

# Polyvinylchlorid (PVC)

(Stand: April 2000)

Unter den Kunststoffen ist PVC (Polyvinylchlorid) sicher das Produkt, dessen Umwelt- und Gesundheitsrelevanz am kontroversesten diskutiert wird. Im Folgenden soll ein aktueller Abriss des wissenschaftlichen Kenntnisstandes zu möglichen umwelt- und gesundheitsrelevanten Auswirkungen gegeben werden.

Für eine gesamtheitliche Beurteilung von PVC-Produkten wäre eine Bewertung nicht nur der ökologischen, sondern auch der ökonomischen und sozialen Bereiche notwendig. Das kann in diesem Rahmen nur begrenzt geschehen, der Schwerpunkt liegt auf dem ökologischen Teil.

## 1. Stoffbeschreibung

Für die Herstellung von PVC sind Chlor und Ethylen wichtigste Ausgangsstoffe. 1998 flossen in Deutschland rund 25 % des gesamten Primärchlorverbrauchs in die PVC-Herstellung. Zunächst wird daraus monomeres Vinylchlorid gewonnen, das durch Suspensions-, Emulsions- und Masseverfahren zu Roh-PVC polymerisiert wird. Bei der Weiterverarbeitung von Roh-PVC wird je nach gewünschten Eigenschaften dann eine Vielzahl von Zusatzstoffen beigemischt: Stabilisatoren, Farbmittel, Weichmacher, Gleitmittel, Flammschutzmittel, Füllstoffe und andere mehr. Etwa zwei Drittel des Roh-PVC werden zu Hart-PVC-Produkten, wie Fensterrahmen oder Kunststoffplatten, ein Drittel zu Weich-PVC-Produkten, wie Schläuchen oder Weichfolien, verarbeitet. 1992 wurden in Deutschland etwa 1,4 Millionen Tonnen PVC produziert, damit ist PVC nach Polyethylen mengenmäßig der zweitwichtigste Kunststoff.

Tabelle 1 zeigt PVC-Produktionsmengen in unterschiedlichen Verwendungsgebieten.

Tab. 1: Verwendungsgebiete für PVC (Quelle: Bund/Länderausschuß für Umweltchemikalien 1992)

	Produzierte Menge		Stabilisator
<b>Weich-PVC</b>	<b>400.000 t</b>	<b>30,8%</b>	
Kabel	95.000 t	7,3%	Blei-Verbindungen
Weichfolie	90.000 t	6,9%	Zink-Verbindungen
Fußbodenbeläge	55.000 t	4,2%	Zink-Verbindungen
Profile und Schläuche	45.000 t	3,5%	Zink-Verbindungen
Beschichtungen und Pasten	90.000 t	6,9%	Zink-Verbindungen
Sonstiges	25.000 t	1,9%	
<b>Hart-PVC</b>	<b>900 000 t</b>	<b>69,2%</b>	
Folien und Tafeln	255.000 t	19,6%	Zink-Verbindungen
Fensterprofile	185.000 t	14,2%	Blei, Cadmium / Blei-Cad./Zink
Andere Hartprofile	140.000 t	10,8%	Blei-Verbindungen / geleg. Zink-Verb.
Rohre	265.000 t	20,4%	Blei-Verbindungen
Hohlkörper	15.000 t	1,2%	Zinn-Verbindungen
Spritzgußteile	20.000 t	1,5%	Zinn-Blei-Verbindungen
Schallplatten	10.000 t	0,8%	Zinn-Verbindungen
Sonstiges	10.000 t	0,9%	

## 2. Verwendungsbereiche

Der größte Absatz für PVC-Produkte liegt mit etwa 60 % im Baubereich. So werden ca. 54 % der Fensterprofile aus PVC hergestellt. PVC-Rohre finden unter anderem für Entwässerung, Trink- und Abwasserleitungen, Kabelkanäle und Elektroinstallationen Anwendung.

Nach dem Baubereich bildet der Verpackungssektor den zweitwichtigsten Anwendungszweig. Vor allem bei der Verpackung von Lebensmitteln (Brot- und Fleischwaren, Verkaufsschalen für Gemüse und Obst, Flaschen) wird PVC verwendet.

Weitere Anwendungsbereiche spielen mengenmäßig eine untergeordnete Rolle und seien daher im Folgenden nur aufgelistet:

- Fahrzeugbau
- Möbelteile
- Landwirtschaft und Gartenbau
- Konsumartikel
- Kunststoffkleber
- Medizinbereich

Tabelle 2 gibt Verarbeitungs- und Endverbrauchsmengen von PVC in einigen Anwendungsbereichen wieder.

Tab. 2: Verarbeitungs- und Endverbrauchsmengen von PVC in ausgewählten Anwendungsbereichen in der Bundesrepublik Deutschland für 1992 (Quelle: Enquetekommission 1994)

	Verarbeitung (1992)	Endverbrauch (1992)
Fensterprofile	230.000 t	123.000 t
Rohre, Fittings	310.000 t	284.000 t
Kabelmassen	100.000 t	101.000 t
Fußbodenbeläge	60.000 t	81.000 t
Verpackungen	- - -	104.000 t

## 3. Umweltrelevante Auswirkungen

### 3.1 Herstellung und Verarbeitung

Nachdem besonders die spezifischen Emissionen (Vinylchlorid-Monomere und andere chlorierte Substanzen, Hg etc.) stark verringert wurden, liegt das Hauptgewicht ökologischer Betrachtungen heute auf Energieverbrauch und den damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen (evtl. auch NO<sub>x</sub> und SO<sub>x</sub>-Emissionen). Für Energieverbrauch und CO<sub>2</sub> zeigen die [Abb. 1 und 2](#) neuere (Stand 1999) ökobilanzielle europäische Daten für die Herstellung sowie Herstellung inklusive thermische Verwertung für die wichtigsten Kunststoffe. PVC schneidet bei diesen Indikatoren gut ab.

Die für die PVC-Herstellung benötigten Chlormengen werden überwiegend im Amalgamverfahren gewonnen, wobei Quecksilberemissionen in ähnlicher Größe auftreten wie bei der Strombereitstellung für die PVC-Herstellung:

Bei ca. 1.5 Mio. t/Jahr (1995)

- ca. 0,5 t Hg/Jahr in die Luft
- 0,003 t Hg/Jahr ins Abwasser
- ca. 3,4 t Hg/Jahr mit dem Abfall auf Deponien.

Bei der Chlorgewinnung wie auch dann bei der Vinylchloridherstellung entstehen Dioxine und Furane (PCDD und PCDF). Insbesondere können Katalysatorschlämme aus der Oxichlorierung und unter Umständen Klärschlämme aus den industriellen Abwasseraufbereitungsanlagen mit Dioxinen und Furanen belastet sein. Durch Reinigung oder thermische Behandlung der Abfälle oder Klärschlämme werden diese Dioxine heute weitgehend vernichtet. Ökobilanzartige Untersuchungen ergeben Emissionskonzentrationen von ca. 5 pg.

Bei der Vinylchlorid-Herstellung entstehen noch andere chlororganische Verbindungen als Nebenprodukte: Unter anderem Methylchlorid, Trichlormethan, Tetrachlormethan und Tetrachlorethen. Diese Nebenprodukte werden heute in Deutschland unter Chlorrückgewinnung thermisch verwertet. Aus diffusen Quellen und bei der Intensiventgasung treten bei der Vinylchlorid- und bei der PVC-Herstellung pro Jahr etwa 330 Tonnen Vinylchlorid in die Luft aus, das entspricht etwa 250 g Vinylchlorid pro Tonne hergestelltem PVC.

Die Herstellung von Zusatzstoffen (Weichmacher u.a.) für PVC-Produkte beinhaltet eigene Emissionsmengen, die bei einer ökobilanziellen Gesamtbetrachtung des PVC-Stromes berücksichtigt werden. An dieser Stelle kann darauf aber nicht näher eingegangen werden.

Die wichtigste Umweltbelastung bei der PVC-Erzeugung ist heute sicher die Energiebereitstellung über die Verbrennung fossiler Energieträger. Die dort auftretenden Emissionen an SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und Stäuben sind im Vergleich zu den PVC-prozesstypischen Emissionen signifikant höher. Bei der Verarbeitung von einem Kilogramm PVC werden etwa 0,3-1 kW Strom verbraucht.

### 3.2 Verwendung von PVC

Positive Auswirkungen der PVC-Nutzung bestehen – wie oben ausgeführt – in relativ geringem Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen. Folgende technische Eigenschaften wirken sich ökobilanziell positiv aus:

- ➔ Lange Nutzdauer, z.B. bei Bauprodukten (Fenster, Bodenbeläge etc.) gekoppelt mit geringem Pflegeaufwand
- ➔ hohe Haltbarkeit für verpackte Güter (Lebensmittel, Blutkonserven etc.)
- ➔ geringe Produktkosten, die ökobilanziell effektive Optimierungen ermöglichen.

Negative Auswirkungen von PVC in dessen Nutzungsphase sind vor allem in zwei Formen denkbar: Ausgasung von Vinylchlorid-(VC-)Monomeren aus PVC-Produkten oder Ausgasung von Hilfsstoffen, hier vor allem von Weichmachern. Ein Nachweis von VC-Monomeren in der Innenraumluft ist bisher nicht bekannt geworden, mit gesundheitsrelevanten Größenordnungen ist nicht zu rechnen. Die Vinylchlorid-Bedarfsgegenstände-Verordnung begrenzt den Gehalt an monomerem Vinylchlorid in Bedarfsgegenständen, z.B. in Verpackungen, auf 1 ppm (mg/kg). Bei diesen geringen Konzentrationen kann sichergestellt werden, dass ein Übergang auf Lebensmittel nicht stattfinden kann. Anders sieht es bei Weichmachern aus, die Weich-PVC-Produkten in zum Teil großen Mengen beigelegt werden: Im Wohnbereich findet man mit Weichmachern versetzte PVC-Produkte als Tapeten, Folien, Fußbodenbeläge oder Möbelstücke. Mengenmäßig wichtigster Weichmacher ist das DEHP (Diethylhexylphthalat).

### 3.3 Entsorgung

Voraussetzung für sinnvolle Entsorgungsstrategien von PVC bildet eine zuverlässige Abschätzung des PVC-Abfallaufkommens. Dies gestaltet sich als sehr schwierig, da die Produkte sehr langlebig sind und daher nicht einfach von den Endverbrauchsmengen auf Abfallmengen geschlossen werden kann. Eine zeitliche Verschiebung von bis zu 40 Jahren ist z.B. bei PVC-Fensterprofilen durchaus realistisch. Haltbarkeit ist hier nur ein Aspekt, die tatsächliche Nutzungsdauer ist häufig geringer oder auch länger (Zweitnutzungen), was eine Abfallabschätzung zusätzlich erschwert.

Es wird geschätzt, dass derzeit etwa 20 Millionen Tonnen PVC in der Bundesrepublik Deutschland im Umlauf sind. Die PVC-Abfallmenge dürfte demnach bei etwa 370.000 Tonnen pro Jahr liegen. In einer PROGNOSE-Studie wird die Abfallmenge (gebrauchte PVC-Produkte im Hausmüll, Gewerbeabfall, Bauschutt und Shredderabfall unter Ausschluss der geschätzten werkstofflichen Recyclingmengen) für 1993 auf 513.000 Tonnen geschätzt. Ein Anstieg auf bis zu eine Million Tonnen in den nächsten 10-15 Jahren wird erwartet (Umweltbundesamt).

Für die PVC-Entsorgung gibt es vier Möglichkeiten: Deponierung, Verbrennung oder werkstoffliches und rohstoffliches Recycling.

Laut PROGNOSE verteilt sich die PVC-Abfallmenge wie folgt:

Deponierung	258.000 t
werkstoffliches Recycling	30.000 t
Müllverbrennung	127.000 t
Duales System	98.000 t

#### 3.3.1 Deponierung

Die Deponierung von organischen Abfällen, also auch PVC-Abfällen, ist nur mehr bis 31.12.2004 möglich, danach lässt die TA Siedlungsabfall dies nicht mehr zu. 1989 wurden immerhin 70 % des Abfallaufkommens noch deponiert. Hart-PVC verhält sich auf Deponien über lange Zeit inert, verursacht also weder Luft- noch Wasserbelastungen, beansprucht aber wertvollen Deponieraum. Langfristig ist aber ein Angriff durch Mikroorganismen oder chemische Vorgänge auch bei Hart-PVC nicht ganz auszuschließen. Dafür gibt es aber nach neuesten Studien keine Hinweise. Das in Deponiegasen oft nachgewiesene Vinylchlorid entsteht nicht aus dem Abbau von PVC, sondern beim Abbau organischer Lösungsmittel. Von einer geringen Belastung des Sickerwassers mit Weichmachern muss dagegen ausgegangen werden. Die leichte biologische Abbaubarkeit führt aber zu nicht erhöhten Konzentrationen.

#### 3.3.2 Werkstoffliches Recycling

Die PVC-Industrie strebt an, PVC-Produkte wieder in hochwertige Anwendungsbereiche zurückzuführen. Dieses werkstoffliche Recycling umfasst Rücknahme, Sortierung, Aufbereitung und Verarbeitung zu neuen Produkten.

Die Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" des Deutschen Bundestages schätzt, dass bis 2010 cirka 20 % der PVC-Abfälle werkstofflich verwertet werden können. Anfänglich mussten je nach Produktionsart bis zu 80 % Neu-PVC zugemischt werden, um die Qualität der PVC-Struktur zu erhalten. Heute können dank großer Fortschritte in der Recyclingtechnologie z.B. bei der Herstellung von Fensterrahmen bereits bis zu 70 % Recyclat-Anteile beigemischt werden. Da beim werkstofflichen Recycling Temperaturen unterhalb von 200 Grad Celsius eingehalten werden, um PVC nicht zu schädigen, sind keine hohen Emissionsmengen zu erwarten. Aber auch beim Recycling darf die Luftbelastung nicht unerwähnt bleiben, die sich aus der Energiebereitstellung ergibt.

Ökobilanziell zeigt sich ein Recycling zu hochwertigen Produkten generell als günstig (Ersatz von Primärware). Derzeit bestehen für alle PVC-Bauprodukte (Fenster, Rohre, Bodenbeläge und Dachbahnen) erhebliche Recyclingüberkapazitäten.

### **3.3.3 Stoffliches Chlorrecycling**

Seit Mitte der 80er Jahre wird ein weiterer Entsorgungsweg von seiten der PVC-Industrie favorisiert: Das Chlorrecycling-Konzept. Bei der PVC-Verbrennung gewonnene Salzsäure wird gereinigt und wieder in den PVC-Produktionskreislauf rückgeführt oder direkt auf den Markt gegeben. Dafür bietet es sich an, die Verbrennung in den PVC-Hersteller-Werken zu integrieren. Auf lange Sicht wird die Industrie über Monoverbrennungsanlagen die anfallenden PVC-Abfälle verwerten müssen. Bei der PVC-Monoverbrennung müssen Emissionsgrenzwerte (z.B.  $0,1 \text{ ng/m}^3$  für Dioxine) eingehalten werden.

### **3.3.4 Verbrennung im Hausmüll**

Bei der Verbrennung von einer Tonne PVC entstehen 0,6 Tonnen Chlorwasserstoff, die als Salzsäure oder Chlorid zu entsorgen oder abzutrennen sind. Etwa die Hälfte des gesamten Chlorwasserstoffs in Müllverbrennungsanlagen stammt von PVC-Abfällen. Dieser wird in der Rauchgasreinigung sehr effizient zurückgehalten, verursacht aber abhängig von der Auslastungssituation der MVA unterschiedlich hohe Mehrkosten für seine Entsorgung. Untersuchungen zur Klärung des Einflusses von PVC im Hausmüll auf die Dioxinbildung bei der Verbrennung ergaben keine signifikante Abhängigkeit der gebildeten Dioxinmengen vom PVC-Gehalt. Dies liegt wahrscheinlich daran, dass Dioxine und Furane vorrangig erst in der Abkühlungsphase neu entstehen, wo andere Einflussfaktoren eine Rolle spielen.

## **3.4 PVC im Brandfall**

Bei der Verbrennung von chlorhaltigen Verbindungen können Dioxine und Furane entstehen, so auch bei PVC und PVC-Produkten. Bei offenen Großbränden ist daher eine entsprechende Belastung von Böden in der näheren Umgebung der Brandstätte zu befürchten. Bei Gebäude- und Wohnungsbränden können durch den Brand von PVC-Produkten zum Teil hohe Schadstoffkonzentrationen auftreten. Die Dioxin- und Furanbildung lässt sich in erster Linie auf das Verbrennen und Verschwelen von Kabelisolierungen oder Fußbodenbelägen zurückführen. Bisher lagen die festgestellten Dioxin-/Furangehalte nach Bränden in Wohngebäuden im Ruß unter 200 Nanogramm TE pro Quadratmeter (TE = Toxizitätsäquivalente: Sie geben an, wie stark ein bestimmtes Dioxin- oder Furankongener im Vergleich zu 2,3,7,8-TCDD wirkt.). Bei Gebäuden mit besonders hohem Kunststoffanteil (z.B. Praxen, Läger etc.) traten aber Gehalte bis zu 10.000 Nanogramm TE auf.

Untersuchungen an Brandexponierten haben bisher keinen Hinweis auf eine erhöhte Dioxinbelastung ergeben. Dies kann mit der geringen Bioverfügbarkeit von an Brandrußen adsorbierten Schadstoffen zusammenhängen. Untersuchungen nach dem Brand des Düsseldorfer Flughafens haben zudem ergeben, dass polycyclische Aromaten in den Brandrückständen eine größere toxikologische Bedeutung haben als Dioxine.

Das ehemalige Bundesgesundheitsamt gibt detaillierte Empfehlungen zur Entfernung von Brandrückständen, damit die inhalative oder orale Aufnahme von Schadstoffen auf jeden Fall vermieden wird (siehe dazu Literatur).

## **4. Gesundheitsrelevante Aspekte von PVC**

### **4.1 Vinylchlorid**

Die Gefährlichkeit von Vinylchlorid wurde wegen seiner geringen akuten Toxizität lange Zeit unterschätzt. Erst in den frühen siebziger Jahren ist bekannt geworden, dass Arbeiter bei der Produktion von PVC einem hohen Krebsrisiko durch die Vinylchloridbelastung ausgesetzt waren. Die Produktionsabläufe wurden völlig umgestellt und seitdem wird die Technische Richtkonzentration (TRK-Wert) von 3 ppm am Arbeitsplatz heute nicht mehr überschritten. Infolge dessen wurden keine Neuerkrankungen bei Arbeitnehmern in der PVC-Herstellung festgestellt. In der Nutzungsphase wurden wie bereits erwähnt (s. Kap. 3.2) bislang keine Ausgasungen von VC-Monomeren nachgewiesen.

## 4.2 Stäube

Bei der Verarbeitung von PVC entstehen PVC-Stäube, die in hohen Konzentrationen zur Entwicklung einer Staublungge bei betroffenen Arbeitern führen können. Die maximal zulässige Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Wert) von  $5\text{mg}/\text{m}^3$  für PVC-Stäube am Arbeitsplatz ist ein Langzeitwert für die Exposition von einem Jahr. Künftig ist wie auch z.B. bei Eichen- und Buchenholz- und anderen Stäuben ein schärferer Grenzwert für lungengängige Stäube zu erwarten.

## 4.3 Stabilisatoren

Bei der Verarbeitung eingesetzte Stabilisatoren und darin enthaltenes Cadmium stellten lange Zeit über Stäube am Arbeitsplatz ein Gesundheitsrisiko dar. Seit einiger Zeit geht man nun dazu über, Cadmiumgehalte zu minimieren und durch Calcium, Zink oder Blei zu ersetzen. Nach dem Stand der Technik werden die Stabilisatoren zudem in nicht-staubender Form verarbeitet.

## 4.4 Weichmacher

Die Aufnahme von DEHP (Di-(ethylhexyl)phthalat), dem bekanntesten Weichmacher, erfolgt vorrangig über Lebensmittel und - wegen der geringen Flüchtigkeit - kaum über die Raumluft und liegt unter  $30\ \mu\text{g}$  pro kg Körpergewicht und Tag. Eine größere Weichmacheraufnahme wurde im medizinischen Bereich (vor allem über PVC-Beutel und Schläuche bei der Dialyse) beobachtet.

Die akute Toxizität von DEHP ist extrem gering, die Karzinogenität wurde im Tierversuch bei sehr hohen Dosierungen nachgewiesen. Für DEHP ist ein MAK-Wert von  $10\ \text{mg}/\text{m}^3$  einzuhalten. Epidemiologische Untersuchungen an beruflich exponierten Personen konnten die krebserzeugende Wirkung dieser Weichmacher bisher nicht bestätigen. Im Gegensatz zu anderen wichtigen Organisationen stuft die amerikanische EPA (Environmental Protection Agency) DEHP noch als krebserzeugend für Menschen ein.

Über die toxische Relevanz von Weichmachern hinausgehend wird seit längerem eine Einflussnahme auf das menschliche Hormonsystem diskutiert. Auch hier sind derzeit keine endgültigen Aussagen möglich. Das Umweltbundesamt fasste 1998 in einer Gesamtsicht zusammen, dass DEHP bei "*in vivo*" Tests nicht endokrin wirkt.

Rechtlicherseits ist der Gesundheitsschutz bei der Verwendung von PVC-haltigen Verpackungen für Lebensmittel, Kosmetika, Tabakwaren und andere Haushaltswaren durch das Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-gesetz zu gewährleisten.

## 5. Substitutionsmöglichkeiten für PVC-Produkte

Mit Ausnahme von Spezialprodukten, die ganz besondere Qualitätsanforderungen stellen (z.B. Blutbeutel, elektrisch leitfähige Böden für Reinsträume) gibt es für alle PVC-Anwendungen auch werkstoffliche, wenn auch meist teurere Alternativen:

Fensterprofile	z.B. Holz, Aluminium
Rohre	z.B. PE, PP, Beton, Edelstahl, Kupfer
Fußbodenbeläge	z.B. Linoleum, Holz, Stein, andere Kunststoffe
Kabelummantelungen	z.B. PE, Thermoplaste
Verpackungen	z.B. PET, Glas, Verbundstoffe

Um hier seriöse Vergleiche anstellen zu können, müssen detaillierte Untersuchungen über Eigenschaften, Anforderungsprofil der Produkte im Sinne von Ökobilanzen angestellt werden. Diese zeigen praktisch keine belastbaren Nachteile für PVC-Produkte auf; einzig bei den  $\text{CO}_2$ -Emissionen schneiden nachwachsende Rohstoffe besser als Kunststoffe ab. Auf Details kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden (s. Literatur). Die Entscheidung einiger Gemeinden und Städte, Alternativen für PVC zu verwenden, beruht auf Einschätzungen über Entsorgungsprobleme, Umweltbelastungen, Brandfolgeschäden und damit verbundene Kosten.

Zuletzt muss darauf hingewiesen werden, dass sich bei der Herstellung von PVC-Alternativprodukten neue Probleme für den Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz ergeben können. So gilt z.B. Eichen- und Buchenholzstaub als eindeutig krebserregend. Beim Verlegen eines Holzfußbodens kommen zu dieser gesundheitsgefährdenden Staubbelastung oft noch Belastungen durch Lösemittel bei der Oberflächenbehandlung hinzu, die bei PVC-Produkten zum Beispiel wegfallen.

## 6. Handlungsbedarf

Nach eingehenden Untersuchungen und Bewertungsansätzen möglicher Umwelt- und Gesundheitsgefahren durch PVC gibt die Enquetekommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" unter anderem folgende Handlungsempfehlungen:

- ➔ Für sämtliche PVC-Produkte sollte eine gesetzliche Rücknahmepflicht für die jeweilige Branche eingeführt werden, die für die Entsorgung oder Verwertung ohne finanzielle Beteiligung der öffentlichen Hand aufzukommen hat. Die Entsorgungskosten sollten für alle Werkstoffe in den Produktpreis integriert werden.
- ➔ Eine Substitution von PVC kann - ohne die notwendigen ökonomischen und ökologischen Begründungen - nicht empfohlen werden.
- ➔ Die Verwertungsmöglichkeiten für PVC-Produkte sollten erweitert werden. Für viele Bereiche wird die optimale Verwertung das werkstoffliche Recycling sein.
- ➔ Die Kennzeichnung für alle PVC-Produkte könnte eine Sammellogistik unterstützen.
- ➔ Auf den Neueinsatz von Cadmium in PVC als Stabilisator sollte in Zukunft ganz verzichtet werden.
- ➔ Bei Import-PVC-Produkten sollten Vinylchlorid-Höchstmengen festgelegt werden.

In Ergänzung zu diesen Empfehlungen hat ein Teil der Kommissionsmitglieder im Rahmen eines Sondervotums weiterreichende Forderungen aufgestellt: Unter anderem sollen kurzlebige PVC-Produkte (z.B. Spielzeug, Verpackungen) oder solche, bei denen ein werkstoffliches Recycling mit vertretbarem Aufwand nicht möglich ist (z.B. Tapeten) generell substituiert werden. Um die Sammlung sortenreinen Materials zu erleichtern, sollte außerdem auf den Einsatz von PVC-Verbundmaterialien verzichtet werden.

Der Bund/Länderausschuss Umweltchemikalien hat in seinem letzten Bericht neun Empfehlungen ausgesprochen, die sich in ihren zentralen Forderungen mit denen des Sondervotums der Enquetekommission decken:

- ➔ Verringerung des PVC-bedingten Chloreintrags in Müllverbrennungsanlagen
- ➔ Durchführung modellhafter Untersuchungen der ökologischen Auswirkungen einer vollständigen PVC-Substitution
- ➔ Einschränkung des Inverkehrbringens von PVC-Produkten, die nicht sortenrein verwertet werden können
- ➔ Kennzeichnung von PVC-Produkten
- ➔ Beendigung der Verwendung von Stabilisatoren auf Cadmium- und Bleibasis
- ➔ Substitution von PVC-Produkten im Bauwesen, in denen es bei Bränden zu erheblichen Gesundheitsgefahren kommen kann
- ➔ Umrüstung der Chlorherstellung auf quecksilberfreie Verfahren bis zum Jahr 2010
- ➔ Überprüfung, ob Höchstmengen für Vinylchlorid im Roh-PVC festgelegt werden sollen
- ➔ Bewertung der ökotoxikologischen Eigenschaften von DEHP

Der Rat der Sachverständigen für Umweltfragen hat als das höchste, unabhängige Umweltgremium in Deutschland in seinem "Umweltgutachten 1998" den heutigen Wissensstand zu PVC zusammengefasst: "Er (der Rat) sieht die mit dem Werkstoff PVC heute verbundenen Gesundheits- und Umweltrisiken - im Vergleich zu Substituten wie PET, PP und anderen - nicht als so schwerwiegend an, dass sie ein Verbot oder umfangreiche Verwendungsbeschränkungen rechtfertigen würden."

In der **neuesten Studie** des Umweltbundesamtes von 1999 kommt eine differenzierte Einschätzung zum Ausdruck: Hart-PVC-Produkte wie Fenster und Verpackungsfolien werden als ökologisch akzeptabel beurteilt, mit Phthalaten weichgemachte PVC-Produkte vor allem wegen ökotoxischer (nicht humantoxischer) Bedenken abgelehnt. Für 2000 oder 2001 wird eine abschließende Bewertung von Seiten der EU erwartet.

Die 1999 erschienene Studie der PROGNOSE AG Basel ist die derzeit einzige Studie, die PVC-Produkte und ihre Substitute nicht nur unter ökologischen sondern auch ökonomischen und sozialen Kriterien (also unter "Nachhaltigkeitsaspekten") betrachtet. Dabei schneiden PVC-Produkte kurz- und mittelfristig generell günstiger als die Alternativen ab, langfristig werden vor allem Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen günstiger beurteilt (Erschöpfung von Erdöl etc.).

## Literatur

Bundesgesundheitsamt (1990): Empfehlungen zur Reinigung von Gebäuden nach Bränden. - Bundesgesundheitsblatt 1/90: 32-34

Bund/Länder-Ausschuss Umweltchemikalien (1992): Bericht des Bund/Länderausschusses Umweltchemikalien an die 39. Umweltministerkonferenz über Auswirkungen auf die Umwelt bei der Herstellung, Verwendung, Entsorgung und Substitution von PVC. - Düsseldorf

Bund/Länderausschuss für Umweltchemikalien (1995): Bericht des BLAU an die 44. Umweltministerkonferenz über den Stand der Umsetzung der Maßnahmenempfehlungen des PVC-Berichts vom September 1992 an die 39. Umweltministerkonferenz. - Düsseldorf

Deutsche Forschungsgemeinschaft (1999): MAK- und BAT-Werte-Liste 1999. - Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. Mitteilung 31. VCH Weinheim

Eggers, H.-H. (1995): Mündliche Mitteilungen. - Umweltbundesamt Berlin

Enquetekommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" des Deutschen Bundestages (1994): Die Industriegesellschaft gestalten - Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. - Economica Verlag Bonn

Fiedler, H. (1994): Sources of PCDD/PCDF and Impact on the Environment, Organohalogen Compounds, Vol. 20: 229-236

Fortbildungszentrum Gesundheits- und Umweltschutz Berlin, Hrsg. (1992): PVC - ein Massenkunststoff und seine Umweltauswirkungen. - Seminar 21 des Umwelttechnologieforums 1992 Berlin

PROGNOS-AG, Basel (<http://www.prognos.ch>): "PVC und Nachhaltigkeit - Systemstabilität als Maßstab, ausgewählte Produktsysteme im Vergleich", Deutscher Institutsverlag Köln, 1999

Schulz, R., Becker, B. (1994): Deutsches Umweltrecht. - Sammlung des gesamten Umweltschutzrechts des Bundes und der Länder. Verlag R. S. Schulz, Starnberg

Spindler, E. (1999): Integration der monetären Kosten in Ökobilanzen. - UWSF - Z. Umweltchem. Ökotox. 11(5): 299-302

Spindler, E. (2000): Mündliche und schriftliche Mitteilungen. – Vinnolit GmbH, Burghausen

Tötsch, W., Polack, H. (1992): PVC und Ökobilanz. - Z. Umweltchem. Ökotox. 4 (2) 90-95. ecomed Verlag Landsberg

Umweltbundesamt (UBA): "Handlungsfelder und Kriterien für eine vorsorgende nachhaltige Stoffpolitik am Beispiel PVC", Herausgeber Dr. K. Steinhäuser, ISBN 3-503-04877-4, Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin 1999

#### **Internet:**

Chlorchemie – Wege und Perspektiven eines Grundstoffs in Bayern. Fachinformation Umwelt und Entwicklung 2/2000, Hrsg: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz: <http://www.stmugv.bayern.de/> -> Publikationen -> Suche: Chlorchemie

[Deutsche Forschungsgemeinschaft: MAK- und BAT-Werte-Liste](#)

Stand: April 2000, Links: 2005  
Verfasserin: Ulrike Koller

---

 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, Referat 12 - Infozentrum UmweltWissen, E-Mail: [umweltwissen@lfu.bayern.de](mailto:umweltwissen@lfu.bayern.de)

<p>Das Projekt Infozentrum UmweltWissen (früher Umweltberatung Bayern) hat seit 1992 Publikationen veröffentlicht. Seit 2003 werden die Publikationen vom Bayerischen Landesamt für Umwelt herausgegeben. Dieser Beitrag konnte bisher noch nicht überarbeitet werden. Er stellt daher nicht notwendigerweise und in jedem Fall die Haltung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt dar.</p>
---