gesundheitsschäden führen können. Z.B. können PVC-Bedarfsgegenstände geringe Anteile des Ausgangsstoffes Vinylchlorid enthalten. Vinylchlorid ist eindeutig ein krebserregender Stoff.⁴⁸⁴ Somit könnte eine Maßnahme gegen Bedarfsgegenstände aus PVC ergriffen werden, wenn Vinylchlorid in Bedarfsgegenständen in solchen Mengen enthalten ist, die zu gesundheitsgefährdenden Expo-

481 Vgl. W. Zipfel, Lebensmittelrecht, C 100, § 9, Rz. 9; ebenso BVerwGE 77, 102 (109).

482 Siehe W. Zipfel, ebenda.

483 Vgl. Kap. IV.1.2.

484 Vgl. Kap. II.2.4.2.

sitionen führen können. Eine solche Maßnahme ist, wie oben erwähnt, bereits durch die Verordnung zur Begrenzung des Gehalts an monomeren Vinylchlorid in Bedarfsgegenständen getroffen worden. Gemäß § 32 Abs. 1 Nr. 4 LMBG ist für Vinylchlorid eine Höchstmenge von 1 Milligramm je Kilogramm in Bedarfsgegenständen ohne Lebensmittelkontakt festgesetzt worden.⁴⁸⁵

Ob eine Maßnahme gegen PVC-Bedarfsgegenstände auch deshalb getroffen werden könnte, weil Gegenstände, wie z.B. Kinderwindeln oder Weichgummitiere aus PVC, Stoffe wie Cadmium oder den Weichmacher DEHP enthalten, hängt davon ab, ob auch von diesen Stoffen eine Gefährdung der Gesundheit ausgeht. Zum Weichmacher DEHP wurde dazu oben⁴⁸⁶ ausgeführt, daß das Schädigungspotential, insbesondere die Beurteilung der Kanzerogenität von DEHP beim Menschen, sehr umstritten ist. Hier stellt sich wie in § 17 ChemG die Frage, ob auch schon in diesem wissenschaftlichen Erkenntnisstadium eine Maßnahme, z.B. gemäß § 32 Abs. 1 Nr. 4 (Festsetzung von Höchstmengen von DEHP in PVC-Bedarfsgegenständen) oder gemäß § 32 Abs. 1 Nr. 1 (Verbot des Einsatzes von DEHP in PVC-Bedarfsgegenständen) getroffen werden könnte. Nach dem Wortlaut des § 32 Abs. 1 LMBG soll eine Gefährdung der Gesundheit "*verhütet*" werden. Eine Gefährdung verhüten bedeutet, nach Einschätzung der Verfasserin, daß nicht erst dann Maßnahmen ergriffen werden können, wenn mit Sicherheit das Gefährdungspotential eines Stoffes feststeht (z.B. die Krebserregung durch DEHP), weil dann bei entsprechender Exposition die Gefährdung bereits eingetreten ist, die verhütet werden soll. Folglich genügen Anhaltspunkte, die auf eine Gesundheitsgefährdung hinweisen, um eine Maßnahme erlassen zu können.

⁴⁸⁵ Zur Beschränkung der Migration von VC auf Lebensmittel siehe Kap. IV.3.1.

⁴⁸⁶ Vgl. Kap. II.2.6.

ANLAGEN

Die Angaben über die PVC-Abfallmengen (Abfallmenge = Depo- nie-, Verbrennungs- und Recyclingmenge) weichen stark voneinander ab. Eine Ursache dafür ist die Schwierigkeit der Erfassung der ver- schiedenen Abfallströme in bezug auf Qualität (Sorten) und Quantität. Die Bandbreite der Angaben ist extrem groß: Sie reicht von 85.000 t/a PVC-Hausmüllabfällen bis 300.000 t/a (vgl. Kap. II.4.1. Allgemeine Informationen zu entsorgungsrelevanten Mengen). Hinzu kommen gewerbliche PVC-Abfälle und Siedlungsabfälle.

Die folgende PVC-Abfallmengenberechnung legt die PVC-Pro- duktionsmenge zugrunde, da diese Zahlen mit weniger Aufwand er- hoben werden können und daher exakter sein dürften. Die Rechnung erhebt nicht den Anspruch, die Realität exakt wiederzugeben, sondern versucht vielmehr, eine Größenordnung der zukünftigen PVC-Abfall- mengenentwicklung darzustellen.

Die Berechnung beruht auf 4 Annahmen/Schätzungen:

- 1) Die PVC-Produktionsrate und der Produktmix — und damit die durchschnittliche Gebrauchsdauer der PVC-Artikel — bleiben in den nächsten 20 Jahren annähernd konstant.
- 2) Die PVC-Produktionszahlen ab 1987 (1988-2010) wurden auf Basis der Produktionszahlen von 1976-1987 hochgerechnet (Produktionszahlen 76-87 in W. Tötsch, H. Gaensslen, Polyvi- nylchlorid, a.a.O., S. 1). Als jährliche Steigerungsrate wurde 1,04 ermittelt und ab 1988 angesetzt.
- 3) Für die PVC-Gebrauchsdauer wurde angesetzt:

Gruppe 1	20% d. Produkt.	Gebrauchsdauer: < 1 Jahr,
Gruppe 2	15% d. Produkt.	Gebrauchsdauer: 1 - 8 Jahre,
Gruppe 3	65% d. Produkt.	Gebrauchsdauer: 8 -30 Jahre.

Die maximale Gebrauchsdauer wurde mit 30 Jahren angesetzt, da auch langlebige Güter, selbst wenn sie noch funktionsfähig sind, aus anderen Gründen ersetzt werden. Diese Annahme ist notwen- dig, um das Verfahren nicht unnötig zu verkomplizieren (vgl. Kap. II.4.1. Allgemeine Informationen zu entsorgungsrelevanten Mengen).

- 4) Die PVC-Gebrauchsdauer innerhalb einer Gruppe. Hier gibt es keine Angaben. Es wird unterstellt, daß die Gebrauchsdauer linear über den jeweiligen Zeitraum abnimmt. Für die Produktionsmenge des Jahres 1987 in Höhe von 1,32 Mio. t bedeutet das bspw.:

< 1 Jahr = 0,26 Mio. t,

1-8 Jahre = 0,20 Mio. t,

8-30 Jahre = 0,86 Mio. t

(vgl. Anlage 3, Seite 1).

Daraus folgt, daß im

1. Jahr ('87) 0,26 Mio. t/a,

2.-8. Jahr ('87-'95) 0,03 Mio. t/a ($0,20/7 = 0,02857$),

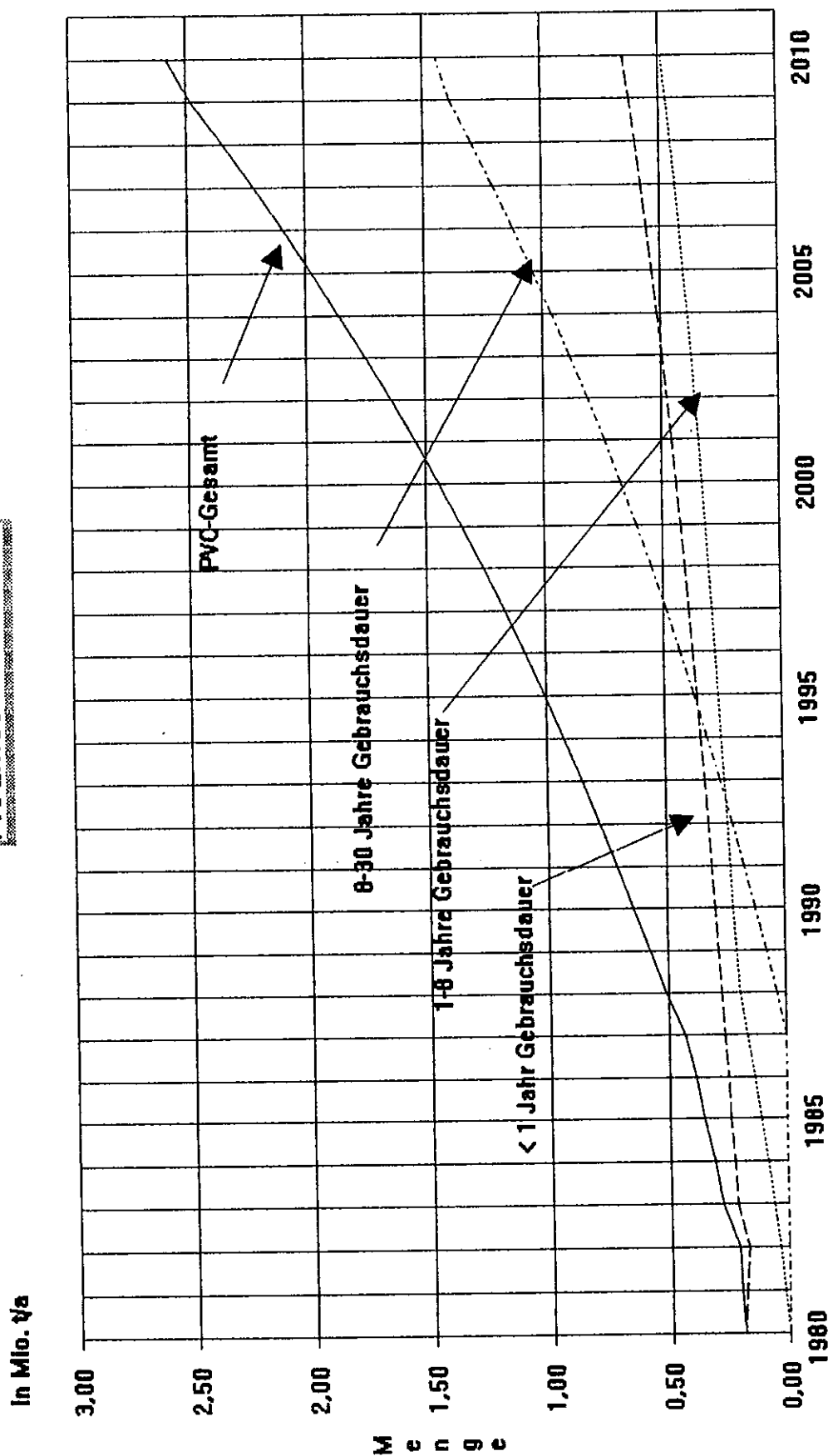
9.-30. Jahr ('95-2017) 0,04 Mio. t/a ($0,86/22 = 0,03909$)

anfallen (vgl. Anlage 3, Seite 1 "Quoten").

Als weitere Berechnung erfolgt nun die Addition der Mengen in den Jahren (vgl. Anlage 3, Seite 2-4, Zeile "Summe"). Diese jährlich anfallenden Mengen sind in der Tabelle "Rechnerische Entsorgungsmenge BRD" (Anlage 2, Seite 1) zusammengefaßt. Anlage 1 ist die graphische Darstellung dieser Tabelle.

Zur Vereinfachung wurde angenommen, daß es keine langlebigen Produkte vor 1980 gab. Diese Annahme ist natürlich nicht richtig, sie vereinfacht jedoch die Rechnung. Das Gesamtniveau der Kurve "PVC-Gesamt" würde anderenfalls nur gering angehoben werden.

PVC-ENTSORGUNGSMENGE



Berechnete PVC-Entsorgungsmengen

Jahr	Rechnerische Entsorgungsmenge BRD (Mio t/a) [Gebrauchsdauer]				Produktionsmenge BRD (Mio t/a) [Gebrauchsdauer]			
	Gesamt	< 1Jahr	1-8 Jahre	8-30 Jahre	Gesamt	< 1Jahr	1-8 Jahre	8-30 Jahre
1980	0,19	0,19	0,00	0,00	0,95	0,19	0,14	0,62
1981	0,20	0,18	0,02	0,00	0,92	0,18	0,14	0,60
1982	0,21	0,17	0,04	0,00	0,86	0,17	0,13	0,56
1983	0,28	0,22	0,06	0,00	1,09	0,22	0,16	0,71
1984	0,31	0,23	0,09	0,00	1,13	0,23	0,17	0,74
1985	0,35	0,24	0,11	0,00	1,21	0,24	0,18	0,79
1986	0,39	0,25	0,14	0,00	1,24	0,25	0,19	0,81
1987	0,43	0,26	0,17	0,00	1,32	0,26	0,20	0,86
1988	0,51	0,27	0,20	0,04	1,37	0,27	0,21	0,89
1989	0,57	0,29	0,21	0,08	1,43	0,29	0,21	0,93
1990	0,64	0,30	0,22	0,13	1,48	0,30	0,22	0,96
1991	0,71	0,31	0,23	0,17	1,54	0,31	0,23	1,00
1992	0,78	0,32	0,24	0,22	1,60	0,32	0,24	1,04
1993	0,85	0,33	0,25	0,27	1,67	0,33	0,25	1,08
1994	0,93	0,35	0,26	0,32	1,74	0,35	0,26	1,13
1995	1,01	0,36	0,27	0,37	1,81	0,36	0,27	1,17
1996	1,09	0,38	0,28	0,43	1,88	0,38	0,28	1,22
1997	1,17	0,39	0,29	0,49	1,95	0,39	0,29	1,27
1998	1,26	0,41	0,30	0,55	2,03	0,41	0,30	1,32
1999	1,35	0,42	0,32	0,61	2,11	0,42	0,32	1,37
2000	1,44	0,44	0,33	0,67	2,20	0,44	0,33	1,43
2001	1,54	0,46	0,34	0,74	2,28	0,46	0,34	1,48
2002	1,64	0,48	0,36	0,81	2,38	0,48	0,36	1,54
2003	1,75	0,49	0,37	0,88	2,47	0,49	0,37	1,61
2004	1,86	0,51	0,39	0,96	2,57	0,51	0,39	1,67
2005	1,97	0,53	0,40	1,04	2,67	0,53	0,40	1,74
2006	2,09	0,56	0,42	1,12	2,78	0,56	0,42	1,81
2007	2,22	0,58	0,43	1,21	2,89	0,58	0,43	1,88
2008	2,35	0,60	0,45	1,30	3,01	0,60	0,45	1,95
2009	2,48	0,63	0,47	1,39	3,13	0,63	0,47	2,03
2010	2,58	0,65	0,49	1,44	3,25	0,65	0,49	2,11

Berechnete PVC-Entsorgungsmengen

Jahr	Produktionsmenge BRD (Mio t/a) [Gebrauchsdauer]				Quoten		
	Gesamt	< 1Jahr	1-8 Jahre	8-30 Jahre	< 1 Jahr	1-8 Jahre	8-30 Jahre
1980	0,95	0,19	0,14	0,62	0,19	0,02	0,03
1981	0,92	0,18	0,14	0,60	0,18	0,02	0,03
1982	0,86	0,17	0,13	0,56	0,17	0,02	0,03
1983	1,09	0,22	0,16	0,71	0,22	0,02	0,03
1984	1,13	0,23	0,17	0,74	0,23	0,02	0,03
1985	1,21	0,24	0,18	0,79	0,24	0,03	0,04
1986	1,24	0,25	0,19	0,81	0,25	0,03	0,04
1987	1,32	0,26	0,20	0,86	0,26	0,03	0,04
1988	1,37	0,27	0,21	0,89	0,27	0,03	0,04
1989	1,43	0,29	0,21	0,93	0,29	0,03	0,04
1990	1,48	0,30	0,22	0,96	0,30	0,03	0,04
1991	1,54	0,31	0,23	1,00	0,31	0,03	0,05
1992	1,60	0,32	0,24	1,04	0,32	0,03	0,05
1993	1,67	0,33	0,25	1,08	0,33	0,04	0,05
1994	1,74	0,35	0,26	1,13	0,35	0,04	0,05
1995	1,81	0,36	0,27	1,17	0,36	0,04	0,05
1996	1,88	0,38	0,28	1,22	0,38	0,04	0,06
1997	1,95	0,39	0,29	1,27	0,39	0,04	0,06
1998	2,03	0,41	0,30	1,32	0,41	0,04	0,06
1999	2,11	0,42	0,32	1,37	0,42	0,05	0,06
2000	2,20	0,44	0,33	1,43	0,44	0,05	0,06
2001	2,28	0,46	0,34	1,48	0,46	0,05	0,07
2002	2,38	0,48	0,36	1,54	0,48	0,05	0,07
2003	2,47	0,49	0,37	1,61	0,49	0,05	0,07
2004	2,57	0,51	0,39	1,67	0,51	0,06	0,08
2005	2,67	0,53	0,40	1,74	0,53	0,06	0,08
2006	2,78	0,56	0,42	1,81	0,56	0,06	0,08
2007	2,89	0,58	0,43	1,88	0,58	0,06	0,09
2008	3,01	0,60	0,45	1,95	0,60	0,06	0,09
2009	3,13	0,63	0,47	2,03	0,63	0,07	0,09
2010	3,25	0,65	0,49	2,11	0,65	0,07	0,10

Hilfsrechnung Gebrauchsdauer < 1 Jahr											
Prod. Jahr	Entsorgungsjahr										
	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
1980	0,19										
1981		0,18									
1982			0,17								
1983				0,22							
1984					0,23						
1985						0,24					
1986							0,25				
1987								0,26			
1988									0,27		
1989										0,28	
1990											0,30
1991											
1992											0,31
1993											
1994											0,32
1995											
1996											0,33
1997											
1998											0,35
1999											
2000											0,36
2001											
2002											0,38
2003											
2004											0,39
2005											
2006											0,41
2007											
2008											0,42
2009											
2010											0,44
Summe	0,19	0,18	0,17	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,30
											0,31
											0,32
											0,33
											0,35
											0,36
											0,38
											0,41
											0,42
											0,44
											0,46
											0,48
											0,49
											0,51
											0,53
											0,56
											0,58
											0,60
											0,63
											0,65

Hilfsrechnung Gebrauchsdauer 1-8 Jahre																																				
		Entsorgungsjahr																																		
Prod.	Jahr	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0				
	1980		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02																										
	1981			0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02																									
	1982				0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02																								
	1983					0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02																							
	1984						0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03																						
	1985							0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03																					
	1986								0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03																				
	1987									0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03																			
	1988										0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03																		
	1989												0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03																	
	1990													0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03																
	1991														0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03															
	1992															0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04														
	1993																0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04													
	1994																	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04												
	1995																		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04											
	1996																			0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04										
	1997																				0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04									
	1998																					0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05								
	1999																						0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05		
	2000																							0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
	2001																								0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
	2002																									0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	2003																										0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
	2004																											0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
	2005																												0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
	2006																													0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
	2007																														0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
	2008																															0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
	2009																																			
	2010																																			
Summe	0,00	0,02	0,04	0,06	0,09	0,11	0,14	0,17	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,32	0,33	0,34	0,36	0,37	0,39	0,40	0,42	0,43	0,45	0,47	0,49					

Hilfsrechnung Gebrauchsdauer 8-30 Jahre																																	
		Entsorgungsjahr																															
Prod.	Jahr	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	1980									0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04		
	1981									0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	1982										0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	1983											0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
	1984												0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
	1985													0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
	1986														0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
	1987																0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
	1988																	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
	1989																		0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	
	1990																			0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	
	1991																				0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	
	1992																					0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	
	1993																						0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	
	1994																							0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	
	1995																								0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	
	1996																									0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
	1997																										0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
	1998																											0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
	1999																												0,09	0,09	0,09	0,09	
	2000																													0,09	0,09	0,09	
	2001																														0,09	0,09	
	2002																															0,10	
	2003																																
	2004																																
	2005																																
	2006																																
	2007																																
	2008																																
	2009																																
	2010																																
Summe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,13	0,17	0,22	0,27	0,32	0,37	0,43	0,49	0,55	0,61	0,67	0,74	0,81	0,88	0,96	1,04	1,12	1,21	1,30	1,39	1,44	

LITERATURVERZEICHNIS

- Aktionskonferenz Nordsee (AKN)*, Ausstieg aus der PVC-Nutzung, Tagungsmaterialien zum Workshop am 5./6. Oktober 1990 in Bremen
- Appel, K.E.*, "Risk-Assessment" in der Toxikologie, Bundesgesundheitsblatt 1990, 240-247
- Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt (AGPU)*, Daten, Fakten, Meinungen, April 1990
- dies.*, Daten und Fakten zu PVC im Gebiet der alten BRD 1991, Kunststoffe 81 (1991), 194
- dies.*, PVC. Argumente der Vernunft
- dies.*, PVC im Überblick
- dies.*, PVC-Recycling in der Praxis, Bonn 1990
- Arbeitsgemeinschaft der Verbraucherverbände (AGV)*, PVC ist nicht o.k., Verbraucherpolitische Korrespondenz, Nr. 33 vom 14.8.1990, 2 f.
- Atzpodien, H.Chr.*, Zielvorgaben zur Vermeidung oder Verminderung von Abfallmengen nach § 14 Abfallgesetz als Ausprägung des Kooperationsprinzips, UPR 1990, 7-14
- Beitz, W., Pourshirazi, M.*, Wiederverwertung nicht sortenreiner Thermoplaste, in: J. Thomé-Kozmiensky, H. Käufer (Hrsg.), Recycling von Kunststoffen, Bd. 1, Berlin 1987, 24-30
- Beratergremium für umweltrelevante Altstoffe (BUA)*, Di-(2-ethylhexyl)phthalat, BUA-Stoffbericht Nr. 4, Weinheim 1986
- dass.*, Vinylchlorid, BUA-Stoffbericht Nr. 35, Weinheim 1989
- Binder, G.*, Die Verwendung von PVC im Jahre 2000. Warum PVC so schwierig zu ersetzen ist, in: U. Steger (Hrsg.), Chemie und Umwelt. Das Beispiel der chlorchemischen Verbindungen, Berlin 1991, 243-260

- Böhm, E., Tötsch, W.*, Cadmium-Substitution. Stand und Perspektiven, Köln 1989
- Böhm, M., Both, G., Führ, M.*, Müllvermeidung und Müllverwertung. Möglichkeiten und Grenzen kommunalen Handelns, Karlsruhe 1992
- Borgmann, A.*, Polyvinylchlorid. Ein Kunststoff verschlechtert unser Leben, Öko-Institut, Werkstattreihe Nr. 51, Freiburg 1989
- Brahms, E., Eder, G., Greiner, B.*, Papier — Kunststoff — Verpackungen. Eine Mengen- und Schadstoffbetrachtung, Forschungsbericht 1430368, Umweltbundesamt, Berlin 1989
- BUND*, Von Cadmium bis Dioxin. Das Sündenregister des PVC, 2. Aufl., Bonn 1989
- Bund/Länder-Ausschuß für Umweltchemikalien (BLAU)*, Auswirkungen auf die Umwelt bei der Herstellung, Verwendung, Entsorgung und Substitution von PVC, Düsseldorf 1992
- Bundesgesundheitsamt (BGA)*, DEHP in medizinischen Gegenständen aus Kunststoffen (PVC), Bundesgesundheitsblatt 1988, 144
- dass.*, Kunststoffe im Lebensmittelverkehr, Textsammlung, Stand April 1991, Teil C
- dass.*, Mitteilung des BGA zu DEHP in medizinischen Geräten aus Kunststoff (PVC), Bundesgesundheitsblatt 1989, 84
- dass.*, Mitteilung vom 6.6.1991, Materialsammlung des Dioxin-Hearings im Düsseldorfer Landtag vom 5.12.1991
- Bundesminister für Raumordnung*, Sachverständigengremium "Gesundes Bauen und Wohnen" beim Bundesminister für Raumordnung, PVC-Produkte im Bauwesen, Bonn 1989
- Claus, F., Friege, H., Gremler, D.*, Es geht auch ohne PVC. Einsatz — Entsorgung — Ersatz. Ein Ratgeber, Hamburg 1990
- Claus, F.*, Recycling bei Kunststoffen? Das Fallbeispiel PVC — Entropie setzt geschlossenen Kreisläufen Grenzen, in: M. Held (Hrsg.), Leitbilder der Chemiepolitik. Stoffökologische Per-

spektiven der Industriegesellschaft, Frankfurt/Main, New York, 1991, 106-118

Deutsches Kunststoff-Institut, Stellungnahme in der Anhörung des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit am 18.9.1989 zum Thema Ausstieg aus der PVC Produktion, Anhang zum Stenograph. Protokoll

Eberhardt, A., Friege, H., Schumacher, E., PVC in der Müllverbrennung, Müll und Abfall 1986, 377-382

Eggers, H.H., PVC und Umwelt aus der Sicht des Umweltbundesamtes, UTECH Berlin, 19.2.1992, Seminar 21, Tagungsmaterialien

Ewen, Ch., Riedel, U., Aus der Tonne in den Ofen. Der Entwurf einer Verpackungsverordnung des Bundesumweltministeriums wird keinen Beitrag zur Abfallvermeidung leisten, Müllmagazin 3/90, 15-17

Fischer, N., Konzepte eines sinnvollen Kunststoffrecyclings in der BRD und Westeuropa bis zum Jahre 2010, in: J. Thomé-Kozmiensky (Hrsg.), Recycling von Abfällen, Bd. 1, Berlin 1989, 231 ff.

Fluck, J., Ausgewählte Rechtsfragen der Verpackungsverordnung, DB 1992, 193-198

Franck, R., Wieczorek, H., Kunststoffe im Lebensmittelverkehr, Textsammlung, Stand April 1991, Teil A I

Funcke, W., Theisen, J., Balfanz, E., König, J., Polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) und Dibenz(o,p)dioxine (PCDD) in Rückständen und Emissionen eines Brandes in Anwesenheit von PVC-haltigen Materialien, Staub. Reinhaltung der Luft 48 (1988), 393-396

Gensch, K.O., PVC im Gerede — PVC in der Diskussion, Kunststoffe 81 (1991), 986 f.

Görlich, E., PVC-Stabilisatoren, Kunststoffe 77 (1987), 1073-1076

- Halbekath, J., et al., Greenpeace-Studie: Stand des PVC-Recyclings in Deutschland und seine umweltpolitische Bedeutung, Juni 1992*
- Härdtle, G., Marek, K., Bilewski, B., Kijewski, K., Recycling von Kunststoffabfällen. Grundlagen — Technik — Wirtschaftlichkeit, Beiheft 27 zu Müll und Abfall, 2. neubearb. Auflage, Berlin 1991*
- Henseling, K.O., Struktur und Entwicklungsdynamik chemischer Risiken am Beispiel der Chlorchemie, WSI-Mitteilungen 1988, 69-78*
- Hutzing, O., et al. (eds.), Chlorinated Dioxins and Related Compounds. Impact on the Environment, Oxford, New York 1982*
- Jeckewitz, J., Zielfestlegungen nach § 14 Abs. 2 Abfallgesetz — ein Regelungsinstrument mit fraglichem Rechtscharakter, DÖV 1990, 51-57*
- Kalmbach, S., Schmölling, J., Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, 3. aktualisierte und erweiterte Auflage, Berlin 1990*
- Kampmann, H., Polyvinylchlorid, Kunststoffe 79 (1989), 897-900*
- Kollmann, H., et al., KFA Forschungszentrum Jülich, Stoffströme und Emissionen durch Produktion, Verwendung und Entsorgung von PVC, Juli 1990*
- Krebs, St., Plastischer Mythos. Der bisherige Umgang mit Kunststoff macht Recyclingbemühungen aussichtslos, Müllmagazin 3/91, 31-34*
- Kunig, Ph., Schwermer, G., Versteyl, L.-A., Abfallgesetz, Kommentar, 2. Auflage, München 1992*
- Lahl, U., Dokumentation des PVC-Hearing "Gefährden PVC-Produkte die Umwelt?". Stellungnahme verschiedener Sachverständiger anlässlich der Anhörung am 22.10.1986 in Bielefeld*
- v. Lersner, H., Die ökologische Wende, Berlin 1991*

- Liberti, A., et al.*, Formation of PCDD and PCDF in Urban Wastes Incinerators, *Gazz. Chim. Ital.* 113 (1983), 641 ff.
- Lichtenstein, N., Quellmast, K.*, Gasförmige Schadstoffe bei der thermischen Zersetzung von Kunststoffen, *Staub. Reinhaltung der Luft* 43 (1983), 379-382
- Likassowitz, I.*, Erste Auswertung des Dioxinsymposiums, Eintragsminimierung zur Reduzierung der Dioxinbelastung dringend erforderlich, *Bundesgesundheitsblatt* 1990, 350-354
- Lohrer, W., Plehn, W.*, Umweltbelastung durch PVC, *Staub. Reinhaltung der Luft* 47 (1987), 191-197
- Martin, J.E., Zahlten, M.*, Betriebs- und Inputvariationsversuche an einer Müllverbrennungsanlage. Ergebnisse und Ausblick, *Abfallwirtschaftsjournal* 5/89, 41-54
- Müller-Lütken, J.*, Plaste und Elaste, 3. Kunststoff-Recycling-Tag am 22.3.1991 in Berlin, *Müllmagazin* 3/91, 54
- Natow, M., Wassilewa, St., Schepowa, Z.*, Über das Auswandern von Weichmachern aus PVC-Erzeugnissen, *Plaste und Kautschuk* 1981, 459 ff.
- o.V.*, Bericht an die U.S. Product Safety Commission vom Chronic Hazard Advisory Panel über die Gefährdung durch Di-(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP), unüberprüfte Übersetzung aus dem Englischen, Bundessprachenamt— Referat SM II 2, Auftragsnr. 95265
- o.V.*, Bericht über die Arbeit der Kunststoffkommission des Bundesgesundheitsamtes, *Bundesgesundheitsblatt* 1991, 24 f.
- o.V.*, Dioxin- und Furanbelastung der Luft in Hamburg, Sachstandsbericht 1990/91, Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft, Bürgerschaftsdrucks. 13/7890 vom 19.3.1991
- o.V.*, Report to the U.S. Consumer Product Safety Commission: Chronic Hazard advisory panel on DEHP, Sept. 1985, U.S. Consumer Product Safety Commission, Directorate for Health Sciences, Washington DC 20207

- o.V.*, Werbematerial der Deutschen Solvay Werke GmbH, "Der perfekte Kreislauf". PVC-Recycling, Solingen 1989
- Oberschelp, R.*, Substitution von PVC-Baustoffen, UTECH Berlin, 19.2.1992, Tagungsmaterialien
- Öko-Institut*, Stand und Entwicklung von Recyclingverfahren für Kunststoffe aus Müll, Werkstattreihe Nr. 18, April 1985
- Plehn, W.*, Umweltbelastung durch PVC unter besonderer Berücksichtigung von PVC-Verpackungen. Vortrag am 19.2.1990 beim TFH-Symposium "PVC-Verpackungen im Gespräch" in Berlin
- Poppe, A.C.*, Migrationsgeschwindigkeit von Phthalatweichmachern in Weich-PVC bei Raumtemperatur, Kunststoffe 76 (1986), 583-585
- PVC-Hearing Linz 1988*, Tagungsband, Linz, November 1988
- Rat der Sachverständigen für Umweltfragen*, Abfallwirtschaft, Sondergutachten vom September 1990, BT-Drucks. 11/8493
- ders.*, Stellungnahme zum Entwurf des Rückstands- und Abfallwirtschaftsgesetzes, ZAU 6 (1993), 172-183
- Rehbinder, E., Kayser, D., Klein, H.*, Chemikaliengesetz. Kommentar und Rechtsvorschriften zum Chemikalienrecht, Heidelberg 1985
- Reimann, D.O.*, PVC als Abfallprodukt, Müll und Abfall 1988, 256-267
- ders.*, PVC-zuordenbare, rauchgasseitige Mehrkosten bei der Restabfallverbrennung, Müll und Abfall 1991, 649-660
- Rengeling, H.W.*, Produktdiskriminierung bei öffentlichen Aufträgen. Rechtsgutachten im Auftrag des VKE, Osnabrück, Februar 1988
- Roder, H.*, Behandlung von PVC-Abfällen. Entsorgungskonzepte der Industrie, Wasser und Boden 1990, 657-666

- Roth, B., et al.*, Di-(2-ethylhexyl)phthalate as plasticizer in PVC respiratory tubing systems: indications of hazardous effects on pulmonary functions in mechanically ventilated, preterm infants, *European Journal of Pediatrics* 147 (1988), 41-46
- Schieffer, B., Vogt, K.*, Wartig Chemieberatung, Substitution von Polyvinylchlorid, Lahntal, Februar 1988
- Startin, J., Sharman, M.*, Migration from plasticized films into foods, Migration of di-(2-ethylhexyl)adipate from PVC films during home use and mikrowave cooking, *Food Additives and Contaminants* 1987, 385 ff.
- Strecker, A., Bernd, D.*, Kommentar zur Verpackungsverordnung, Heidelberg 1992
- Sturm, K.D.*, Stoffströme beim PVC als Grundlage für die Bewertung von Umwelteigenschaften, Referat zum 21. Seminar "PVC. Ein Massenkunststoff und seine Umweltauswirkungen", UTECH Berlin, 19.2.1992, Tagungsunterlagen
- Thomé-Kozmiensky, J. (Hrsg.)*, Recycling von Abfällen, Band 1, Berlin 1989
- Tötsch, W., Gaensslen, H.*, Polyvinylchlorid. Zur Umweltrelevanz eines Standardkunststoffes, Köln 1990
- Tötsch, W., Sordo, M.*, Verwertung von PVC-Reststoffen, in: J. Thomé-Kozmiensky (Hrsg.), Recycling von Abfällen, Bd. 1, Berlin 1989, 303 ff.
- Tötsch, W.*, Vortrag "Life-cycle-Analyse von PVC" am 18.11.1991, Tagung in Iserlohn zum Thema "Neuer Abfall schafft neue Altlasten"
- Troitzsch, J.*, Kunststoff-Additive, *Kunststoffe* 77 (1987), 344-347
- Umweltbundesamt Österreich*, Studie über Umweltprobleme durch PVC, Wien 1989 (UBA-89-031)
- Umweltbundesamt (UBA)*, Handbuch Chlorchemie I, Berlin 1992
- dass.*, diverse Jahresberichte

- dass.*, Zusammenfassung zum Problemfeld PVC und Umwelt, UBA II 2.4-5322-1/24, Berlin 1.2.1991, unveröffentlicht
- Vagedes, M.*, Kreislaufwirtschaft und Abfallentsorgung aus der Sicht der Abfallwirtschaft, ZAU 5 (1992), 444-447
- Verband der Chemischen Industrie (VCI)*, Chemiewirtschaft in Zahlen 1987
- Verband der Kunststoffherzeugenden Industrie (VKE)*, Argumente 2, PVC in der Diskussion, 6/88
- ders.*, Argumente 3, Zum Thema "Weichmacher", 7/88
- ders.*, HCl-Emissionen aus der Müllverbrennung und PVC, 1986
- ders.*, Kunststoffe zum Wegwerfen zu schade, Werbematerial des VKE, 1989
- ders.*, Argumentarium PVC, 10/89
- Versteyl, L.-A.*, Die Verpackungsverordnung — Anfang vom Ende der Wegwerfgesellschaft?, NVwZ 1991, 848-852
- Viebrock, J.*, Beteiligung von Verbänden im Chemikalienrecht, Typoskript, Bremen 1993
- Wams, T.J.*, Diethylhexylphthalate as an Environmental Contaminant. A Review, The Science of the Total Environment 66 (1987), 1-16
- Wollny, V.*, Chancen nicht genutzt. Die Verpackungsverordnung wird zu einer wenig effektiven Abfallverwertung führen, Müllmagazin 1/91, 7-9
- Zipfel, W.*, Lebensmittelrecht. Kommentar der gesamten lebensmittel- und weinrechtlichen Vorschriften, Bd. II, Stand: Dezember 1987

INTERVIEWS

Gespräch mit dem Produktionsleiter der Chlor/Alkali-Elektrolyse der Hüls AG am 26.2.1992 in Marl

Gespräch mit W. Tötsch und W. Kleinloh (Hüls AG), Tagung in Iserlohn am 18.11.1991 zum Thema "Neuer Abfall schafft neue Altlasten"

Telefonische Auskunft des Betriebsleiters Schmidt des Müllkraftwerkes Iserlohn am 7.1.1992

Gespräch mit einem Fachbehördenvertreter am 6.11.1991 beim Senator für Umweltschutz und Stadtentwicklung in Bremen zum Kunststoffrecycling