

***ALLES ÜBER PVC***

***VON DER HERSTELLUNG  
BIS ZUM RECYCLING***



# PVC VON A BIS Z



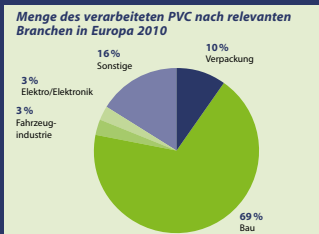
## WIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG

> Seite 3



## HERSTELLUNG UND ROHSTOFFE

> Seite 4



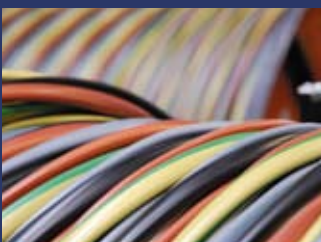
## VERARBEITUNG UND PRODUKTE

> Seite 7



## RECYCLING

> Seite 8



## BRANDVERHALTEN

> Seite 11



## NACHHALTIGE ENTWICKLUNG

> Seite 12



## SELBSTVERPFLICHTUNG DER EUROPÄISCHEN PVC-BRANCHE

> Seite 14

## PVC – WAS SIE WISSEN SOLLTEN

*Seit über 50 Jahren hat sich der Kunststoff PVC mehr als erfolgreich auf der ganzen Welt durchgesetzt. Der vielseitige Werkstoff gehört heute zu den wichtigsten Kunststoffen, ist international anerkannt und am Markt erprobt.*

PVC zeichnet sich durch sein besonders breites Anwendungsspektrum aus. Die Produkte sind meist kostengünstig in der Anschaffung und im Unterhalt. Dabei tragen sie während ihres gesamten Lebenszyklus immer mehr zur nachhaltigen Entwicklung bei: durch moderne Herstellungs- und Produktionsverfahren, den verantwortungsvollen Umgang mit Energie und Ressourcen, die kostengünstige Herstellung und Verarbeitung, aber

auch durch zahlreiche Verwertungsangebote. Diese Fortschritte haben zu einer stetig steigenden Nachfrage des Kunststoffes geführt. Durch kostengünstige PVC-Produkte spart die Gesellschaft zudem Geld ein, das wieder für sinnvolle ökologische oder soziale Investitionen ausgegeben werden kann.

## WIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG

*PVC gehört zu den wichtigsten Kunststoffen in Europa und spielt auch weltweit in der oberen Liga. Die PVC-Branche hat mit ihrem äußerst breiten Spektrum qualitativ hochwertiger Produkte große wirtschaftliche Bedeutung erlangt. Prognosen gehen von einem weiteren Wachstum aus.*

### Verarbeitung in Europa

Die Verarbeitung<sup>1</sup> von PVC liegt in Europa bei 4,9 Millionen Tonnen pro Jahr. Damit gehört PVC nach den Polyolefinen Polypropylen und Polyethylen, die auf einen Marktanteil von 50 % kommen, zu den wichtigsten Kunststoffen. Die herausragende Bedeutung von PVC dokumentiert das Schaubild auf der rechten Seite.

### Internationales Wachstum

Auch weltweit spielt PVC in der oberen Liga. Bei den verbrauchten Kunststoffen steht Vinyl an dritter Stelle. Alle Vorhersagen gehen von einem weiteren Wachstum für Kunststoffe<sup>2</sup> wie auch für PVC aus (s. Tabelle auf Seite 4).

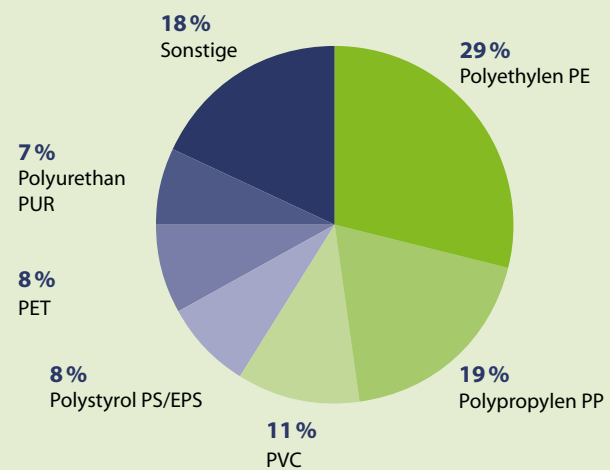
In Europa steigt die PVC-Verarbeitung vergleichsweise langsamer. Hier ist bereits eine hohe Marktdurchdringung erreicht. Dennoch sind selbst auf diesem hohen Niveau Zuwächse zu verzeichnen: ein Zeichen für die große Bedeutung des leistungsstarken Kunststoffes.

### Große Hersteller beliefern den Markt

Die Konzentration der Anbieter ist auf den Kontinenten unterschiedlich ausgeprägt. In China dominiert eine hohe Anzahl kleinerer Anbieter. Dagegen haben in Nordamerika die fünf größten Hersteller einen Marktanteil von 88 %. In Westeuropa stellen die fünf größten Anbieter 64 % des PVC-Angebotes bereit. Betrachtet man die Kapazitäten der weltweit größten

Hersteller im Jahr 2009, so liegt Shin-Etsu an der Spitze, gefolgt von Formosa Plastics, Solvay und LG Chemicals. Etwas anders ist die Situation bei den PVC-Spezialitäten für die Pastenverarbeitung. Hier beanspruchen die Europäer, vertreten durch Vinolit, Vestolit und Solvay/SolVin, die ersten drei Plätze.<sup>3</sup>

**Prozentuale Verteilung des Kunststoffmarktes in EU 27+2 für das Jahr 2009**



<sup>1</sup> PlasticsEurope Market Research Group, 2010.

<sup>2</sup> PlasticsEurope Market Research Group/Consulting Marketing & Industrieberatung GmbH, 2010.

<sup>3</sup> Josef Ertl et al. Polyvinylchlorid – Special K 2010 I in „Kunststoffe“ 10/2010.

### Verarbeitung mittelständig geprägt

Die PVC-verarbeitende Industrie in Deutschland, Österreich und in der Schweiz ist ausgesprochen leistungsfähig und meist mittelständig geprägt. Sie agiert – ebenso wie die Kunststoff-erzeuger – sehr exportorientiert. Einige dieser PVC-Verarbeiter führen mit ihren Produkten den Weltmarkt an. Dazu gehören insbesondere Fensterprofile und Hartfolien, aber auch Medizinanwendungen, Membranen und Weichfolien. In Deutschland wurden 2009 rund 1,6 Millionen Tonnen PVC verarbeitet.

### Wichtiger Wirtschaftsfaktor

Im Jahr 2010 erwirtschaftete die deutsche Kunststoffindustrie 95 Milliarden Euro. Die 415.000 Beschäftigten der Kunststoff-Branche arbeiten in etwa 7.100 Unternehmen.<sup>4</sup> Die Schweizer PVC-Branche trägt in erheblichem Umfang zum Erfolg der gesamten Kunststoffindustrie bei. Mit ihren 34.000 Mitarbeitern



Foto: Südsalz GmbH

Salzkristalle sind für die PVC-Produktion von elementarer Bedeutung. PVC entsteht zu 57 Prozent aus Salz, das auf der Erde praktisch unbegrenzt vorhanden ist, und zu 43 Prozent aus Erdöl.

erzielt sie in etwa 850 Betrieben einen Jahresumsatz von rund 14,4 Milliarden CHF, d.h. über 10 Milliarden Euro.

Die österreichische Kunststoffwirtschaft beschäftigt in etwa 600 Betrieben mehr als 26.000 Mitarbeiter und erwirtschaftet einen jährlichen Umsatz von 5,8 Milliarden Euro. In diesem volkswirtschaftlich bedeutenden Wirtschaftszweig spielt PVC eine tragende Rolle.

### KUNSTSTOFF-WERKSTOFFE: BISHERIGE UND ERWARTETE NACHFRAGE 1990-2015

Nachfrage in Mio. t 1990 – 2015	1990 in Mio. t	2009 in Mio. t	2010 in Mio. t	2015 in Mio. t	Wachstum p. a. 2009 – 2015
<b>PE-LD</b> Polyethylen niedriger Dichte (Low Density) <b>PE-LLD</b> Polyethylen sehr niedriger Dichte (Linear Low Density)	18,8	39,0	40,3	47,9	3,5 %
<b>PE-HD</b> Polyethylen hoher Dichte (High Density)	11,9	31,0	32,2	40,4	4,5 %
<b>PP</b> Polypropylen	12,9	46,0	48,1	61,6	5,0 %
<b>PVC</b> Polyvinylchlorid	17,7	32,5	34,8	43,6	5,0 %
<b>PS</b> Polystyrol	7,2	10,0	10,8	12,7	4,0 %
<b>EPS</b> Expandiertes (geschäumtes) Polystyrol	1,7	4,8	5,2	6,4	5,0 %
<b>ABS</b> Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer <b>ASA</b> Acrylester-Styrol-Acrylnitril-Copolymer <b>SAN</b> Styrol-Acrylnitril-Copolymer	2,8	7,9	8,5	11,2	6,0 %
<b>PA</b> Polyamid	1,0	2,3	2,6	3,3	6,0 %
<b>PC</b> Polycarbonat	0,5	3,0	3,5	4,5	7,0 %
<b>PET</b> Polyethylenterephthalat	1,7	14,8	15,5	19,8	5,0 %
<b>PUR</b> Polyurethan	4,6	11,3	11,9	15,1	5,0 %
<b>Sonst. Thermoplaste</b>	2,8	7,4	8,3	10,5	6,0 %
<b>Total</b>	<b>83,6</b>	<b>210</b>	<b>~222</b>	<b>~277</b>	<b>4,7 %</b>

## HERSTELLUNG UND ROHSTOFFE

*Ihre Herstellungsverfahren hat die europäische PVC-Branche in den vergangenen Jahren konsequent optimiert. Das gilt auch für die Rezepturen. So gibt es bei der Verwendung von Stabilisatoren und Weichmachern bedeutende Veränderungen.*

### Synthese aus Erdöl und Steinsalz

Ausgangsprodukte für die PVC-Herstellung sind Erdöl/Erdgas und Steinsalz. Aus Erdöl entsteht über die Zwischenstufe Naphtha durch thermische Spaltung Ethylen. Chlor wird dagegen auf elektrochemischem Weg (Chlor/Alkali-Elektrolyse) aus Steinsalz gewonnen. Dazu kommt heute mehrheitlich das moderne, stromsparende Membranverfahren zum Einsatz. Als wichtige

Koppelprodukte fallen dabei Natronlauge und Wasserstoff an. Sie sind wiederum Rohstoffe für viele andere Synthesen. Aus Ethylen und Chlor im Verhältnis 43 % zu 57 % wird Vinylchlorid (VC) hergestellt. VC ist der monomere Baustein von PVC. Die Umsetzung von VC zu PVC erfolgt technisch durch verschiedene Verfahren.

<sup>4</sup> Kunststoffindustrie Deutschland Eurostat/Arbeitskreis Marktforschung Wirtschaftsvereinigung Kunststoff\_2011.

## Additive

PVC-Produkte entstehen aus einem weißen, geruchlosen Pulver, das bei der Weiterverarbeitung zu Halbzeugen oder Fertigartikeln mit Zusätzen (Additiven) vermischt wird. Eine solche Zugabe erfolgt nicht nur bei praktisch allen Kunststoffen, sondern auch bei traditionellen Werkstoffen wie Glas, Stahl, Beton etc.

### Im Wesentlichen werden folgende Additive verwendet:

- Stabilisatoren und Costabilisatoren
- Gleitmittel
- polymere Hilfsstoffe zur Verbesserung der Zähigkeit, der Wärmeformbeständigkeit und des Verarbeitungsverhaltens
- Füllstoffe
- Pigmente
- Weichmacher.

Additive erleichtern die Verarbeitung und bestimmen gleichzeitig die Eigenschaften der Fertigprodukte. Ihre Auswahl ist abhängig vom Verarbeitungsverfahren und den Anforderungen an die Endprodukte. Aus PVC-Rohstoff entsteht je nach Auswahl der Zusatzstoffe ein dickwandiges robustes Rohr für die Trinkwasserversorgung oder eine hauchdünne flexible Folie zum Verpacken von Frischfleisch. Additive ermöglichen damit ein vielfältiges Spektrum an Produkteigenschaften.

## Stabilisatoren

Die Verwendung von Stabilisatoren gewährleistet eine ausreichende Hitzestabilität von PVC während der Verarbeitung und schützt das Endprodukt vor Veränderungen durch Wärme, UV-Licht oder Sauerstoff. In PVC-Produkten werden vor allem anorganische und organische Salze der Metalle Calcium, Zink, Barium, Blei oder Zinn eingesetzt. Diese Salze sind im Molekülgefüge fest verankert. Sie gelangen bei Gebrauch der Produkte nicht in die Umwelt. Beim Einsatz von Stabilisatoren kam es in den vergangenen Jahren zu deutlichen Verschiebungen. So hat die europäische Industrie den Verkauf und die Verwendung von Cadmium-Stabilisatoren in allen Mitgliedstaaten der EU eingestellt. Der europäische Stabilisator-Verband ESPA und der europäische Kunststoff-Verarbeiter-Verband EuPC vereinbarten im Oktober 2001 in ihrer Freiwilligen Selbstverpflichtung „Vinyl 2010“, auch Blei-Stabilisatoren zu ersetzen. Dafür haben sie sich mehrere Zwischenziele gesetzt (Basis: Verbrauch im Jahr 2000):

- minus 15 % im Jahr 2005
- minus 50 % im Jahr 2010
- minus 100 % im Jahr 2015.<sup>5</sup>

Das Ziel für 2010 wurde schon im Jahr 2008 übertroffen. Im Jahr 2010 lag die Reduzierung von Blei-Stabilisatoren bereits bei rund 76 %. Gleichzeitig ist die Erforschung und Entwicklung alternativer Stabilisierungssysteme in den letzten Jahren unter erheblichem finanziellem Aufwand sehr weit vorangeschritten. Neben den Systemen auf Calcium/Zink-Basis, deren Marktanteil in Westeuropa von 5 % im Jahr 1994 auf heute über 50 % gestiegen ist, spielt auch Zinn eine wichtige Rolle. Neuere Entwicklungen nutzen außerdem metallfreie, organische Stabilisierungssysteme.

Die in den Mischungen verwendeten Einsatzmengen an Thermoplastisatoren sind in den vergangenen Jahren durch effizientere Additive und exaktere Prozessführung gesunken. Durch die Wiederverwertung von älteren Produkten kann Rezyklat Cadmium und Blei enthalten. Dies ist gesetzlich zulässig, um Anreize für die Verwendung recycelter Materialien zu schaffen<sup>6</sup>. Für Cadmium wurde in der EU-Kommissionsrichtlinie 494/2011 vom 20. Mai 2011 der Wiedereinsatz von cadmiumhaltigem Rezyklat bereits gesetzlich geregelt<sup>7</sup>.



Foto: Vinnolit GmbH & Co. KG

Besucher informieren sich über die umweltfreundliche Membranelektrolyse, die sehr stromsparend arbeitet: ein wichtiger Beitrag zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes.

## Weichmacher

Etwa 70 % des produzierten PVC wird in Europa zur Herstellung harter Produkte verwendet wie zum Beispiel für Fensterprofile und Rohre, die sich durch ihre Langlebigkeit und Witterungsbeständigkeit auszeichnen. Aus den verbleibenden 30 % entstehen weiche Anwendungen. Weichmacher verleihen PVC spezielle Gebrauchseigenschaften, die solchen von Gummi ähnlich sind. Der von Natur aus harte Werkstoff wird durch ihren Zusatz flexibel und dehnbar. Gleichzeitig bleibt er formstabil. Weich-PVC lässt sich auf vielfältige Weise zu einem breiten Spektrum von Produkten verarbeiten. Pasten aus einer Mischung von PVC und Weichmachern erweitern das Angebot beispielsweise durch ausdrucksstarke Vinyltapeten oder pflegeleichte Bodenbeläge.

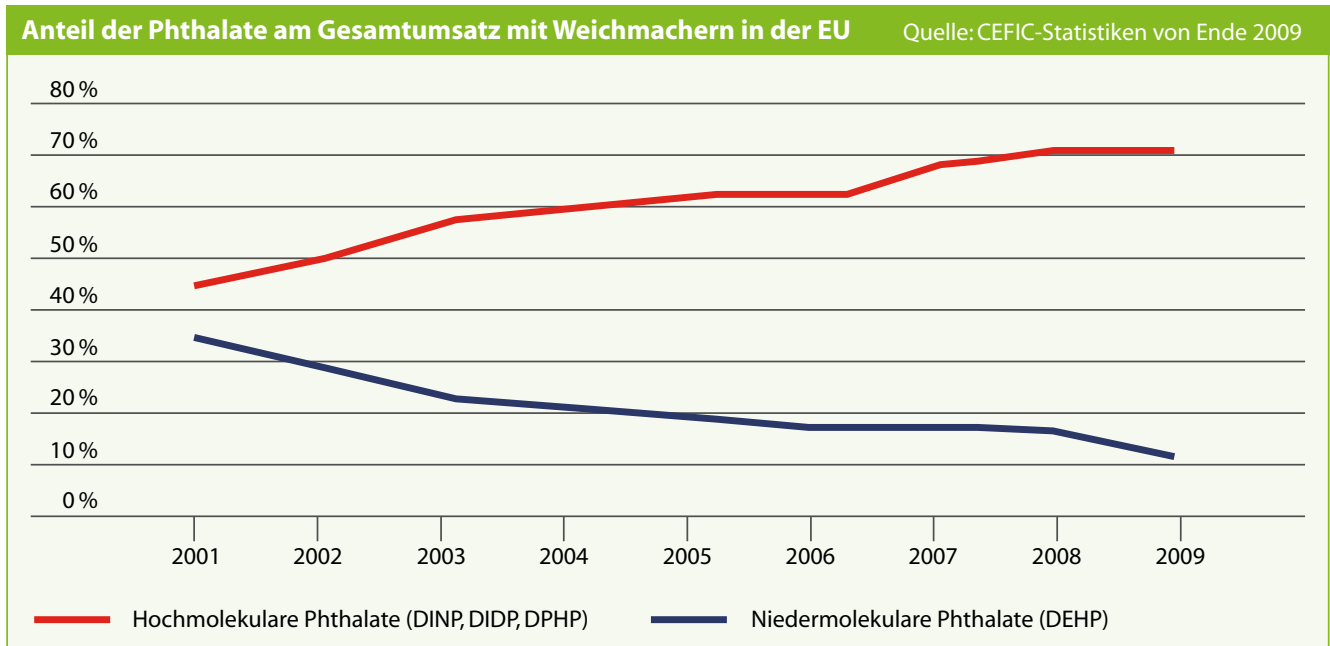
Weich-PVC zeichnet sich durch seine hervorragenden Materialeigenschaften aus, die ein vielseitiges Anwendungsspektrum ermöglichen. Flexible Produkte wie Kunstleder, witterungsbeständige Dachbahnen oder schwer entflammable Kabel bereichern unser Leben, machen es komfortabler und sicherer. In der medizinischen Versorgung haben sich weiche PVC-Anwendungen schon seit Jahrzehnten bewährt. Blutbeutel, Schlauchsysteme oder Wundverbände sind elementare Bestandteile der Patientenversorgung. Dank ihrer guten Verträglichkeit empfehlen Experten PVC-Produkte in diesem Bereich auch für hochempfindliche Allergiker.

Die am häufigsten eingesetzten Weichmacher sind Ester der Phthalsäure. Bei ihrer Verwendung erfolgte im europäischen

<sup>5</sup> Details siehe auch im Kapitel „Selbstverpflichtung der europäischen PVC-Branche“. Die Verarbeiter in den neuen Mitgliedstaaten folgten und Ende 2007 waren alle EU-27-Mitglieder dabei.

<sup>6</sup> Ziffer 23 der Beschluss-Empfehlung zu PVC vom 3. April 2001.

<sup>7</sup> EU-Richtlinie 494/2011 vom 20. Mai 2011.



In den vergangenen Jahren hat die europäische PVC-Branche zunehmend hochmolekulare Weichmacher eingesetzt, während die Verwendung niedermolekularer Weichmacher deutlich zurückging.

Markt in den letzten Jahren eine Veränderung hin zu hochmolekularen Weichmachern. Den größten Anteil bilden hier DINP und DIDP.<sup>8</sup>

Diese Stoffe haben niedermolekulare Weichmacher wie DEHP, DBP und BBP<sup>9</sup> im Markt abgelöst. Auch weitere Spezialweichmacher erlangten inzwischen wirtschaftliche Bedeutung. Zu ihnen gehören Polymerweichmacher auf Adipinsäurebasis, Adipate, Terephthalate und andere phthalatfreie Weichmacher wie z.B. Hexamoll® DINCH.<sup>10</sup>

In der öffentlichen Diskussion werden Phthalate immer wieder mit schädlichen Wirkungen für Mensch und Umwelt in Verbindung gebracht. Diese pauschale Verurteilung ist nicht gerechtfertigt. Es gibt sehr viele Phthalate, die sich in ihrer Wirkung deutlich voneinander unterscheiden.

Niedermolekulare, kurzkettige Phthalate (DBP, DIBP, BBP, DEHP = Low Molecular Weight Plasticisers, LMWs) sind als reproduktionstoxisch eingestuft worden, d.h. sie stehen u.a. in Verdacht, die Sexualfunktion und Fruchtbarkeit zu beeinträchtigen. Im Rahmen von REACH, der neuen europäischen Chemikaliengesetzgebung, wurden diese Stoffe als „Substanzen mit besonders besorgniserregenden Eigenschaften“ gelistet. Ihre Produktion und Anwendungen werden ein Zulassungsverfahren durchlaufen.

Im Unterschied zu LMWs haben die höhermolekularen Phthalate DINP und DIDP (= High Molecular Weight Plasticisers, HMWs) andere Eigenschaften. Deshalb sind diese Stoffe nicht kennzeichnungspflichtig und können weiterhin für alle derzeitigen Anwendungen eingesetzt werden. DINP und DIDP gehören zu den toxikologisch und ökologisch am intensivsten untersuchten Stoffen. Beide Weichmacher durchliefen die Risikoabschätzung und -bewertung der EU ohne jede Beanstandung. Damit endete ein zehnjähriger Prozess umfassender wissenschaftli-

cher Bewertungen durch Aufsichtsbehörden und Gesetzgeber. Im Amtsblatt der Europäischen Kommission vom 13. April 2006 wurde ausdrücklich bestätigt, dass keine Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu erwarten sind.

Die Europäische Kommission hat erstmals im Dezember 1999 für Kinderspielzeug, das bestimmungsgemäß von Kindern unter drei Jahren in den Mund genommen wird, ein auf drei Monate begrenztes Anwendungsverbot von bestimmten Phthalaten in Weich-PVC erlassen.<sup>11</sup> Diese temporäre Maßnahme löste im Januar 2007 eine permanente gesetzliche Regelung (2005/84/EG) ab. Danach dürfen die Weichmacher DEHP, DBP und BBP weder in Kinderspielzeug noch in Babyartikeln eingesetzt werden. DINP, DIDP und DNOP<sup>12</sup> können danach in solchen Kinderspielzeugen und Babyartikeln verwendet werden, die Kinder nicht in den Mund nehmen können. Die technischen Ausführungen sind im Leitfaden der EU-Kommission zur Interpretation des Konzeptes „Kann in den Mund genommen werden“ beschrieben.<sup>13</sup> Die Verwendungsbeschränkung hat das EU-Parlament ausschließlich aufgrund von Vorsorgeaspekten getroffen, nicht auf Basis toxikologischer Eigenschaften.

<sup>8</sup> DINP – Di-iso-nonylphthalat; DIDP – Diisodecylphthalat.

<sup>9</sup> DEHP – Di-(2-ethylhexyl)phthalat; DBP – Dibutylphthalat; BBP – Benzylbutylphthalat.

<sup>10</sup> Hexamoll® DINCH – Cyclohexan-1,2-dicarbonensäurediisononylester.

<sup>11</sup> 1999/815/EG Grundlage Art. 9, 92/59/EWG.

<sup>12</sup> DNOP – Di-(n-octyl)phthalat.

<sup>13</sup> Guidance Document on the interpretation of the concept "which can be placed in the mouth" as laid down in the Annex to the 22nd amendment of Council Directive 76/769/EEC, European Commission, Enterprise and Industry Directorate-General.

# VERARBEITUNG UND PRODUKTE

*PVC lässt sich auf vielfältige Weise zu ganz unterschiedlichen Produkten verarbeiten. Das Spektrum reicht von wärmedämmenden Energiespar-Fenstern über robuste Rohre bis zu pflegeleichten Bodenbelägen. Mit einem Anteil von ca. 70 % kommt der Großteil der meist langlebigen Produkte im Baubereich zum Einsatz.*

## Extruder oder Spritzguss

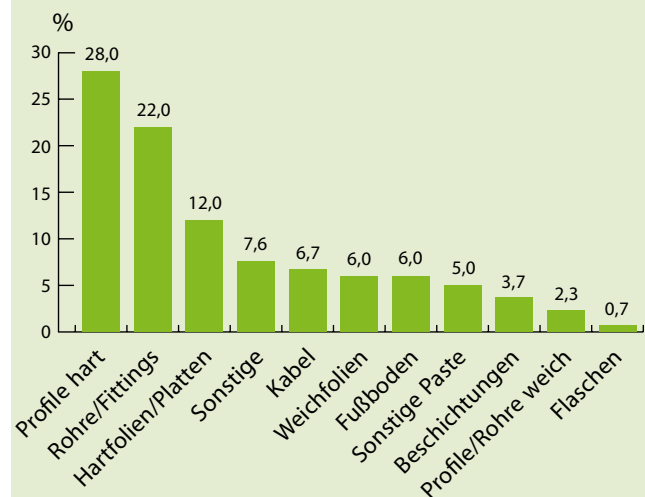
PVC gehört zu den wenigen Polymeren, die sowohl thermoplastisch als auch über Pasten verarbeitet werden können.<sup>14</sup> Die thermoplastische Verarbeitung erfolgt hauptsächlich auf Extrudern oder so genannten Schneckenpressen. Endprodukte sind Rohre, Profile, Platten, Schläuche und Kabel.<sup>15</sup> Mit Hilfe von Kalandern (Walzwerken) entstehen Folien und Fußbodenbeläge. Fittings und Gehäuse werden im Spritzgießverfahren und Hohlkörper mittels Blasformen hergestellt. Emulsions- und Mikrosuspensions-PVC wird vor allem als Paste zu verschiedenen Weich-PVC-Produkten wie Planen, Bodenbelägen, Abdeckungen und Kunstleder verstrichen. Alternativ erfolgt die Formung zu Puppen oder Bällen durch den Rotationsguss.

## Breites Produktspektrum

PVC ist aufgrund seiner hervorragenden Eigenschaften in einer Vielzahl von Produkten einsetzbar und deshalb fester Bestandteil unseres Lebens. In Deutschland sind rund 70 % aller PVC-Anwendungen für den Bausektor bestimmt. Zu ihnen gehören vor allem Fensterprofile, Rohre, Fußbodenbeläge und Dachbahnen. PVC-Fenster sind witterungsbeständig, langlebig, pflegeleicht, wirtschaftlich und am Ende ihres Lebens recycelbar. Robuste Rohre aus Hart-PVC transportieren kostbares Trinkwasser, entwässern Dächer und entsorgen Abwässer. Sie lassen sich im Hoch- oder Tiefbau einfach, schnell, sicher und preiswert verlegen. Bauprodukte aus PVC zeichnen sich insbesondere durch ihre lange Lebensdauer aus: ein entscheidendes Kriterium bei der Wahl des geeigneten Werkstoffes.

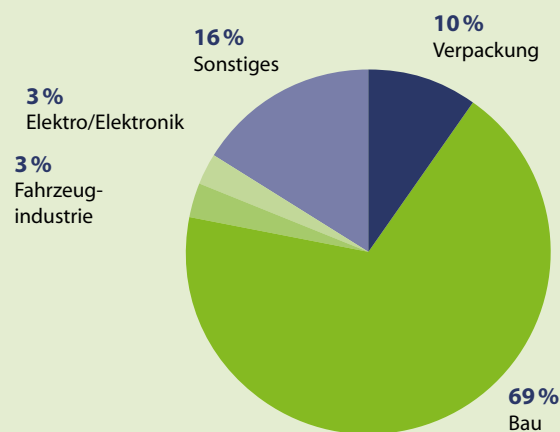
Bei Verpackungen kommt PVC in besonderen Segmenten zum Beispiel in Tablettenblistern, Klebebändern, Hohlkörpern oder Bechern vor. In der Energieversorgung, Funktionssteuerung oder Nachrichtenübertragung leisten Kabel und Leitungen mit einer Isolierung oder Ummantelung aus Weich-PVC einen entscheidenden Beitrag zum reibungslosen Funktionieren unseres komplexen Alltags. Unterbodenschutz, Innenauskleidungen

## Verteilung der PVC-Mengen im Jahr 2010 nach Produkten in Europa



Quelle: PlasticsEurope

## Menge des verarbeiteten PVC nach relevanten Branchen in Europa 2010



Quelle: PlasticsEurope

und Kabelsätze im Fahrgast- und Motorraum spielen im Automobilbereich eine wichtige Rolle. Hinzu kommen Medizinalprodukte wie Blutbeutel oder Schläuche, Büroartikel, Gartengeräte und -möbel sowie Planen. Schon diese Beispiele zeigen die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten für den Werkstoff PVC.

## Vielseitige Materialeigenschaften

PVC ist ein All-Round-Talent: bei Bedarf hart und zäh oder weich und flexibel. Einfache Veränderungen der Rezeptur ermöglichen praktisch jede gewünschte Materialeigenschaft. So gibt es PVC glasklar oder gefärbt, elektrisch gut isolierend oder antistatisch. Der langlebige Kunststoff ist weitgehend resistent gegen Chemikalien, witterungsbeständig, abriebfest und gesundheitlich unbedenklich. Dabei sorgt der Chlorgehalt außerdem für die schwere Entflammbarkeit des Materials. Die rationelle Produktion und leichte Weiterverarbeitung, aber auch die materialsparende Herstellung von Gebrauchsgütern runden das positive Eigenschaftsprofil ab.

<sup>14</sup> Technologiestudie zur Verarbeitung von PVC, Fraunhofer ICT, 2005 im Auftrag von PlasticsEurope Deutschland e.V. und der Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt e.V. auch zum Download auf [www.agpu.com](http://www.agpu.com).

<sup>15</sup> Unter [www.agpu.com](http://www.agpu.com) finden Sie unter dem Menüpunkt „Infothek“ Produktinformationen zu Bodenbelägen, Fenstern, Rohren, Kabeln, Verpackungen, Tapeten, medizinischen und KFZ-Artikeln aus PVC.

### Langlebige Anwendungen dominieren

Detaillierte Untersuchungen über die Nutzungsdauer von PVC-Produkten in Westeuropa zeigen, dass langlebige Anwendungen dominieren. Dies gilt insbesondere für Deutschland, Österreich und die Schweiz. Diese Länder vertrauen vor allem im Baubereich auf PVC-Produkte. In der Schweiz kommen 80 % dieser Lösungen im Bausektor zum Einsatz, in Deutschland rund 70 %. Diese hohe Quote ist auf die guten Langzeiteigenschaften von PVC zurückzuführen: ein weiteres ökologisches und ökonomisches Plus, da wertvolle Ressourcen geschont werden.

## RECYCLING

*Gebrauchte PVC-Produkte sind zum Wegwerfen viel zu schade. Um wertvolle Ressourcen zu schonen, hat die europäische PVC-Branche deshalb die Wiederverwertung der wichtigsten PVC-Produkte organisiert und setzt sich hier auch für die Zukunft ehrgeizige Ziele.*

### Steigende Verwertungsquoten

Die Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt e.V. beauftragt die Consultic Marketing und Industrieberatung GmbH in regelmäßigen Abständen mit der Erhebung abfallrelevanter Zahlen für PVC in Deutschland. Im Jahr 2007 lag die PVC-Abfallmenge bei ca. 563.000 Tonnen (505.000 Tonnen in 2005). Das entspricht 1-2 % des gesamten Abfallaufkommens. Der Anteil an Nachgebrauchs-Abfällen („post-consumer“) in dieser Menge lag bei ca. 403.000 Tonnen (360.000 Tonnen in 2005). Davon wurden ca. 77.000 Tonnen (60.000 Tonnen in 2005) werkstofflich und rohstofflich recycelt. Nimmt man die Produktionsabfälle dazu, so erhöht sich die stofflich verwertete Menge auf insgesamt ca. 221.000 Tonnen (180.000 Tonnen in 2005). Tatsächlich liegt die verwertete Menge aber noch höher. Nicht von der Statistik erfasst ist das so genannte „In-House-Recycling“. Dabei werden die an der Verarbeitungsmaschine anfallenden Produktionsabfälle zerkleinert und anschließend sofort wiederverwertet. Bezogen auf die Gesamtabfallmenge (post- und Produktionsabfall) liegt die stoffliche Verwertungsquote bei ca. 36 %. Weitere PVC-Abfälle werden heute nach dem Stand der Technik – hauptsächlich in Müllverbrennungsanlagen – energetisch verwertet. Da PVC einen ähnlichen Heizwert wie Braunkohle hat (ca. 19 MJ/kg), ist es unstrittig, dass der Werkstoff positiv zur Energiebilanz bei der Verbrennung von Hausmüll (ca. 11 MJ/kg) beiträgt.

### Werkstoffliche Verwertung

Werkstoffliches Recycling ist in der PVC-Produktion und -Verarbeitung schon seit vielen Jahrzehnten üblich. Der größte Teil von sortenreinen Abfällen gelangt direkt in die Produktion zurück. Für die Wiederverwertung der post-consumer-Abfälle („Nachgebrauchs-Abfälle“) hat die PVC-Branche eine Reihe von Initiativen entwickelt, die mittlerweile im Markt etabliert sind. In der Abfallwirtschaft sind PVC-Bauprodukte mengenmäßig am bedeutendsten. Um diese Abfälle kümmern sich in Deutschland die Arbeitsgemeinschaft PVC-Bodenbelag Recy-

NUTZUNGSDAUER:	ANTEIL AM GESAMT-PVC-VERBRAUCH
kurz, bis 2 Jahre	15 %
mittel, 2-10 Jahre	16 %
lang, 10-20 Jahre	28 %
sehr lang, über 20 Jahre	41 %



Die Sammlung und Wiederverwertung ausgebauter PVC-Fenster-Systeme ist heute gängige Praxis. Am Ende des Prozesses stehen moderne Wärmedämmfenster, die Energie sparen und das Wohnklima verbessern.



cling (AgPR) und RoofCollect – die Nachfolgeorganisation der Arbeitsgemeinschaft für PVC-Dachbahnen Recycling (AfDR). Für Fenster hat die Rewindo Fenster-Recycling-Service GmbH ein flächendeckendes Rücknahmesystem eingerichtet. Sie arbeitet eng mit ihren Recyclingpartnern Tönsmeier Kunststoffe und VEKA Umwelttechnik zusammen. Seit Anfang 2005 bilden die Rohr-Recycling in Westeregeln – ein Tochterunternehmen der Tönsmeier-Gruppe – und der Kunststoffrohrverband (KRV) eine Allianz, um die Verwertungsmengen zu steigern. Die neue Initiative nimmt PVC-Rohre bundesweit zurück und sorgt für die Verwertung der Altprodukte. Die PVC-Branche in Deutschland kooperiert darüber hinaus mit der von „Vinyl 2010“ gegründeten europäischen Initiative Recovinyll. In Österreich organisieren die Brancheninitiativen ÖAKF (Österreichischer Arbeitskreis Kunststoff-Fenster) und ÖAKR (Österreichischer Arbeitskreis Kunststoff-Rohre) den Rücklauf und die Verwertung von Alt-PVC. Die so gesammelten Mengen werden größtenteils von der Reststofftechnik GmbH in Salzburg verarbeitet. Das von Solvay entwickelte Lösemittelverfahren VINYLOOP® ermöglicht ausserdem, bisher schwer behandelbare Verbundmaterialien zu verwerten (z.B. PVC/Kupfer aus Kabelresten oder PVC/Polyester von alten Planen). Die innovative VINYLOOP®-Technologie ging Anfang 2002 nach Fertigstellung einer 10 Kilotonnen-Anlage im italienischen Ferrara an den Start. Weitere Anlagen sind geplant. Auch für Verpackungen, Kabel, Kreditkarten und gemischte PVC-Abfälle gibt es Recyclingangebote. Diese und eine Vielzahl von Recyclingprodukten sind im PVC-Recycling-Finder der AGPU unter [www.agpu.com](http://www.agpu.com) aufgelistet. Mit ihren zukunftsfähigen Rücknahme- und Verwertungssystemen für ihre Altprodukte leistet die PVC-Branche einen großen Beitrag zum nachhaltigen Wirtschaften.

### **Rohstoffliche Verwertung**

Bei der thermischen Behandlung von PVC-Produkten lässt sich Chlorwasserstoff in reiner Form gewinnen. Dabei wird der Kohlenwasserstoff-Anteil im PVC im gleichen Prozess zur Wärmebeziehungsweise Stromgewinnung genutzt. Der Chlorwasserstoff fließt dann wieder in die PVC-Produktion zurück.

Rohstoffliche Verfahren unterscheiden sich durch Prozesse mit und ohne Chlorlimitierung. Dabei eignet sich das Verwertungsverfahren ohne Chlorlimitierung vor allem für verschmutzte und PVC-reiche Kunststoffmisch-Fractionen. Die PVC-Branche untersucht bereits seit 1992 geeignete Technologien zur rohstofflichen Verwertung PVC-reicher Abfallströme.

Die Drehrohfen-Verwertungsanlage bei DOW/BSL in Schkopau ist technisch geeignet für PVC-reiche Abfallströme als rohstoffliches Verfahren. In der Ende 1999 in Betrieb genommenen Anlage können unter anderem PVC-Abfälle in fester und flüssiger Form verwertet werden. Durch die thermische Behandlung der Abfälle spaltet sich unter Ausnutzung der freiwerdenden Energie Chlorwasserstoff ab. Noch am Standort zu Salzsäure verarbeitet, kann er wieder als Rohstoff für die PVC-Herstellung eingesetzt werden.

Bei der Calciumcarbidproduktion der Alzchem Trostberg GmbH in Hart an der Alz können heizwertreiche Kunststofffraktionen mit Chlorgehalten bis zu 10 % eingesetzt werden. Diese Abfälle dienen der Erhöhung der Menge und des Heizwertes des entstehenden Carbidofengases. Ecoloop, ein Tochterunternehmen der Fels-Werke GmbH, ermöglicht mit einer neuen Technolo-



Foto: Vinyl 2010

Die gelb umrandete Plattform an dieser Bushaltestelle erleichtert das Einsteigen und wurde aus PVC-Rezyklat gefertigt.

gie die energieeffiziente Umwandlung organischer oder kohlenstoffreicher Materialien wie z.B. Altholz oder Kunststoff in gereinigtes Synthesegas als Energieträger. Dabei können auch Rohstoffe mit einem Chlorgehalt von bis zu zehn Prozent verwendet werden.

### **Abfallverbrennung**

Aktuell gibt es in Deutschland ca. 68 Anlagen zur thermischen Behandlung von gemischten Siedlungsabfällen. Sie verfügen über eine genehmigte Gesamt-Kapazität von etwa 19 Millionen Tonnen. In der Vergangenheit ging man davon aus, dass PVC zu etwa 50 % zum Chloreintrag in Müllverbrennungsanlagen beiträgt. Heute wird dieser Anteil auf ca. ein Drittel (30-35 %) geschätzt. Diese Reduzierung ist unter anderem auf die Verwertungsaktivitäten des DSD (Duales System Deutschland „Der grüne Punkt“ u.a.) im Verpackungsbereich zurückzuführen.

Der Chloranteil im PVC wird bei der Verbrennung vollständig in HCl überführt und im Rahmen der vorgeschriebenen Rauchgasreinigung bis weit unter den gesetzlich zulässigen Emissionsgrenzwert aus dem Rauchgas entfernt. Die Wäscherflüssigkeit neutralisiert man überwiegend mit gebranntem Kalk. Das dabei entstehende Calciumchlorid wird deponiert. Einige Müllverbrennungsanlagen arbeiten nicht mit Kalkwäsche. Sie neutralisieren mit Natronlauge. Dabei entsteht eine verwertbare Kochsalzlösung.

Um den Chloreintrag zu senken, kann man den Chlorwasserstoff auch aus dem Rauchgas als Salzsäure abtrennen und erneut in der chemischen Produktion nutzen. Nach diesem Prinzip arbeiten in Deutschland fünf Abfallverwertungsanlagen u.a. in Hamburg, Böblingen, Kiel und Kempten.

Eine weitere Möglichkeit bietet das NEUTREC-Verfahren von SOLVAY. Mit Hilfe von Natriumbicarbonat wird bei der Rauchgaswäsche von Verbrennungsanlagen Natriumchlorid zurückgewonnen und gereinigt. Anlagen zur Behandlung natriumhaltiger Reaktionsprodukte gibt es in Italien und Frankreich.

Auch der HALOSEP®-Prozess bietet die Möglichkeit, Chlor aus der Abfallverbrennung in Form von Salz zurückzugewinnen. Im Rahmen eines Pilotversuchs wurden Abfälle aus der Rauchgasreinigung zweier großer dänischer Müllverbrennungsanlagen behandelt. Dabei gelang eine Rückgewinnung von mehr als 99 % des Chlors.

Bei nahezu jedem Verbrennungsvorgang von organischem Material entstehen auch Dioxine und Furane (PCDD/F). Die Menge dieser unerwünschten Verbindungen hängt stark von Konstruktion und Betrieb der Müllverbrennungsanlagen ab.<sup>16</sup> Restliche Emissionen werden durch Maßnahmen zur Abgasreinigung (Adsorptionsfilter) minimiert. Alle europäischen Müllverbrennungsanlagen dürfen aufgrund der EU-Richtlinie 2000/76/EC seit 2000 nur noch weniger als 0,1 ng TEQ Dioxin pro m<sup>3</sup> Abgas emittieren.

Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass sich der PVC-Anteil im Hausmüll nicht auf die Höhe der Dioxinbildung und damit auf die Dioxinemissionen auswirkt.<sup>17</sup> Ein vollständiges Aussortieren von PVC-Produkten aus dem Müll verändert die Dioxin-Werte im Abgas nicht. Grund dafür ist der im Abfall immer vorhandene Salzgehalt, für den unter anderem Speisereste verantwortlich sind.

Ob mit oder ohne PVC: Am Aufwand, den Grenzwert von 0,1 ng/m<sup>3</sup> einzuhalten, ändert sich nichts. Den wichtigsten Einfluss auf die Dioxinemissionen haben thermische und sonstige Steuerparameter in der Verbrennung. Anstatt über Dioxine sollte besser über Abgase diskutiert werden. Ihre Gefährlichkeit wird viel stärker durch andere Schadstoffe bestimmt. So etwa durch die kanzerogenen Stoffe PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe wie das Benzo-a-Pyren) oder Feinstäube. Eine ganzheitliche Betrachtung schädlicher Wirkungen ist besonders wichtig für unkontrollierte thermische Vorgänge, wie der folgende Abschnitt zeigt.

### **PVC und EBS**

Durch die vielfältigen Recyclingangebote (u.a. zu finden im „PVC-Recycling-Finder“ der AGPU unter [www.pvcrecyclingfinder.com](http://www.pvcrecyclingfinder.com)) führt die PVC-Branche einen substantziellen Anteil des Alt-PVC bereits der Verwertung zu, bevor der Abfall in die EBS (Ersatzbrennstoff) -Aufbereitung gelangt. Auf diese Weise wird der Chlorgehalt der Fraktionen für die EBS-Aufbereitung deutlich reduziert. Die PVC-Anteile einer „PVC-reichen“ Fraktion, die bei der EBS-Herstellung durch Sortierung ausgeschleust wird, liegen meist nur bei 5-15 %.

### **Deponierung**

Auf Deponien abgelagerte PVC-Produkte sind für Umwelt und Gesundheit ungefährlich. Schwermetall-Stabilisatoren können zwar in geringen Mengen in das Sickerwasser der Deponie gelangen, sind aber im Vergleich zu Schwermetallen aus anderen Quellen im Siedlungsabfall so gut wie bedeutungslos. Ähnliches gilt für Weichmacher, die durch Mikroorganismen aus dem Weich-PVC austreten können. Sie werden abgebaut und führen nicht zu einer toxikologisch relevanten Beeinträchtigung des Sickerwassers. Zu diesem Ergebnis kam ein umfangreiches internationales Forschungsprojekt über das Langzeit-



Foto: PVCplus

Taschen aus gebrauchten LKW-Planen sind nicht nur modisch. Sie schonen auch wertvolle Ressourcen, indem sie die Langlebigkeit des Materials optimal ausnutzen.

verhalten von PVC-Produkten unter Deponiebedingungen und im Boden. Es wurde 1996-2000 von der Technischen Universität Hamburg-Harburg, der Universität Linköping und der Chalmers Universität Göteborg durchgeführt.

Grundsätzlich gehören verwertbare Materialien wie Kunststoffe und anderer organischer Materialien ist nicht mehr zeitgemäß und in mehreren europäischen Ländern auch nicht mehr zulässig. Bereits seit Januar 2000 werden in der Schweiz alle organischen Abfälle vor der Deponierung in Kehrichtverbrennungsanlagen thermisch behandelt. In Deutschland ist eine entsprechende Regelung in Form eines Ablagerungsverbotes von organischen Abfällen wie z.B. Holz, Papier oder Kunststoff seit 2005 verbindlich (Quelle: DepV - Deponieverordnung, Technische Anleitung (TA) – Siedlungsabfall). In Österreich wurde das Thema im gleichen Sinn durch die Deponieverordnung 2008 geregelt.

<sup>16</sup> „Die wichtigsten Maßnahmen zur Senkung der PCDD/F - Bildung sind auf der Feuerungsseite die Senkung des Gesamtluftüberschusses und die Verbesserung des Ausbrandes, d.h. die Senkung der Emissionen an CO und C<sub>org</sub> sowie des Unverbrannten in Flugasche und Rostschlacke ... ein guter Ausbrand muss ... als notwendige Bedingung für eine hohe Zerstörungsrate und eine geringe Neubildung von PCDD/F angesehen werden.“ – Christian Hübner, Rolf Boos, Georg Bohlemann, Monographie 160, Umweltbundesamt, Wien, 2000.

<sup>17</sup> Quellen: American Society of Mechanical Engineers: „The Relationship between Chlorine in Waste Streams and Dioxin Emissions from Waste Combustor Stacks“, Washington, 1995; Umweltbundesamt: „Handlungsfelder und Kriterien für eine vorsorgende nachhaltige Stoffpolitik am Beispiel PVC“, 1999, S. 47.

# BRANDVERHALTEN

*Auch PVC-Produkte können einmal in Brand geraten. Die nachfolgenden Informationen geben einen kurzen Einblick in das Brandverhalten von PVC.*

## **Wenn es brennt**

Nur wenn ausreichend große Zündquellen und Sauerstoff vorhanden sind, können Kunststoffe und Naturprodukte in Brand geraten. Dabei entstehen zunächst Gase, die sich entzünden und mit dem Sauerstoff reagieren sowie Aerosole und Ruß.

## **Brandgase**

Die toxikologischen Eigenschaften von Gasen beim Brand von Kunststoffen lassen sich mit solchen vergleichen, die beim Verbrennen von Naturstoffen wie Holz und Papier entstehen. Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass etwa 90 bis 95 % der Todesfälle bei Bränden auf eine Kohlenmonoxid (CO)-Vergiftung zurückgehen. Dieses Gas entsteht bei jedem Brand und tötet ohne Vorwarnung. Im Gegensatz dazu zwingt Salzsäure (HCl) durch den stechenden Geruch schon bei kleinsten, noch unschädlichen Konzentrationen zur Flucht.

## **Rauchgase**

Viel diskutiert werden neben den akut toxischen Brandgasen (CO, HCN, Acrolein, HCl etc.) die kanzerogenen Rauchgase. Auch sie entstehen bei jedem Brand. Zu den wichtigsten dieser Art gehören polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Feinstäube.

Wenn chlorhaltige Materialien wie PVC oder andere Kunst- oder Naturstoffe in Brand geraten, können Dioxine und Furane entstehen. Diese Substanzen sind allerdings äußerst stark an die im Brand gebildeten Rußteilchen gebunden und damit wenig für Mensch, Tier und Pflanze verfügbar. Bei der Untersuchung von Brandexponierten gegenüber Nichtexponierten waren keine erhöhten Dioxinkonzentrationen feststellbar. Zum gleichen

Ergebnis kommen Untersuchungen nach PVC-Bränden, z.B. im Oktober 1992 in Lengerich/NRW, wo mehrere hundert Tonnen PVC in Flammen aufgingen.

## **Korrosion**

Jedes Rauchgas ist aufgrund der hohen Temperaturen, der Feuchtigkeit etc. korrosiv. Wenn es zusätzlich Säuren (z.B. NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, HCl, Essigsäure) enthält, kann sich diese Wirkung noch verstärken. Beim Brand von PVC entsteht als speziell korrosives Rauchgas – aufgrund des Chlorgehaltes – HCl. Neueste Studien zeigen, dass Korrosion – im Gegensatz zur Meinung mancher Experten – keine Rolle bei dem gefürchteten Ausfall von Sicherheitselektronik im Brandfall spielt, weil sie sich vergleichsweise langsam über einen längeren Zeitraum erstreckt. Wichtigste Ursache für den Ausfall von Sicherheitselektronik sind Kurzschlüsse. Sie entstehen durch elektrisch leitende Rußbrücken.

Wie hoch der wirtschaftliche Schaden durch Korrosion ist, hängt von der Brandsituation und vom Beginn der Sanierungsarbeiten ab; er kann steigen, wenn die Sanierung erst spät erfolgt. Dabei zeigt eine gesamtwirtschaftliche Rechnung, dass die ökonomischen Vorteile beim PVC-Einsatz größer sind als die möglichen Schäden im Brandfall. Die Substitutionskosten allein für PVC-Kabel in Deutschland würden ca. 1 Milliarde Euro jährlich betragen. Sie liegen damit in der gleichen Größenordnung wie die Sanierungskosten (nicht nur durch Korrosion) sämtlicher Brände in Deutschland (Quelle: Engelmann: "Kosten-Nutzen-Abschätzung: Halogenfreie oder PVC-Kabel", in: Vorbeugender Brandschutz, 1995).



Leitungen und Kabel mit einer schwer entflammaren Isolierung oder Ummantelung aus Weich-PVC sind unverzichtbar in der Energieversorgung, Funktionssteuerung oder Nachrichtenübertragung.

# NACHHALTIGE ENTWICKLUNG

*Produkte aus PVC schneiden sowohl unter ökologischen als auch sozialen und ökonomischen Gesichtspunkten gut ab. Maßgeblich für diesen Erfolg sind die niedrigen Lebenswegkosten, die lange Lebensdauer und die Recyclingfähigkeit der qualitativ hochwertigen Produkte.*

## Beurteilung der Nachhaltigkeit

Die nachhaltige Entwicklung muss unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten beurteilt werden. Bewertungen einzelner Bereiche können in die Irre führen. Die Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt hat mit Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Umweltverbänden sowie Journalisten einen intensiven Dialog über PVC geführt. Ein Ergebnis dieses Prozesses ist die unabhängige PROGNOSE-Studie von 1999/2000 über die Nachhaltigkeit ausgewählter PVC-Produkte und ihrer Alternativen<sup>18</sup>: die erste Studie, die den Begriff der „nachhaltigen Entwicklung“ auf Produkte heruntergebrochen hat. Für PVC-Produkte ergab sich ein ausgewogenes Bild mit guten Ergebnissen, aber auch mit offenen Fragen und Optimierungsmöglichkeiten, die dem Werkstoff PVC einen zukunftsfähigen Weg weisen. Der heutige Wissensstand ist nachfolgend kurz zusammengefasst. Dabei stützen sich die ökologischen Betrachtungen auf Ökobilanzen und Risikoabschätzungen, natürlich immer entlang des gesamten Lebensweges.

## Ökologische Aspekte

Mit ökobilanziellen Betrachtungen lässt sich ein Teil der ökologischen Qualität von Produkten und Leistungen ermitteln. Risikobetrachtungen komplettieren diese ökologische Qualität. Um die nachhaltige Entwicklung zuverlässig bewerten zu können, müssen aber auch soziale und ökonomische Eigenschaften berücksichtigt werden.



Foto: Funke Kunststoffe GmbH

PVC-Rohre lassen sich aufgrund ihres geringen Gewichts sehr leicht verlegen und erreichen eine Haltbarkeit von über 100 Jahren. In dieser Zeit benötigen sie kaum Wartung: eine wirtschaftliche und nachhaltige Lösung.

Die europäische Kunststoffindustrie erarbeitet auf einer einheitlichen Basis ökobilanzielle Grunddaten („Öko-Inventar“) zur Herstellung und Verarbeitung der wichtigsten Kunststoffe und aktualisiert diese Daten kontinuierlich. Aus diesen „Ökoprofilen“ erstellen qualifizierte Institutionen Ökobilanzen für Produkte. Dabei berücksichtigen sie zusätzliche Informationen wie z.B. die lokale Stromsituation, Recycling, Entsorgung etc. Eine wichtige Studie, die den Fokus auf PVC-Produkte legt, stammt von H. Krähling.<sup>19</sup>

Die vielleicht aufwändigste Metastudie zu Ökobilanzen von PVC-Produkten wurde im Jahr 2004 unter der Leitung von PE Europe GmbH – Life Cycle Engineering im Auftrag der EU erstellt. Sie zeigt, dass Produkte aus PVC mit solchen aus anderen Werkstoffen ökobilanziell gut vergleichbar sind.<sup>20</sup>

Für eine belastbare Ökobilanzierung spezifischer Produkte muss man allerdings noch berücksichtigen, dass

- für ähnliche Produkte aus verschiedenen Materialien u.U. unterschiedliche Materialmengen notwendig sind,
- auch die Verarbeitung, das Recycling und die Verwertung etc. bilanziert werden müssen. Dabei sollten Ökobilanzen der ISO 14040 und 44 entsprechen.

Als ökobilanziell besonders vorteilhaft erweist sich häufig die Ressourcen- und Energieeffizienz von PVC-Produkten. Materialsparende Konstruktionen und das Recycling erschließen zusätzliche Optimierungspotenziale. Gerade im Baubereich sind umsichtige Planung und Konstruktion, vor allem aber die (energetischen) Einsparungen im Gebrauch und die geringen Aufwendungen zur Pflege und Erhaltung weit wichtiger als das verwendete Material an sich. Diese Ansicht teilt auch das Bauministerium, das einen Leitfaden für nachhaltige Bundesbauten entwickelt hat (<http://www.nachhaltigesbauen.de/leitfaeden-und-arbeitshilfen.html>).

Auf der Basis von Ökobilanzdaten werden auch einfacher lesbare Bewertungen erstellt wie die EPDs (Environmental Product Declarations). Sie fassen die zahlreichen Ergebnisse der Ökobilanzen in verschiedene ökologische Kriterien zusammen wie Energieverbrauch, Klimaeffekt oder Versauerung. Ökoprofilen wie auch EPDs für einzelne Kunststoffe sind auf der Webseite von PlasticsEurope<sup>21</sup> eingestellt. Sie gelten weltweit als die zuverlässigsten quantitativen Daten für Kunststoffe. Beim Vergleich dieser Daten mit entsprechenden Daten anderer Werkstoffe muss aber berücksichtigt werden, dass sich die Methoden zur Erfassung der Ökoprofilen immer etwas unterscheiden. Deshalb sind exakte Vergleiche nicht möglich.

<sup>18</sup> PROGNOSE-AG, Basel, „PVC und Nachhaltigkeit – Systemstabilität als Maßstab, ausgewählte Produktsysteme im Vergleich“, Deutscher Institutsverlag Köln, 1999 (ISBN-Nr. 3-602-14485-2). Eine von PROGNOSE autorisierte englische Übersetzung liegt vor.

<sup>19</sup> H. Krähling, „Life Cycle Assessments of PVC Products: Green Guides to Ecological Sustainability“, LCA Documents, ecomed publishers Vol. 6, ISBN 3-928379-58-5, 1999, 60 Seiten.

<sup>20</sup> „Ökobilanz-Studie zu PVC und prinzipiell konkurrierenden Materialien, 2004“, <http://europa.eu.int/comm/enterprise/chemicals/sustdev/pvc.htm>, <http://www.pe-consulting-group.com/downloads0.html?&L=1>.

<sup>21</sup> Siehe unter [www.plasticseurope.org](http://www.plasticseurope.org). Rubrik „Plastics & Sustainability“, Life-Cycle-Thinking.

## Ökonomische Aspekte

PVC-Produkte zeichnen sich durch ihre lange Lebensdauer, einen geringen Aufwand für Unterhalt und Wartung sowie ihre Recyclingfähigkeit aus. Entsprechend niedrig sind die Lebenswegkosten: eine Tatsache, die sich offensichtlich direkt auf den Markterfolg auswirkt. Konsumenten wählen bei gleicher Leistung das kostengünstigere Produkt. Sie wissen, dass ökonomische Ressourcen wie alle anderen Ressourcen beschränkt sind und versuchen, sie für einen optimalen Nutzen sorgfältig einzusetzen.

Niedrige Lebenswegkosten sind aber auch qualitativ und quantitativ mit ökologischen und sozialen Kriterien verknüpft. Dadurch lassen sie sich auch für ökologische und soziale Ziele nutzen. Wir sehen zwei Wege, um Kosten und Ökologie gleichzeitig und quantitativ zu bewerten:

Eine Möglichkeit ist die Darstellung der Kosten zusätzlich zu den ökologischen Ergebnissen, so wie beim Ökoeffizienzmodell der BASF. Hier werden die ökologischen Ergebnisse über Normierungen und Gewichtungen zu einer Größe zusammengefasst und mit den normierten Kosten verglichen.

Ein zweiter Weg besteht in der direkten Verknüpfung beider Kriterien: durch die „kompensatorische“ Methode. Dazu werden eventuelle Kostenvorteile zwischen alternativen Produkten zur Finanzierung ökologischer Verbesserungen eingesetzt, wie zum Beispiel für Maßnahmen zum Energiesparen oder zur Vermeidung von Klimaeffekten. Eine konkrete Berechnung liegt beispielsweise für PVC-Fenster und Alternativen vor. Schon mit etwa 1 % der Produktkosten eines PVC-Fensters lassen sich 100 % des mit diesem Produkt erzeugten Klimaeffekts kompensieren<sup>22</sup>: ein geringer finanzieller Aufwand mit großer Wirkung. Diese „kompensatorische“ Methode wird beim „Klima-neutralen Fliegen“ schon seit Jahren praktiziert. Niedrige Lebenswegkosten wirken sich auch im sozialen Bereich positiv aus: Ärmere Menschen und viele Völker der Dritten Welt können sich preisgünstige Produkte zum Beispiel für Gesundheit oder Bildung eher leisten.

Umgekehrt bedeutet ein von manchen Gemeinden praktizierter PVC-Verzicht „Mehrkosten ohne quantifizierbaren ökologischen Gewinn“.<sup>23</sup> Sehr wohl messbar sind aber die durch den Verzicht entstehenden Mehrkosten, die nicht mehr für sinnvolle ökologische und soziale Gewinne investiert werden können.<sup>24</sup> Eine PVC-Substitution ohne ökonomische und ökologische Begründung kann sogar zu einer Verschlechterung des gegenwärtigen Zustandes führen, wie Enquête-Kommission und UBA feststellen.<sup>25</sup>

## Soziale Aspekte

Schon seit Jahrzehnten haben sich PVC-Produkte in fast allen Bereichen unseres Alltags bewährt. Dabei sind sie intensiv erforscht und kontinuierlich weiterentwickelt worden, um hohe Sicherheits- und Qualitätsstandards bieten zu können: angefangen bei der Rohstoff-Auswahl über veränderte Rezepturen



Foto: objectfloor Art und Design Belags GmbH

Moderne PVC-Bodenbeläge, wie hier in naturgetreuer Holzoptik, sind beliebt in Kindergärten, Krankenhäusern und Schulen. Sie sind außerordentlich pflegeleicht, widerstandsfähig und langlebig.

bis zu modernen Herstellungsverfahren. Mit einem breit gefächerten Produktspektrum erfüllen sie die anspruchsvollen Anforderungen an moderne, zukunftsweisende Lösungen: im Gesundheitswesen, in der Bautechnik, aber auch bei alltäglichen Gütern im Haushalt und am Arbeitsplatz.

Viele Produkte sind elementar für das Funktionieren unseres komplexen Alltags und zeichnen sich durch ihren hohen gesellschaftlichen Nutzen aus. Leitungen und Kabel mit einer Ummantelung oder Isolierung aus Weich-PVC sorgen für ei-

<sup>22</sup> E.-J. Spindler "Integration der monetären Kosten in Ökobilanzen", UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox. 11 (5) 299-302 (1999).

<sup>23</sup> Zusammenfassung von Mehrkosten bei PVC-Substitution.

<sup>24</sup> In einer älteren Studie des hessischen Bauministeriums wurden Mehrkosten einer PVC-freien Wohnung auf ca. 2.200 € berechnet. Damit kann man Investitionen finanzieren, die ca. 100 t CO<sub>2</sub> und entsprechende Energiemengen einsparen! Die PROGNOSE AG aus Basel hat in einer Studie von 1994 im Auftrag des hessischen Umweltministeriums geschätzt, dass der Mehraufwand für den Ersatz von 70 % der PVC-Produkte bei etwa 3,3 Milliarden Euro jährlich liegt; bei Kompensationskosten von 20 – 25 €/t CO<sub>2</sub>, bedeutet das rein rechnerisch, auf die Kompensation von jährlich ca. 150 Mio. t CO<sub>2</sub> zu verzichten, wenn man eine PVC-Substitution fordert! Das sind immerhin etwa 20 % des jährlichen Klimaeffektes in Deutschland.

<sup>25</sup> Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt", Drucksache des Deutschen Bundestages 12/8260, 1994; UBA-Studie „Produktökobilanzen und ihre Anwendungsmöglichkeiten im Baubereich: Ökologievergleich von PVC-Bauprodukten“, 1996.

nen reibungslosen Datentransfer und versorgen uns zuverlässig mit Energie. Einmalhandschuhe erfüllen in der medizinischen Versorgung hohe hygienische Standards. Ebenso wie sterilisierbare Blutbeutel und Schlauchsysteme zur Nährstoffversorgung. Trinkwasserrohre ermöglichen einen dauerhaften Zugang zu sauberem Wasser und geben Bakterien kaum eine Lebensgrundlage. Moderne Kunststoff-Fenster sorgen für ein angenehmes Raumklima und sparen Energie. Sicherheitsprodukte wie Schweißerschutzvorhänge und Reflektionsartikel für Berufsbekleidung erhöhen die Arbeitssicherheit. In all diesen Bereichen hat sich der leistungsfähige Kunststoff als sicherer und zuverlässiger Partner etabliert. Dabei wirkt sich die Wirtschaftlichkeit von PVC-Produkten positiv auf die Gesellschaft

aus. Preisgünstige, qualitativ hochwertige Produkte sind einem größeren Kreis von Menschen zugänglich und auch für ärmere Menschen erschwinglich, die dadurch in den Genuss eines höheren Lebensstandards kommen. Ersparnisse durch den Kauf kostengünstiger Produkte können wiederum zur Förderung weiterer ökologischer und sozialer Verbesserungen eingesetzt werden: ein effektiver Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung. Die Optimierung von Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren garantiert zudem gute Arbeitsbedingungen, die sich auch in der Arbeitssicherheit mit niedriger Unfallhäufigkeit widerspiegeln.<sup>26</sup>

## SELBSTVERPFLICHTUNG DER EUROPÄISCHEN PVC-BRANCHE

*Die europäische PVC-Branche hat alle Ziele ihrer freiwilligen Selbstverpflichtung „Vinyl 2010“ erreicht und damit erheblich zur nachhaltigen Entwicklung ihrer Produkte beigetragen. Mit der Nachfolgevereinbarung „VinylPlus“ wird sie dieses Engagement weiter fortsetzen.*

### „Vinyl 2010“

Nach vielen individuellen Verbesserungen hat die europäische PVC-Branche in den letzten Jahren große gemeinsame Anstrengungen unternommen, um die künftigen Herausforderungen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu meistern.

Die europäischen PVC-Hersteller verabschiedeten 1995 unter der Schirmherrschaft des European Council of Vinyl Manufacturers (ECVM) eine Industrie-Charta. Darin verpflichteten sich die Unterzeichner im Sinne des Responsible Care, Umweltbelastungen kontinuierlich zu reduzieren. Ergebnis waren konkrete Emissionsgrenzwerte bei der Herstellung von S-PVC und von Vinylchlorid. Sie unterschreiten die gesetzlich vorgegebenen Werte.

Zusätzlich unterzeichneten die vier europäischen Hauptverbände

- ECVM (PVC-Hersteller)
- ECPI (PVC-Weichmacher-Hersteller)
- ESPA (PVC-Stabilisatoren-Hersteller)
- EuPC (Kunststoff-Verarbeiter)

im März 2000 eine freiwillige Vereinbarung, die „Selbstverpflichtung der PVC-Branche zur nachhaltigen Entwicklung“. Im Oktober 2001 folgte unter dem Titel „Vinyl 2010“ eine Ergänzung dieser Selbstverpflichtung.<sup>27</sup> Sie beschäftigt sich mit den Schlüsselfragen in den einzelnen Lebensabschnitten. Der erste Teil befasst sich mit der Herstellung der Grundstoffe: PVC, Weichmacher und Stabilisatoren. Er schildert die kontinuierliche Verbesserung bei den Umweltauswirkungen und bei der Nut-

zung von Ressourcen. Im zweiten Teil wird die verantwortungsbewusste und nachhaltige Nutzung von Additiven thematisiert. Die Beimischung von Additiven trägt erheblich zur innovativen Entwicklung des Werkstoffes PVC bei. Der dritte Teil beschreibt den Beitrag der Industrie zur verantwortungsbewussten Entsorgung des Produktes am Ende seiner Nutzungsdauer. Wie die PVC-Branche die Einhaltung der verschiedenen Verpflichtungen kontrollieren will, stellt der vierte Teil umfassend vor. Hier wird auch die Bereitstellung entsprechender Finanzmittel erklärt. Im Jahr 2003 rief man einen Überwachungsbeirat mit Vertretern von EU-Kommission, EU-Parlament, Gewerkschaften und etwas später von der Konsumentenseite ein; Vertreter von Umweltverbänden waren ebenfalls eingeladen, wollten aber nicht partizipieren. Außerdem erschien jährlich ein Fortschrittsbericht, der die neuesten Ergebnisse auf dem Weg zur nachhaltigen Entwicklung darlegte. Der Abschlussbericht für das Jahr 2010 dokumentiert die großen Fortschritte, die in den letzten zehn Jahren in Abfallbewirtschaftung, Recycling-Technologien, Stakeholder-Engagement und dem Umgang mit Additiven gemacht wurden. Sämtliche Ziele von „Vinyl 2010“ konnten erreicht oder sogar noch übertroffen werden.

### „VinylPlus“

Der Abschluss von „Vinyl 2010“ markiert gleichzeitig den Anfang der neuen Nachhaltigkeits-Initiative „VinylPlus“<sup>28</sup>, die im Sommer 2011 an den Start ging und auf den Erfolgen des Vorgängerprogramms aufbaut. „VinylPlus“ wurde gemeinsam mit der internationalen NGO The Natural Step (TNS) entwickelt, die

<sup>26</sup> Dieser Aspekt der sozialen Nachhaltigkeit geht etwa in die von der BASF propagierten Methode (SeeBalance) ein, ebenso wie in andere Nachhaltigkeitslabel, etwa für Bio-Kraftstoffe.

<sup>27</sup> Nähere Informationen und die jährlichen Fortschrittsberichte finden Sie unter [www.vinyl2010.org](http://www.vinyl2010.org).

<sup>28</sup> Detaillierte Informationen zu „VinylPlus“ finden Sie unter [www.vinylplus.eu](http://www.vinylplus.eu).



Unter [www.vinylplus.eu](http://www.vinylplus.eu) sind Informationen über VinylPlus zum Download bereitgestellt.

gung haben das Abfallproblem deutlich entschärft. Viele ehemals heiß diskutierte Risikothemen konnten entschärft werden (Substitution problematischer Additive). Dies hat zu einer wissenschaftlichen und politischen Neubewertung von PVC geführt.<sup>30</sup> Unsere Umwelt-, Wirtschafts- und Sozialpolitik richtet sich am Leitbild einer nachhaltigen, zukunftsverträglichen Entwicklung aus. Kostengünstige Produkte, wie solche aus PVC, sind sowohl ökonomisch als auch ökologisch und sozial „konkurrenzfähig“.

bei der Forschung und beim Dialog über nachhaltige Entwicklung an der Spitze steht. Die neue Initiative basiert auf fünf Verpflichtungen mit folgenden Zielen: einen Quantensprung bei den PVC-Recycling-Mengen und der Entwicklung innovativer Recycling-Technologien zu erreichen, Bedenken im Hinblick auf chlororganische Emissionen anzusprechen, die Verwendung von Additiven auf der Basis von Nachhaltigkeitskriterien sicherzustellen, die Energieeffizienz sowie die Verwendung von erneuerbaren Energien und Rohstoffen in der PVC-Produktion zu steigern und die Nachhaltigkeit in der gesamten PVC-Wertschöpfungskette voranzutreiben. Transparenz und offener Dialog mit internen und externen Zielgruppen werden dabei Schwerpunkte der Arbeit von „VinylPlus“ bilden. Dabei legt die neue Selbstverpflichtung großen Wert auf den kontinuierlichen Dialog mit Stakeholdern. Wie schon bei „Vinyl 2010“, wird die PVC-Industrie einen unabhängig geprüften und verifizierten Bericht veröffentlichen, der die Fortschritte aller von „VinylPlus“ gesetzten Ziele dokumentiert.

Der Werkstoff PVC bietet zahlreiche gute Voraussetzungen für eine nachhaltige Entwicklung unserer Industriegesellschaft durch:

- den geringen Energieaufwand bei Herstellung und Verarbeitung
- die Nutzung der praktisch unendlich verfügbaren Ressource Salz
- die Koppelproduktion von Chlor und Natronlauge
- geringe Emissionen und Abfälle bei Herstellung und Verarbeitung
- werkstoffliche und rohstoffliche Wiederverwertbarkeit
- gutes Preis-/Leistungsverhältnis der Produkte auch einschließlich der Umweltkosten
- immenses ökologisch/soziales Optimierungspotenzial aufgrund seiner besonderen ökonomischen Vorteile.

### Zukunftsfähiger Werkstoff

PVC kann eine wichtige Rolle in der nachhaltigen Entwicklung spielen. Voraussetzung ist aber, dass Entscheidungen in der Politik auf Basis belastbarer Kriterien getroffen werden.

In den aktuellen Ökoprofilen zur Herstellung von PVC werden deutliche Verbesserungen bei der Rohstoff- und Energieeffizienz festgestellt<sup>29</sup>.

Trotz der bereits erreichten Vorzüge von PVC und PVC-Produkten arbeiten Hersteller und Verarbeiter auch in Zukunft konsequent an

- einer weiteren Verbesserung der ökologischen Eigenschaften des Werkstoffs PVC
- einer weiteren Verbesserung der ökonomischen Konkurrenzfähigkeit des Werkstoffs PVC
- und einer weiteren Verbesserung sozialer Belange.



Die geringen Lebenswegkosten vieler PVC-Produkte ermöglichen die Finanzierung bedeutender ökologischer und sozialer Verbesserungen. Fortschritte beim Recycling und der Entsor-

PVC ist ein moderner leistungsstarker Kunststoff, der auch in Zukunft dringend benötigt wird. Der geringe Rohölanteil schonnt begrenzte Ressourcen und erhöht die Wirtschaftlichkeit des Werkstoffes. Widerstandsfähigkeit gegen Umwelteinflüsse und Langlebigkeit machen PVC zum Material der Wahl für nachhaltiges Bauen und Wirtschaften. Darüber hinaus wird die europäische PVC-Industrie mit ihrem neuen Programm „VinylPlus“ nachvollziehbar noch mehr Umweltschutz und noch mehr Konsumentensicherheit erreichen.

<sup>29</sup> Neuere EPD's aus dem Jahr 2008 finden Sie im Internet unter: <http://www.plasticseurope.org/plastics-sustainability/eco-profiles.aspx>

**Environmental Product Declarations** of the European Plastics Manufacturers; **Polyvinylchloride (PVC)** (Emulsion polymerisation) European Council of Vinyl Manufacturers (ECVM) & PlasticsEurope January 2008.

**Environmental Product Declarations** of the European Plastics Manufacturers; **Polyvinylchloride (PVC)** (Suspension polymerisation) European Council of Vinyl Manufacturers (ECVM) & PlasticsEurope January 2008.

<sup>30</sup> So haben alle deutschen Bundesländer frühere PVC-Beschränkungen revidiert, wie auch einige Gemeinden. Grüne sprechen sich für Modernisierung anstelle von Substitution aus. Das Handbuch des niederländischen Bau- und Umweltministeriums zum nachhaltigen Bauen („Duurzaam Bouwen“) empfiehlt den Einsatz von recycelbaren PVC-Produkten. Das UBA sieht zumindest für Hart-PVC-Produkte keine größeren Nachteile etc.



*Partner für Kommunikation*

**Herausgeber:**

**PVCplus Kommunikations GmbH**  
Am Hofgarten 1-2  
D-53113 Bonn, Deutschland  
Tel.: +49 228 23 10 05  
Fax: +49 228 23 10 06  
[pvcplus@pvcplus.net](mailto:pvcplus@pvcplus.net)  
[www.pvcplus.net](http://www.pvcplus.net)

**PVCH – Arbeitsgemeinschaft der  
Schweizerischen PVC-Industrie**  
c/o KVS – Schachenallee 29c  
CH-5000 Aarau, Schweiz  
Tel.: +41 62 832 7060  
Fax: +41 62 834 0061  
[info@pvch.ch](mailto:info@pvch.ch)  
[www.pvch.ch](http://www.pvch.ch)

**API – PVC- und Umweltberatung GmbH**  
Paniglgasse 24/19a  
A – 1040 Wien, Österreich  
Tel.: +43 1 712 72 77  
Fax: +43 1 712 72 77-88  
[office.at@plasticseurope.org](mailto:office.at@plasticseurope.org)  
[www.pvc.at](http://www.pvc.at)

Stand: November 2011