

ALLES ÜBER PVC

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



PVC VON A BIS Z



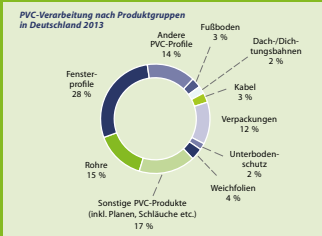
WIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG

> 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

Herausgeber:



NETZWERK · WISSEN · DIALOG

AGPU e.V.
 Am Hofgarten 1-2
 D-53113 Bonn, Deutschland
 Tel.: +49 228 91783-0
 Fax: +49 228 5389594
 agpu@agpu.com
 www.agpu.com



PVCH – Arbeitsgemeinschaft der Schweizerischen PVC-Industrie
 c/o Swiss Plastics – Schachenallee 29c
 CH-5000 Aarau, Schweiz
 Tel.: +41 62 832 7060
 Fax: +41 62 834 0061
 info@pvch.ch
 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
 www.pvc.at

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 bewährt.

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

WIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG

Im Jahr 2014 hat die Europäische Kunststoff-Branche einen Gesamtumsatz von 350 Milliarden Euro erwirtschaftet. Über 1,45 Millionen Beschäftigte arbeiten in rund 62.000 Unternehmen der Kunststoffindustrie – die meisten davon in kleineren und mittelgroßen Unternehmen (KMU)¹. PVC gehört zu den wichtigsten Kunststoffen in Europa und spielt auch weltweit in der obersten 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 Verarbeitungsmenge von PVC in Europa lag 2014 bei 4,9 Millionen Tonnen². Damit gehört PVC nach den Polyolefinen Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP), die zusammen beinahe die Hälfte des europäischen Kunststoffmarktes ausmachen, zu den wichtigsten Polymeren. Die herausragende Bedeutung von PVC wird in der nebenstehenden Grafik verdeutlicht.

Internationales Wachstum

Auch weltweit spielt PVC in der obersten Liga. So steht PVC beim Verbrauch an Kunststoffen an dritter Stelle. Alle Prognosen gehen von einem weiteren Wachstum für Kunststoffe³ aus – das gilt auch für den Werkstoff PVC (s. Tabelle auf Seite 4).

Große Hersteller beliefern den Markt

Die Konzentration der Anbieter unterscheidet sich je nach Kontinent. Während in China noch eine hohe Anzahl kleinerer Anbieter den Markt dominiert, haben in Nordamerika hingegen die fünf größten Hersteller einen Marktanteil von 88 %. In Europa stellen die fünf größten Anbieter 71 % des PVC-Angebotes bereit. Betrachtet man die prognostizierten Kapazitäten der weltweit größten Hersteller für das Jahr 2016, dann liegt Shin-Etsu an der Spitze, gefolgt von Inovyn (Joint-Venture von Solvay und INEOS), Formosa Plastics und Oxychem. Anders sieht die Situation bei den PVC-Spezialitätenherstellern für die Plastisol-

Verarbeitung (Pasten-PVC) aus. In Europa stehen die Unternehmen Vinnolit (wurde 2014 von Westlake übernommen), Vestolit (wurde 2014 von Mexichem übernommen) und Inovyn auf den ersten drei Plätzen.

Nachfrage unterschiedlicher Kunststoffe in Europa 2014*



* EU28+NO/CH
Quelle: PlasticsEurope (PEMRG) / Consultic / myCeppi

¹ PlasticsEurope: Plastics – The Facts 2015

² PlasticsEurope Market Research Group, 2014

³ PlasticsEurope Market Research Group / Consultic Marketing & Industrieberatung GmbH, 2014

Verarbeitung mittelständig geprägt

Die PVC-verarbeitende Industrie in Deutschland, Österreich und in der Schweiz ist ausgesprochen leistungsfähig, meist mittelständig geprägt und ebenso wie die Kunststoffherzeuger sehr exportorientiert. Einige dieser PVC-Verarbeiter sind mit ihren Produkten Weltmarktführer. Dazu gehören insbesondere Fensterprofile und Hartfolien, aber auch Anwendungen im medizinischen Bereich, Dach- und Dichtungsbahnen und andere Weichfolien. In Deutschland wurden 2014 rund 1,52 Millionen Tonnen PVC verarbeitet.

Wichtiger Wirtschaftsfaktor

Im Jahr 2014 erwirtschaftete die deutsche Kunststoffindustrie 92 Milliarden Euro. Die 370.000 Beschäftigten der Kunststoffbranche arbeiten in etwa 3.300 Unternehmen⁴. Die Schweizer PVC-Branche trägt in erheblichem Umfang zum Erfolg der gesamten Kunststoffindustrie bei. Mit ihren 34.000 Mitarbeitern



Foto: Südsalz GmbH

Salzkrystalle 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 15,1 Milliarden CHF, d.h. über 16 Milliarden Euro. Die österreichische Kunststoffwirtschaft beschäftigt in etwa 560 Betrieben mehr als 29.000 Mitarbeiter und erwirtschaftet einen jährlichen Umsatz von 13 Milliarden Euro. In diesem volkswirtschaftlich bedeutenden Wirtschaftszweig spielt PVC eine tragende Rolle.

| KUNSTSTOFF-WERKSTOFFE: BISHERIGE UND ERWARTETE NACHFRAGE 1990-2019 | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------------------|
| Nachfrage in Mio. t 1990 – 2019 | 1990 in Mio. t | 2014 in Mio. t | 2019 in Mio. t | Wachstum p. a. 2014 – 2019 |
| PE-LD Polyethylen niedriger Dichte (Low Density) | | | | |
| PE-LLD Polyethylen sehr niedriger Dichte (Linear Low Density) | 18,8 | 45,1 | 54,6 | 3,9 % |
| PE-HD Polyethylen hoher Dichte (High Density) | 11,9 | 39,8 | 47,3 | 3,5 % |
| PP Polypropylen | 12,9 | 58,9 | 72,0 | 4,1 % |
| PVC Polyvinylchlorid | 17,7 | 40,5 | 49,0 | 3,9 % |
| PS Polystyrol | 7,2 | 12,0 | 13,0 | 1,6 % |
| EPS Expandiertes (geschäumtes) Polystyrol | 1,7 | 6,3 | 8,1 | 5,3 % |
| ABS Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer | | | | |
| ASA Acrylester-Styrol-Acrylnitril-Copolymer | 2,8 | 7,9 | 9,7 | 4,1 % |
| SAN Styrol-Acrylnitril-Copolymer | | | | |
| PA Polyamid | 1,0 | 3,2 | 3,9 | 4,2 % |
| PC Polycarbonat | 0,5 | 3,8 | 4,5 | 3,5 % |
| PET Polyethylenterephthalat | 1,7 | 18,9 | 24,2 | 5,1 % |
| PUR Polyurethan | 4,6 | 14,3 | 18,1 | 4,8 % |
| Sonst. Thermoplaste | 2,8 | 9,4 | 11,4 | 3,9 % |
| Total | ~83,6 | ~260 | ~316 | 4,0 % |

Quelle: PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) / Consultic Marketing & Industrieberatung GmbH

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, das ab 2017 dann ausschließlich in der EU angewendet wird. 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 zu Suspensions- (S-PVC), Emulsions- (E-PVC) und Masse-PVC (M-PVC).

⁴ PlasticsEurope Geschäftsbericht 2014

Additive

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

Im Wesentlichen werden folgende Additive verwendet:

- Stabilisatoren und Co-Stabilisatoren
- Gleitmittel
- polymere Hilfsstoffe zur Verbesserung der Zähigkeit (Modifizier), der Wärmeformbeständigkeit und/oder des Verarbeitungsverhaltens
- Füllstoffe
- Pigmente
- Weichmacher

Zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit und der Beeinflussung der Endproduktqualität von PVC werden Zusatzstoffe, sogenannte Additive, verwendet. So ermöglichen zum Beispiel Stabilisatoren und Gleitmittel die Verarbeitung des Polymers in unterschiedlichen Verfahren. Zusätze wie Modifizier, Weichmacher und Pigmente sorgen für die gewünschten spezifischen Materialeigenschaften des fertigen Produktes. Durch die geeignete Auswahl und Zusammensetzung der Additive können aus dem Werkstoff unterschiedliche Artikel wie hauchdünne flexible Folien zum Verpacken von Frischfleisch oder robuste Rohre für die Trinkwasserversorgung hergestellt werden. Additive können als einzelne Komponenten oder wie im Falle von Stabilisatoren und Gleitmitteln als sogenannte One-Packs – eine Mischung von mehreren Komponenten – zugegeben werden. Daraus resultiert ein vielfältiges Spektrum an Produkteigenschaften, das gezielt auf das Anforderungsprofil eingestellt werden kann, und somit eine große Bandbreite an Produkten.

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 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 und wird ab 2016 vollständig Blei-Stabilisatoren bei Neuwaren ersetzen.

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 hatten sie sich mehrere Zwischenziele gesetzt (Basis: Verbrauch im Jahr 2000):

- minus 15 % im Jahr 2005
- minus 50 % im Jahr 2010
- minus 100 % im Jahr 2015.⁵

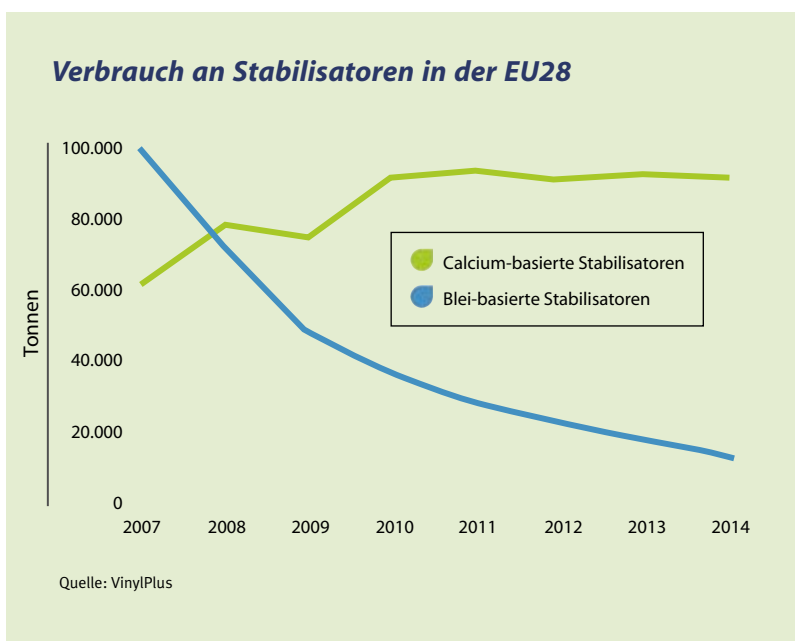


Foto: Vinnolit GmbH & Co. KG

Besucher informieren sich über die umweltfreundliche Membranelektrolyse, die sehr stromsparend arbeitet: ein wichtiger Beitrag zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes.

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 weit über 50 % gestiegen ist, spielt auch Zinn eine wichtige Rolle. Neuere Entwicklungen nutzen außerdem metallfreie, organische Stabilisierungssysteme.

Die in den Mischungen verwendeten Einsatzmengen an Thermostabilisatoren 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 schaffen⁶. Für Cadmium wurde in der EU-Kommissionsrichtlinie 494/2011 vom 20. Mai 2011 der Wiedereinsatz von cadmiumhaltigem Rezyklat bereits gesetzlich geregelt⁷.



⁵ 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.

⁶ Ziffer 23 der Beschluss-Empfehlung zu PVC vom 3. April 2001.

⁷ EU-Richtlinie 494/2011 vom 20. Mai 2011.

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. Die verbleibenden 30 % werden zu flexiblen Produkten weiterverarbeitet. Weichmacher verleihen PVC spezielle Gebrauchseigenschaften, die solchen von Gummi ähnlich sind. Der von Natur aus harte Werkstoff wird durch ihren Zusatz elastisch. 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 hygienische Bodenbeläge.

Weich-PVC zeichnet sich durch seine hervorragenden Materialeigenschaften aus, die ein vielseitiges Anwendungsspektrum ermöglichen. Flexible Produkte wie Kunstleder, witterungsbeständige Dachbahnen oder schwer entflammbare 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. PVC ist der Kunststoff Nr. 1 bei Medizinanwendungen. 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 Markt in den letzten Jahren eine Veränderung hin zu hochmolekularen Weichmachern. Den größten Anteil bilden hier DINP und DIDP⁸. Diese Stoffe haben niedermolekulare Weichmacher wie DEHP, DBP und BBP⁹ 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. DINCH¹⁰.

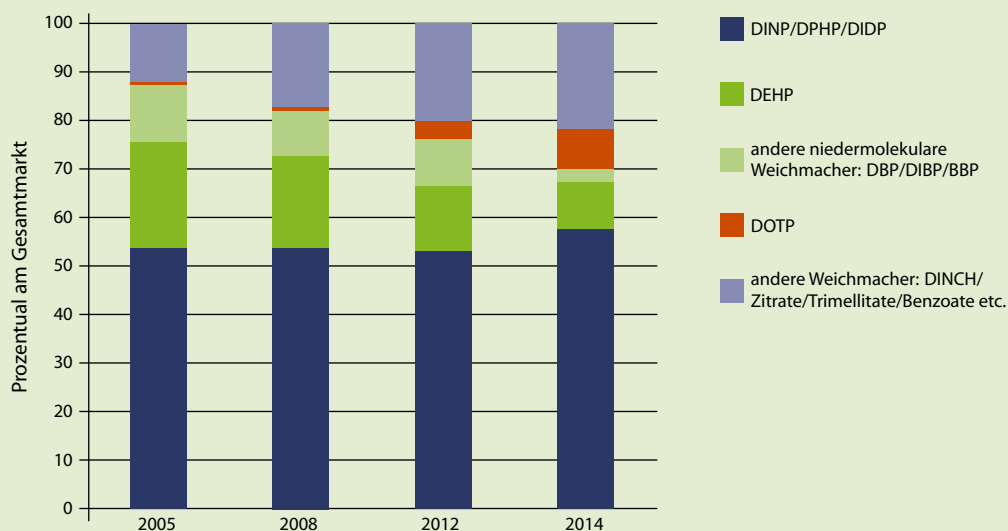
In der öffentlichen Diskussion werden Phthalate immer wieder mit schädlichen Wirkungen für Mensch und Umwelt in Verbindung gebracht. Diese pauschale Verurteilung ist nicht gerechtfertigt. Es gibt sehr viele Phthalate, die sich in ihrer Wirkung deutlich voneinander unterscheiden.

Niedermolekulare, kurzkettige Phthalate (DBP, DIBP, BBP, DEHP) sind als reproduktionstoxisch eingestuft worden, d.h. sie stehen u.a. in Verdacht, die Fortpflanzung zu beeinträchtigen. Im Rahmen von REACH, der neuen europäischen Chemikaliengesetzgebung, wurden diese Stoffe als „Substanzen mit besonders besorgniserregenden Eigenschaften“ gelistet. Ihre Produktion und Anwendungen haben ein Zulassungsverfahren durchlaufen und können seit Februar 2015 nur noch von den Unternehmen in der EU verwendet werden, die die entsprechende Zulassung erhalten haben.

Im Unterschied dazu haben die höhermolekularen Phthalate DINP und DIDP andere Eigenschaften. Diese Stoffe sind nicht kennzeichnungspflichtig und können weiterhin für alle derzeitigen Anwendungen mit Ausnahmen (siehe unten) eingesetzt werden. DINP und DIDP gehören zu den toxikologisch und ökologisch am intensivsten untersuchten Stoffen. Beide Weichmacher durchliefen langjährige Prozesse zur Risikoabschätzung und -bewertung der EU. Im Januar 2014 hat die Europäische Kommission ihre Ergebnisse zur Neubewertung der Beschränkung von DINP und DIDP in Spielzeug und Babyartikeln, die in den Mund genommen werden können, veröffentlicht. Die EU-Kommission stimmt mit den Ergebnissen der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) überein, die Beschränkungen für Spielzeug und Babyartikel, die von Kindern in den Mund genommen werden können¹¹, bestehen zu lassen. Im Gegensatz dazu wurde in allen anderen Anwendungen kein Risiko identifiziert, das weitere Schritte zur Verminderung der Exposition von DINP und DIDP notwendig macht.

Die Weichmacher DEHP, DBP und BBP dürfen in der EU seit 1999^{12,13} in Kinderspielzeug und Babyartikeln nicht mehr eingesetzt werden.

Anteil der Phthalate am Gesamtumsatz mit Weichmachern in der EU28 plus osteuropäische Länder



Quelle: ECPI

⁸ DINP – Di-iso-nonylphthalat; DIDP – Diisododecylphthalat.

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

¹⁰ DINCH – Cyclohexan-1,2-dicarbonsäurediisononylester.

¹¹ 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.

¹² 1999/815/EG Grundlage Art. 9, 92/59/EWG.

¹³ 2005/84/EG

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.

Extrusion oder Spritzguss

PVC gehört zu den wenigen Polymeren, die sowohl thermoplastisch als auch über Pasten verarbeitet werden können.¹⁴ Die thermoplastische Verarbeitung erfolgt hauptsächlich auf Extrudern. Endprodukte sind Rohre, Profile, Platten, Schläuche und Kabel.¹⁵ Mit Hilfe von Kalandern (Walzwerken) entstehen Folien und Fußbodenbeläge. Fittinge 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, Beschichtungen und Kunstleder verstrichen. Alternativ erfolgt die Formung zu Puppen oder Bällen durch den Rotationsguss.

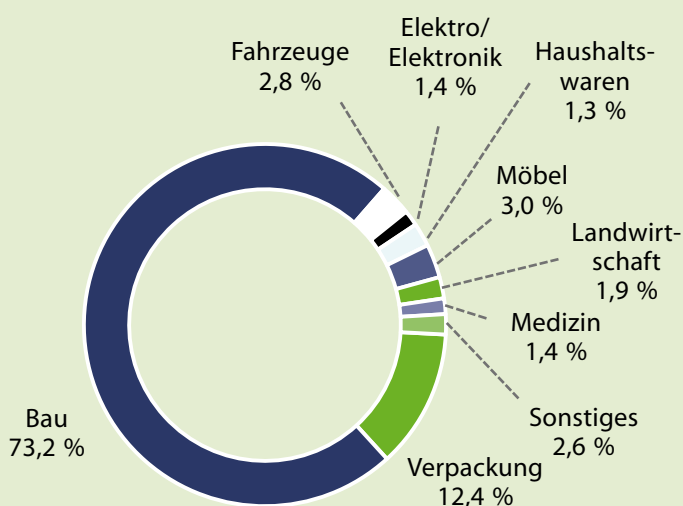
Breites Produktspektrum

PVC ist aufgrund seiner hervorragenden Eigenschaften in einer Vielzahl von Produkten einsetzbar und deshalb fester Bestandteil unseres täglichen Lebens.

In Deutschland sind rund 70 % aller PVC-Anwendungen für den Bausektor bestimmt. Zu ihnen gehören vor allem Fensterprofile, Rohre, Fußboden- und Wandbeläge sowie 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.

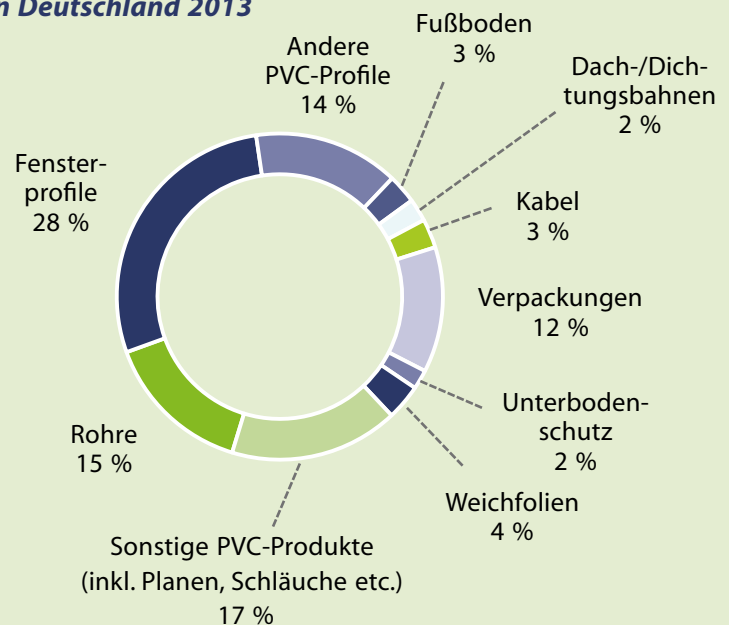
PVC-Verarbeitung nach Anwendungsbereichen in Deutschland 2013



PVC-Verarbeitung 2013 gesamt: 1.560 kt
Quelle: PlasticsEurope/AGPU/BKV – Consultic PVC Studie 2014

Die europäischen Zahlen finden Sie im englischen Teil auf Seite 7.

PVC-Verarbeitung nach Produktgruppen in Deutschland 2013



PVC-Verarbeitung 2013 gesamt: 1.560 kt
Quelle: PlasticsEurope/AGPU/BKV – Consultic PVC Studie 2014

Die europäischen Zahlen finden Sie im englischen Teil auf Seite 7.

Bei Verpackungen kommt PVC in besonderen Segmenten zum Beispiel in Tablettenblisten, 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 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.

¹⁴ 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.

¹⁵ Unter www.agpu.com finden Sie unter dem Menüpunkt „Infothek“ Produktinformationen zu Bodenbelägen, Fenstern, Rohren, Kabeln, Verpackungen, Tapeten, medizinischen und KFZ-Artikeln aus 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.

Langlebige Anwendungen dominieren

Detaillierte Untersuchungen über die Nutzungsdauer von PVC-Produkten in Westeuropa zeigen, dass langlebige Anwen-

| 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 % |

dungen 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 Langlebigeigenschaften 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 auch für die Zukunft ehrgeizige Ziele.

Steigende Verwertungsquoten

Die AGPU und andere Verbände beauftragen die Consultic Marketing und Industrieberatung GmbH in regelmäßigen Abständen mit der Erhebung abfallrelevanter Zahlen für PVC in Deutschland. Im Jahr 2013 lag die PVC-Abfallmenge bei 647.300 Tonnen (563.000 Tonnen in 2007). Das entspricht 1-2 Prozent des gesamten Abfallaufkommens. Der Anteil an Nachgebrauchs-Abfällen („post-consumer“) in dieser Menge lag bei ca. 520.300 Tonnen (403.000 Tonnen in 2007). Davon wurden ca. 140.000 Tonnen (77.000 Tonnen in 2007) werkstofflich und rohstofflich recycelt. Nimmt man die Produktionsabfälle („post-industrial“) dazu, so erhöht sich die stofflich verwertete Menge auf insgesamt ca. 243.000 Tonnen (221.000 Tonnen in 2007). Tatsächlich liegt die verwertete Menge aber noch höher, denn 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-consumer“ und „post-industrial“) liegt die stoffliche Verwertungsquote bei ca. 37 %. 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), trägt der Werkstoff positiv zur Energiebilanz bei der Verbrennung von Hausmüll (ca. 11 MJ/kg) bei.

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



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 seit Anfang der 1990er Jahre eine Reihe von Initiativen entwickelt, die fest im Markt etabliert sind.

In der Abfallwirtschaft sind PVC-Bauprodukte mengenmäßig am bedeutendsten. Um diese Abfälle kümmern sich in Deutschland die Arbeitsgemeinschaft PVC-Bodenbelag Recycling (AgPR) und RoofCollect – die Nachfolgeorganisation der Arbeitsgemeinschaft für PVC-Dachbahnen Recycling (AfDR). Für Fenster hat die Rewindo Fenster-Recycling-Service GmbH mit ihren Recyclingpartnern ein flächendeckendes Rücknahmesystem eingerichtet. 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. Diese Initiative nimmt PVC-Rohre bundesweit zurück und sorgt für die Verwertung der Altprodukte. Die PVC-Branche in Deutschland kooperiert darüber hinaus mit der von VinylPlus (ehem. Vinyl 2010) gegründeten europäischen Initiative RecovinyL.

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.

Auch für Verpackungen, Kabel, Kreditkarten und gemischte PVC-Abfälle gibt es Recyclingangebote. Diese und eine Vielzahl von Recyclingprodukten sind im PVC-Recycling-Finder aufgelistet. Mit ihren zukunftsfähigen Rücknahme- und Verwertungssystemen für ihre Altprodukte leistet die PVC-Branche einen großen Beitrag zur Ressourceneffizienz und zum nachhaltigen Wirtschaften.

Rohstoffliche Verwertung

Durch thermische Behandlung von PVC-Produkten lässt sich Chlorwasserstoff in reiner Form gewinnen. Dabei wird der Kohlenwasserstoff-Anteil im PVC im gleichen Prozess zur Wärme beziehungsweise Stromgewinnung genutzt. Der Chlorwasserstoff fließt dann wieder in die PVC-Produktion zurück. Diese rohstofflichen Verfahren unterteilen sich in 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 in Schkopau ist technisch geeignet für PVC-reiche Abfallströme als rohstoffliches Verfahren. In der Ende 1999 in Betrieb genommenen An-



Foto: Zicla

Dieser praktische Spurentrenner wird aus PVC-Ummantelungen alter Elektrokabel hergestellt. Auto- und Radfahrer hält er immer in der richtigen Spur.

lage 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 diese 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 Prozent 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 Technologie 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.

Energetische Verwertung

Aktuell gibt es in Deutschland ca. 73 Anlagen zur thermischen Behandlung von gemischten Siedlungsabfällen. Sie verfügen über eine genehmigte Gesamt-Kapazität von etwa 18 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 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 SOLVAir®- (ehemals 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.¹⁶ Restliche Emissionen werden durch Maßnahmen zur Abgasreinigung (Adsorptionsfilter) minimiert. Alle europäischen Müllverbrennungsanlagen dürfen aufgrund der EU-Richtlinie 2000/76/EG seit 2000 nur noch weniger als 0,1 ng TEQ Dioxin pro m³ Abgas emittieren.

Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass sich der PVC-Anteil im Hausmüll nicht auf die Höhe der Dioxinbildung und damit auf die Dioxinmissionen auswirkt.¹⁷ 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/m³ einzuhalten, ändert sich nichts. Den wichtigsten Einfluss auf die Dioxinmissionen 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) führt die PVC-Branche einen substanziellen Anteil des Alt-PVC bereits der Verwertung zu, bevor der Abfall zum Beispiel 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 Langzeitverhalten 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 nicht auf Deponien. Die Ablagerung unbehandelter 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.



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

¹⁶ „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_{org} 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.

¹⁷ 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. Nachfolgend ein kurzer 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 kei-

ne 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_x, SO_x, HCl, Essigsäure) enthält, kann sich diese Wirkung noch verstärken. Beim Brand von PVC entsteht als speziell korrosives Rauchgas – aufgrund des Chlorgehaltes – HCl. Neuere 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 AGPU 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 Alternativen¹⁸: 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: GF Piping Systems Ltd.

In Rohrsystemen sind PVC-Ventile ein unverzichtbarer Baustein in der Mess-, Regel- und Antriebstechnik im Rahmen von Automations-Anwendungen.



Foto: InnovationCity Ruhr / VIVAWEST-Wohnen GmbH

In der InnovationCity Ruhr I Modellstadt Bottrop wird gezeigt, wie die Energie- wende in der Praxis umgesetzt werden kann. So werden beispielsweise in den Zukunftshäusern unter anderem PVC-Fenster im Passivhausstandard und andere PVC-Produkte wie Kabelkanäle und Isolierfolien für Rohre verwendet.

Die europäische Kunststoffindustrie erarbeitet auf einer einheitlichen Basis ökobilanzielle Grunddaten (Eco-Profiles) zur Herstellung und Verarbeitung der wichtigsten Kunststoffe und aktualisiert diese Daten kontinuierlich. Aus diesen Öko-Profilen erstellen qualifizierte Institutionen Ökobilanzen für Produkte. Dabei berücksichtigen sie zusätzliche Informationen wie z.B. die lokale Stromsituation, Recycling, Entsorgung etc. Eine grundlegende Öko-Bilanz-Studie mit Fokus auf PVC-Produkte stammt von H. Krähling.¹⁹

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.²⁰

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

¹⁸ PROGNOSE-AG, Basel, "PVC und Nachhaltigkeit - Systemstabilität als Maßstab, ausgewählte Produktsysteme im Vergleich", Deutscher Institutverlag Köln, 1999 (ISBN-Nr. 3-602-14485-2). Eine von PROGNOSE autorisierte englische Übersetzung liegt vor.

¹⁹ 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.

²⁰ "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>.

(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-veroeffentlichungen.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, Klimateffekt oder Versauerung. Ökoprofilaten wie auch EPDs für einzelne Kunststoffe sind auf der Webseite von PlasticsEurope²¹ 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 Ökoprofilaten immer etwas unterscheiden. Deshalb sind exakte Vergleiche nicht möglich.

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 Klimateffekten. 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 Klimateffekts kompensieren²²: 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 Drit-



Foto: objectfor 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.

ten 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“.²³ Sehr wohl messbar sind aber die durch den Verzicht entstehenden Mehrkosten, die nicht mehr für sinnvolle ökologische und soziale Gewinne investiert werden können.²⁴ Eine PVC-Substitution ohne ökonomische und ökologische Begründung kann sogar zu einer Verschlechterung des gegenwärtigen Zustandes führen, wie Enquête-Kommission und UBA feststellen.²⁵

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 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 einen

²¹ Siehe unter www.plasticseurope.org, Rubrik „Plastics & Sustainability“, Life-Cycle-Thinking.

²² E.-J. Spindler „Integration der monetären Kosten in Ökobilanzen“, UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox. 11 (5) 299-302 (1999).

²³ Zusammenfassung von Mehrkosten bei PVC-Substitution.

²⁴ 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 CO₂ und entsprechende Energiemengen einsparen! Die PROGOS 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 CO₂ bedeutet das rein rechnerisch, auf die Kompensation von jährlich ca. 150 Mio. t CO₂ zu verzichten, wenn man eine PVC-Substitution fordert! Das sind immerhin etwa 20 % des jährlichen Klimateffektes in Deutschland.

²⁵ 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.

reibungslosen Datentransfer und versorgen uns zuverlässig mit Energie. Einmalhandschuhe erfüllen in der medizinischen Versorgung hohe hygienische Standards. Ebenso wie leicht 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.²⁶

SELBSTVERPFLICHTUNG DER EUROPÄISCHEN PVC-BRANCHE

VinylPlus ist die freiwillige Verpflichtung der europäischen PVC-Industrie für eine verstärkte nachhaltige Produktion und Anwendung des Kunststoffs PVC bis 2020. Die Initiative knüpft an die Erfolge der vorherigen Selbstverpflichtung Vinyl 2010 an, deren sämtliche Ziele erreicht oder sogar übertroffen werden konnten.

Vinyl 2010

Seit mehr als 20 Jahren unternimmt die europäische PVC-Branche große Anstrengungen, um die Herausforderungen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung gemeinsam 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, die unter den gesetzlich vorgegebenen Werten lagen.

Zusätzlich unterzeichneten die vier europäischen Hauptverbände ECVM (PVC-Hersteller), ECPI (PVC-Weichmacher-Hersteller), ESPA (PVC-Stabilisatoren-Hersteller) und EuPC (Kunststoff-Verarbeiter) in 2000 die freiwillige Selbstverpflichtung der PVC-Branche zur nachhaltigen Entwicklung Vinyl 2010²⁷, unter anderem mit konkreten Zielen zur Verwendung nachhaltiger Additive sowie der Entwicklung von Recyclingtechnologien und -mengen. Sämtliche Ziele von Vinyl 2010 wurden erreicht, einige sogar übertroffen.



VinylPlus

Der Abschluss von Vinyl 2010 markiert gleichzeitig den Anfang des neuen Nachhaltigkeitsprogramms VinylPlus²⁸, das im Sommer 2011 an den Start ging und auf den Erfolgen des Vorgän-



Unter www.vinylplus.eu sind Informationen über VinylPlus zum Download bereitgestellt.

gerprogramms aufbaut. Im Rahmen der Initiative Vinyl 2010 ist es unter anderem gelungen, eine europaweite Infrastruktur für die Sammlung und das Recycling von mehr als 250.000 Tonnen PVC pro Jahr zu errichten und Additive wie Cadmiumstabilisatoren zu ersetzen.

Mit VinylPlus hat sich die europäische PVC-Branche in der zweiten Dekade die folgenden Ziele gesetzt:

- Einen Quantensprung bei den registrierten PVC-Recycling-Mengen und der Entwicklung innovativer Recycling-Technologien zu erreichen. So sollen bis 2020 jährlich zusätzlich 800.000 Tonnen PVC recycelt werden.
- Bedenken im Hinblick auf chlororganische Emissionen anzusprechen.

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

²⁷ Nähere Informationen und die jährlichen Fortschrittsberichte finden Sie unter www.vinylplus.eu.

²⁸ Detaillierte Informationen zu „VinylPlus“ finden Sie unter www.vinylplus.eu.

- Die Verwendung von Additiven auf der Basis von Nachhaltigkeitskriterien sicherzustellen.
- Die Energieeffizienz und Verwendung von erneuerbaren Energien und Rohstoffen in der PVC-Produktion zu steigern.
- Die Nachhaltigkeit in der gesamten PVC-Wertschöpfungskette voranzutreiben.

VinylPlus vereint die große Mehrheit führender Unternehmen aus der PVC-Industrie aus 28 EU-Mitgliedsstaaten, aus Norwegen und der Schweiz. Die bis zum Jahr 2020 gültige Zielvereinbarung wurde gemeinsam mit dem renommierten schwedischen Nachhaltigkeits-Institut „The Natural Step“ konzipiert. VinylPlus wird von einem unabhängigen Überwachungsbeirat kontrolliert, dem Repräsentanten des Europäischen Parlaments, der EU-Kommission, der Gewerkschaften, des Handels und von Verbraucherorganisationen angehören.

Die Erfolge werden jedes Jahr im VinylPlus Fortschrittsbericht dokumentiert und seit einigen Jahren auf dem internationalen PVC-Nachhaltigkeitsforum (Vinyl Sustainability Forum) Stakeholdern aus Industrie, Behörden, Politik und Medien vorgestellt. Mit 481.081 Tonnen registrierter PVC-Recyclingmenge im Jahr 2014 verzeichnete das Nachhaltigkeitsprogramm erneut ein Rekordergebnis und ist weiterhin auf einem guten Weg, das erklärte Ziel von 800.000 Tonnen pro Jahr bis 2020 zu erreichen. Ebenfalls erfolgreich verläuft die Umstellung bei der Verwendung von Stabilisatoren von Blei- zu Calciumbasierten Systemen, mit dem Ziel, nach 2015 die Bleistabilisatoren in Neuwaren innerhalb der EU vollständig zu ersetzen. Auch beim Einsatz von Weichmachern finden erhebliche Veränderungen im Markt statt: deutliche Reduzierung von DEHP hin zu nicht-klassifizierten Phthalaten und anderen Weichmachern.

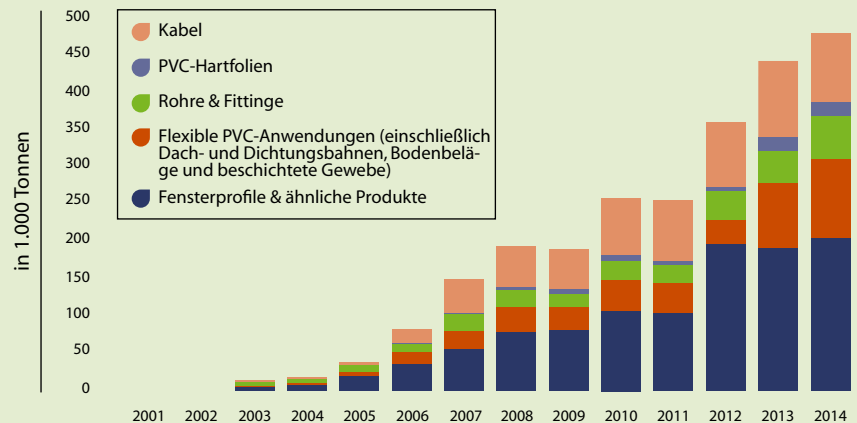
Zukunftsfähiger Werkstoff

PVC spielt eine wichtige Rolle in der nachhaltigen Entwicklung. Voraussetzung ist aber, dass Entscheidungen in der Politik auf Basis belastbarer Kriterien getroffen werden. So werden in den aktuellen Ökoprototypen zur Herstellung von PVC deutliche Verbesserungen bei der Rohstoff- und Energieeffizienz festgestellt²⁹.

Die geringen Lebenswegkosten vieler PVC-Produkte ermöglichen die Finanzierung bedeutender ökologischer und sozialer Verbesserungen. Fortschritte beim Recycling und der Entsorgung haben das Abfallproblem deutlich entschärft. Viele ehemals heiß diskutierte Risikothemen konnten entschärft werden, beispielsweise durch Substitution kritischer Additive. Dies hat zu einer wissenschaftlichen und politischen Neubewertung von PVC geführt³⁰.

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“.

Im Rahmen von Vinyl 2010 und VinylPlus registrierte PVC-Recyclingmengen



Quelle: VinylPlus Fortschrittsbericht 2015

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.

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.

PVC ist ein moderner leistungsstarker Kunststoff, der auch in Zukunft dringend benötigt wird. Der geringe Rohölanteil schon 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 Programm VinylPlus nachvollziehbar noch mehr Umweltschutz und noch mehr Konsumentensicherheit erreichen.

²⁹ 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.

³⁰ 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 („Duurzam Bouwen“) empfiehlt den Einsatz von recycelbaren PVC-Produkten. Das UBA sieht zumindest für Hart-PVC-Produkte keine größeren Nachteile etc.

Viele Köpfe wissen mehr

PVC-WIKI

Ihre Wissensbank



www.pvc-wiki.com