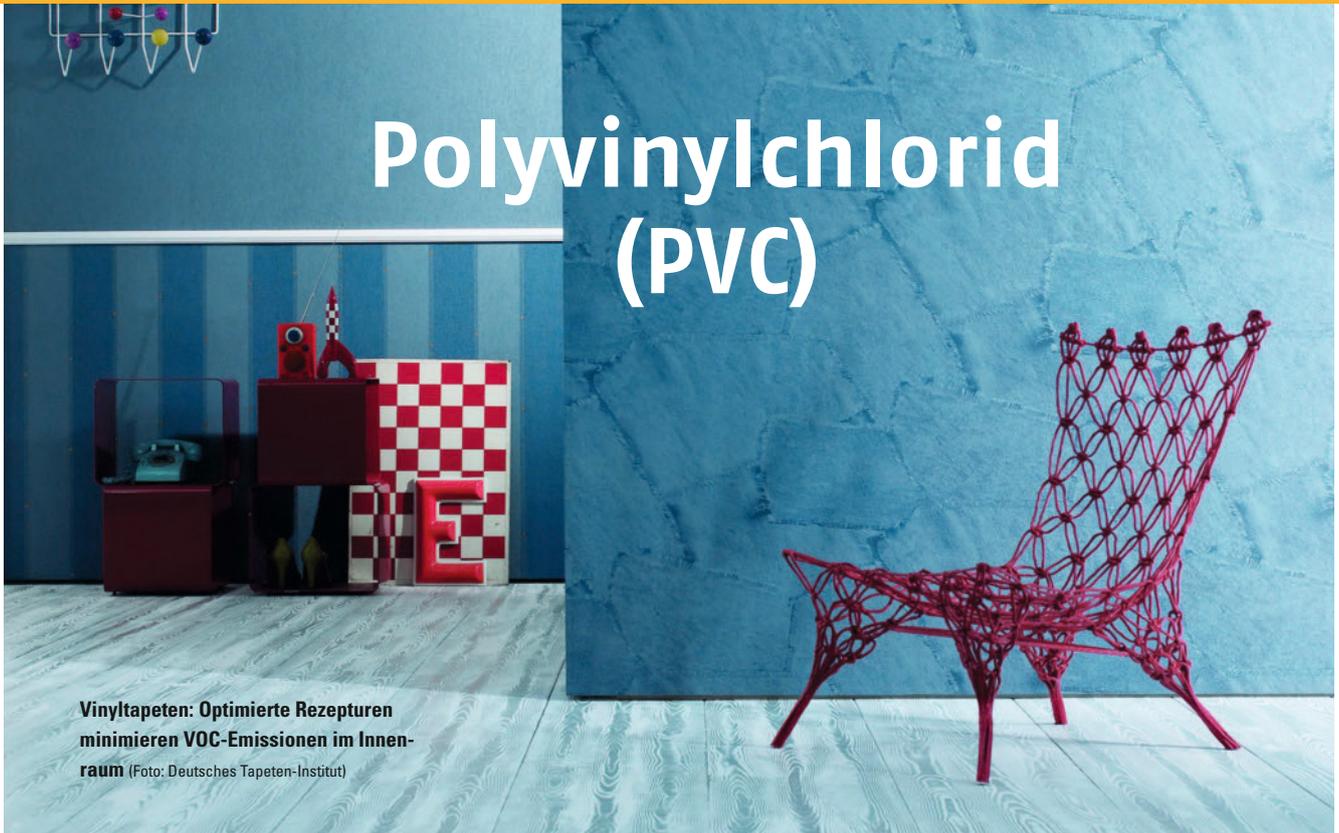


# Polyvinylchlorid (PVC)



Vinyltapeten: Optimierte Rezepturen minimieren VOC-Emissionen im Innenraum (Foto: Deutsches Tapeten-Institut)

**Universell einsetzbar.** Dank vielfältiger Anwendungen und überzeugender Lösungen knüpft die weltweite PVC-Nachfrage an das Vorkrisenniveau an. Das neue Nachhaltigkeitsprogramm VinylPlus baut auf dem Erfolg der freiwilligen Selbstverpflichtung Vinyl 2010 auf.

## PETER ATTENBERGER U. A.

Nach dem krisenbedingten Einbruch im Jahr 2008 (-8 % gegenüber 2007) und einem weiteren Rückgang um 2,5 % im Jahr 2009 konnte der weltweite PVC-Bedarf 2010 gut 10 % gegenüber 2009 zulegen. Mit weltweit 34,8 Mio. t im Jahr 2010 wurde damit fast wieder das Niveau des mit 35,4 Mio. t bisher stärksten PVC-Jahres 2007 erreicht.

Die weltweite Nachfrage nach PVC wird in erster Linie durch die Baukonjunktur bestimmt. Die global wichtigsten Anwendungen bei PVC sind Rohre und Fittings (43 %), Profile und Schläuche (18 %),

**ARTIKEL ALS PDF** unter [www.kunststoffe.de](http://www.kunststoffe.de)  
Dokumenten-Nummer KU110883

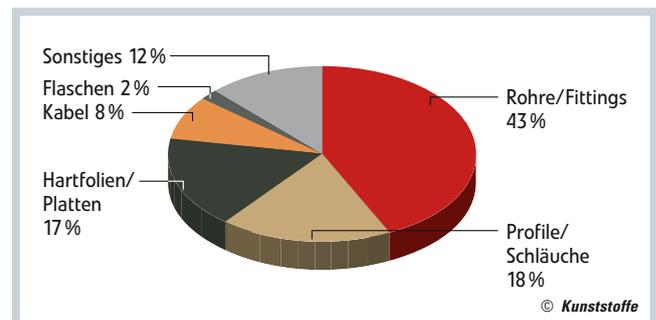
Hartfolien und Platten (17 %) sowie Kabel (8 %) (Bild 1). Nachdem die Baukonjunktur in der Euro-Zone und in den USA noch weit unter historischen Werten liegt, wurde das PVC-Wachstum 2010 in erster Linie durch die intensive Bautätigkeit in den BRIC-Staaten (Brasilien, Russland, Indien, China) getragen.

Der starke Nachfragezuwachs in China wird durch den Aufbau von lokalen PVC-Produktionsstätten begleitet. Mittlerweile befindet sich mehr als die Hälfte der weltweiten Produktionskapazität von 46 Mio. t für PVC in Asien (53 %). Die Aufteilung der PVC-Produktionskapazitäten nach Regionen ist in Bild 2 dargestellt. Die Investitionen in PVC-Produktionskapazitäten in China werden in den nächsten Jahren noch zunehmen,

sodass die relative Bedeutung von Westeuropa und Nordamerika weiter zurückgehen wird. Mit fast 17 Mio. t PVC-Verbrauch stellt Asien auch den mit Abstand größten Teilmarkt dar, gefolgt von Europa und Nordamerika (Bild 3).

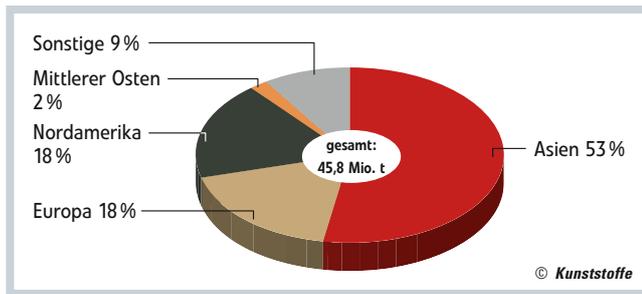
Der europäische Markt für S-PVC ist im Jahr 2010 um 10 % gewachsen. Nach der Wirtschafts-

krise hat dieser Markt vor allem in Westeuropa noch nicht wieder richtig Fahrt aufgenommen. In Westeuropa liegt der S-PVC-Bedarf 2010 bei 3,9 Mio. t und damit noch 1,1 Mio. t unter dem Niveau von 2007. Beflügelt durch die lebhaftere Nachfrage nach Hartprofilen für Fenster entwickelte sich der Markt in den GUS-Staaten deutlich besser. Das

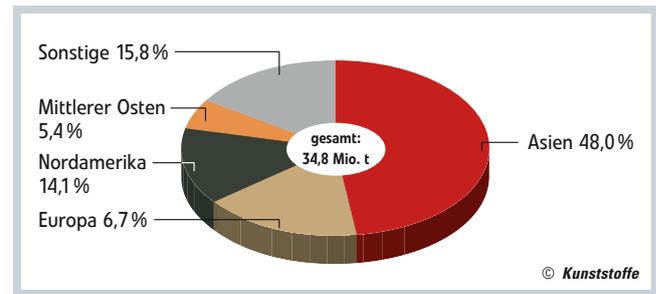


**Bild 1. Weltweite PVC-Einsatzgebiete im Jahr 2010 (gesamt: 34,8 Mio. t)**

(Quelle: CMAI)



**Bild 2. Weltweite PVC-Produktionskapazitäten im Jahr 2010, aufgesplittet nach Regionen (gesamt: 45,8 Mio. t)** (Quelle: CMAI/Vinnolit)



**Bild 3. Weltweiter PVC-Verbrauch im Jahr 2010, aufgesplittet nach Regionen (gesamt: 34,8 Mio. t)** (Quelle: CMAI/Vinnolit)

Engagement der großen Profil-extrudeure mit eigenen Produktionsstätten in Russland verschafft ihnen hier deutliche Wettbewerbsvorteile.

Eine dynamischere Erholung setzte bei Pasten-PVC ein. Das europäische Wachstum 2010 betrug bei diesen Spezialprodukten +18 % gegenüber 2009. Motor dieser Markterholung ist ebenfalls der Nachfragezuwachs in den GUS-Staaten, der durch weiter zunehmende Exporte westeuropäischer Produzenten gedeckt wird.

Die Konsolidierung des europäischen PVC-Marktes schreitet weiter voran. So hat Kerling, Runcorn/England, (vormals Ineos ChlorVinyls), der europäische Marktführer bei PVC-Standardprodukten, im August 2011 die PVC- und Chlor-Alkali-Aktivitäten der Tessenderlo-Gruppe, Brüssel/Belgien, übernommen und sich so im globalen Ranking einen Platz weiter nach vorne geschoben. Die Produktionskapazitäten der weltweit größten PVC-Hersteller sind in **Bild 4** dargestellt.

Die Kapazitätsauslastung der europäischen PVC-Produzenten, die während der Krise auf 70 % gesunken war, liegt aktuell wieder bei 90 %. Hier wirken sich – neben der oben beschriebenen teilweisen Markterholung – auch Stilllegungen aus. Von der ehemals fast 9 Mio. t-PVC-Kapazität in Europa wurden ca. 0,6 Mio. t aus dem Markt genommen:

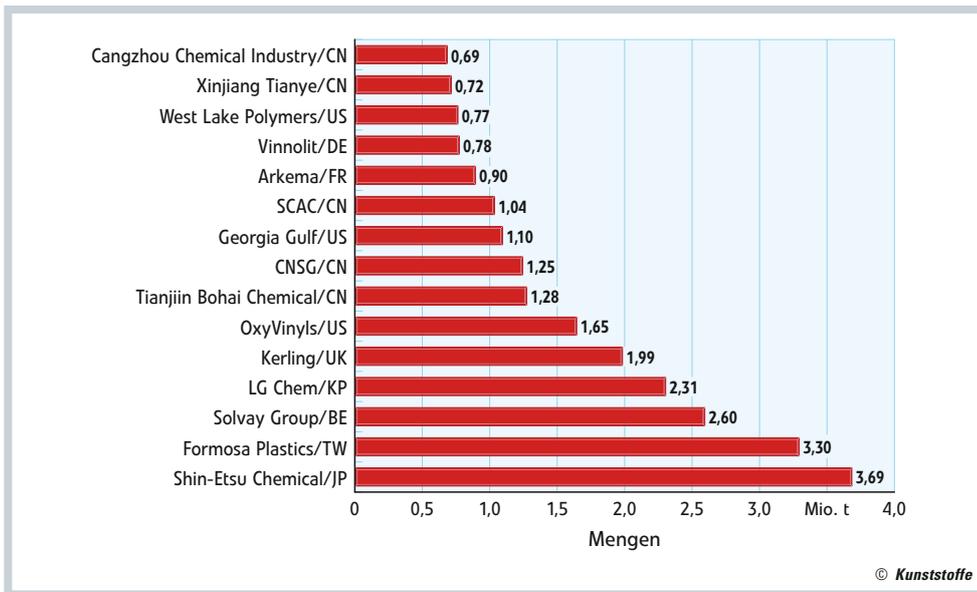
- Hellenic Petrol (Thessaloniki/Griechenland, 100 kt/a); stillgelegt seit Mitte 2008,

- Ineos ChlorVinyls (Barry/England, 125 kt/a), stillgelegt seit Januar 2010 sowie

- Vinyls Italia (Italien) mit Anlagen in Porto Marghera (200 kt/a), Porto Torres (65 kt/a) und Ravenna

(120 kt/a), stillgelegt seit 2009 (Wiederinbetriebnahme offen).





**Bild 4. Produktionskapazitäten der weltweit größten PVC-Hersteller im Jahr 2011** (Quelle: Vinnolit)

### Verfahrens-entwicklungen

Etwa 90 % der weltweiten PVC-Produktionskapazität basieren auf dem Suspensions-Prozess. Dieses Verfahren wird großtechnisch ausschließlich diskontinuierlich betrieben. Hierbei werden Vinylchlorid, Wasser, Schutzkolloide und organische Peroxide als Initiatoren in den Reaktor gegeben und anschließend unter Druck und Rühren polymerisiert. Auch ein Initiator-Dosierverfahren hat sich in den letzten Jahren etabliert. Die entstehende Polymerisationswärme wird über die gekühlte Reaktorwand, über gekühlte Einbauten wie z. B. Stromstörer sowie über Rückflusskühler abgeführt. Durch die Wahl der Rührbedingungen und der eingesetzten Schutzkolloide (wie z. B. Polyvinylalkohole oder Zelluloseether) lassen sich die Korngröße und die für eine Additivaufnahme wesentliche Kornporosität gezielt steuern.

Noch nicht industriereif, aber von wissenschaftlichem Interesse sind Arbeiten an Hochschulen und in Firmen zur kontrollierten/lebenden radikalischen Polymerisation. Ziel ist hierbei eine Beeinflussung der Kettenfehlstellen zur Verbesserung physikalischer

Eigenschaften. Auch wird untersucht, ob eine Polymerisation im nichtwässrigen Medium Produktionsvorteile erzielen kann.

Die Herstellung von Pasten-PVC erfolgt großtechnisch nach dem diskontinuierlich oder kontinuierlich geführten Emulsions-Verfahren. Ebenso werden verschiedene Formen des Mikrosuspensions-Verfahrens (diskontinuierlich) praktiziert. Die gezielte Verwendung von Tensiden und Tensidgemischen hat eine zentrale Bedeutung für den Prozess sowie für das Endprodukt: Neben der Stabilisierung der wässrigen Polymerdispersion können durch den Einsatz spezieller Emulgatorsysteme die Viskosität des Plastisols (PVC/Weichmacher-Dispersion) und die Endprodukteigenschaften nach Bedarf eingestellt werden. Augenmerk neuer Produktentwicklungen liegt unter anderem auf einer Absenkung der Plastisolvviskosität zur Reduzierung von Verarbeitungshilfsmitteln wie organischen Verdünnern.

### Produkte und Anwendungen

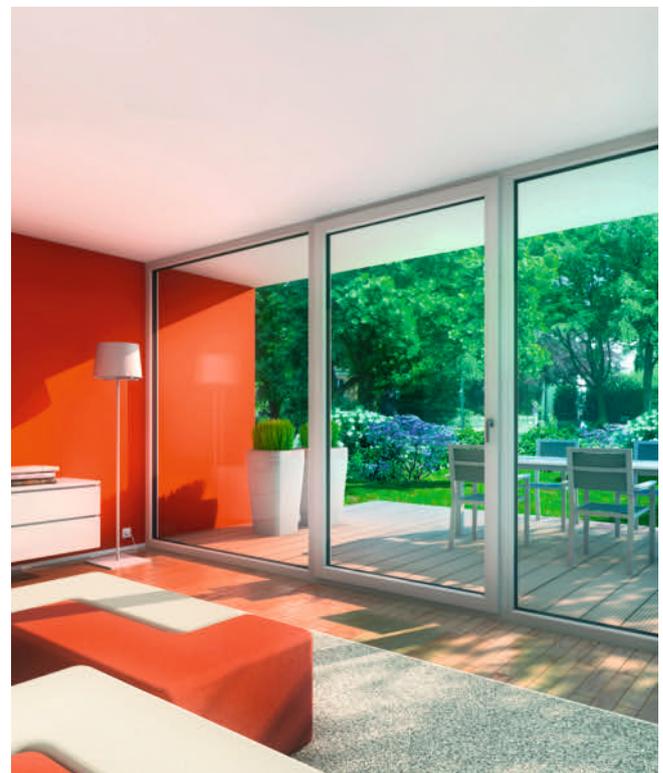
**Thermoplastische Anwendungen:** Nach dem Konjunkturunbruch von 2008/2009 erholen sich die Bau-relevanten

Anwendungen in Europa nur langsam. Dennoch bleibt das Fensterprofilsegment in Europa die größte Einzelanwendung für PVC. Im Wesentlichen werden hier K-Werte zwischen 65 und 68 eingesetzt; zudem finden auch Copolymere aus Vinylchlorid und Acrylaten Verwendung. Letztere kommen ohne weitere Schlagzähmodifizierung aus. Stan-

dard-S-PVC wird dagegen mit Schlagzähmachern auf Acrylat-Basis, chloriertem Polyethylen (CPE) oder auch mit PVC-Pfropfcopolymeren modifiziert.

Die letzten Jahre im Profilssektor waren wesentlich von der Umstellung der Stabilisierungssysteme geprägt. Nachdem der Einsatz von Cadmium in Europa seit 2007 (EU-27) abgeschlossen ist, konzentrieren sich die Verarbeiter auf die Ablösung von bleihaltigen Stabilisatoren entsprechend der Selbstverpflichtung der PVC-Industrie. Ein Großteil der Profilextrudeure hat dies bereits erfolgreich umgesetzt. Zumeist kommen komplexe, auf Kalzium-Zink basierende Systeme zum Einsatz (**Bild 5**).

Neben der Stabilisierung spielt der Einsatz von Rezyklaten eine immer wichtigere Rolle. Allein in Deutschland wurden über die Recycling-Initiative Rewindo im Jahr 2010 über 25 000 t Altfenster-Profile gesammelt und zu ca. 17 000 t PVC-Rezyklat verarbeitet. Der Weiterverarbeitung dieser Rohstoffe wird bei Pro-



**Bild 5. PVC-Fensterprofile: Umstellung der Stabilisierung von Blei- auf Kalzium-Zink-basierte Systeme** (Foto: Inoutic)

fildesign, Verarbeitungstechnologie und Materiallogistik Rechnung getragen.

Neben den Fensterprofilen wird PVC auch zu einer Vielzahl weiterer Profilformen für verschiedenste Anwendungsbereiche wie Möbel, Bau, Kfz und Elektrozubehör verarbeitet. Hier wird S-PVC mit K-Werten zwischen 57 und 68 verwendet. E-PVC mit K-Werten um die 70 findet Verwendung als effektive Verarbeitungshilfe zur schnelleren Gelierung und Verbesserung der Endprodukteigenschaften. Besonders mechanische Eigenschaften, die Oberflächenqualität und der Glanz können damit wirkungsvoll optimiert werden.

Auch im zweitgrößten europäischen PVC-Anwendungssegment, Rohre und Fittings, wird die Verwendung von bleifreien Stabilisierungssystemen vorangetrieben. PVC wird vorwiegend für drucklose Abwasser- und Drainagesysteme und Kabelschutzrohre eingesetzt. Im Druckbereich findet PVC vor allem für Industrierohre, aber auch für Versorgungssysteme für Trinkwasser Verwendung. In der Regel kommen wie beim Fensterprofil K-Werte von 65 bis 68 zum Einsatz. Für die Schaumkernrezepturen im Schaumkernrohr werden dagegen niedrigere K-Werte von 57 bis 60 verwendet. Aufgrund des günstigen Verhältnisses von Leistung und Kosten beobachtet man aber wieder einen Trend zum klassischen Vollwandrohr aus PVC. Wie beim Fensterprofil gewinnt auch beim Rohr der Einsatz von Rezyklaten immer mehr an Bedeutung.

Hartfolien aus PVC werden für ein großes Anwendungsspektrum eingesetzt. Allgemein wird S-PVC mit K-Werten von 57 bis 60 verwendet. E-PVC mit K-Werten von ca. 60 verbessert und beschleunigt die Gelierung und trägt zur Reduzierung von Fließlinien und zur Erhöhung des Glanzes bei. Zudem werden durch die hier vorhandenen Emulgatoren die

Antistatik-Eigenschaften verbessert. Für hohe Tiefziehverhältnisse, z. B. bei Verpackungsfolien oder gute Laminierbarkeit (z. B. Kreditkarten) werden Vinylacetat-Copolymere eingesetzt. Moderne Lebensmittel- und Pharmaverpackungen stellen hohe Anforderungen an Rest-VC-Gehalt, Thermostabilität und Farbe. Die funktionale Ausstattung dieser Folien, beispielsweise mit Barrieren gegen Sauerstoff oder Wasserdampf und antibakterielle Eigenschaften, werden meist durch Beschichtun-

gen oder Mehrschichtaufbauten, auch in Kombination mit anderen Polymeren, gelöst. Bei der Verpackung von Markenware oder pharmazeutischen Produkten werden zunehmend Folien mit eingebautem Plagiatschutz verwendet, um der Produktpiraterie entgegen zu wirken.

Spezialitäten mit hohen K-Werten bringen zusätzliche Funktionalität wie Antiblockverhalten, Mattierung oder Strukturierung der Oberfläche, je nach Partikelgröße und Einsatzmenge.

Die Stabilisierung von Hartfolien erfolgt nach wie vor mit zinnorganischen Systemen. Auch unter REACH sind hier keine wesentlichen Änderungen bei Methyl- oder Octyl-Zinn-Stabilisatoren zu erwarten; lediglich die Verwendung von Dibutyl-Zinn-Stabilisatoren unterliegt Beschränkungen, primär bei Weich-PVC.

Für Profile, Kabel und Schläuche aus Weich-PVC werden K-Werte von 65 bis 80 eingesetzt. Höhere K-Werte verbessern dabei die physikalisch/mechanischen Eigen- →

schaften und die Wärmeformbeständigkeit. Insbesondere für Dichtungen im Fensterbereich mit ihren hohen Anforderungen an das Rückstellverhalten werden auch noch höhere K-Werte eingesetzt, meist in Kombination mit Acrylat-Pfropfcopolymeren. Auf diesem Weg können auch die Weichmachermengen und die Migrationsneigung reduziert werden. Diese Formulierungen sind zudem licht- und witterungsbeständig, sodass auf Ruß verzichtet werden kann und der Trend zu hellen Grautönen beim Fensterdesign unterstützt wird. In modernen (Post-) Coextrusionsverfahren kann die Anbindung an das PVC-Profil gezielt gesteuert werden, von fest bis nicht verschweißbar.

Weichfolien werden aus PVC mit K-Werten 65 bis 70 hergestellt. Im größten Einzelsegment, dem Waterproofing-Bereich mit Dachbahnen und Abdichtungsfolien, müssen hohe Beständigkeiten gegen Licht- und Wettereinwirkungen für lange Gebrauchszeiträume garantiert werden. Hier werden zunehmend weichmacherfreie Systeme auf Basis von innerlich weichen Pfropfcopolymeren aus VC und Ethylenvinylacetat oder Acrylat verwendet. Als relativ neuer Anwendungsbereich etabliert sich die Beschichtung von Fahrzeugen mit bedruckten Weich-PVC-Folien zur Dekoration oder als Werbeträger, das sogenannte „Car Wrapping“.

**PVC für die Pastenverarbeitung:** Der PVC-Pastenprozess erlaubt eine einfache Herstellung unterschiedlichster Fertigartikel. Besonders bei Beschichtungen von Trägern aller Art sowie beim Herstellen von komplex geformten Artikeln kann die Pastenverarbeitung ihre Vorteile ausspielen. Große Beschichtungsbreiten und Mehrschichtaufbau sowie Beschichtung von komplizierten Geometrien lassen sich mit vernünftigem Aufwand realisieren. Dem Verarbeiter stehen viele PVC-Spezialprodukte zur



**Bild 6. Spezialkunstleder im Kfz-Bereich: Bei Beschichtungen von Trägern aller Art kann die PVC-Pastenverarbeitung ihre Vorteile ausspielen** (Foto: Hornschuh)

Verfügung, durch die sich Verarbeitungs- und Endprodukteigenschaften einstellen lassen. Durch geeignete Rezeptierung mit Additiven lassen sich diese in weiten Grenzen genau an verschiedenste Anforderungen anpassen.

Wichtige Anwendungssegmente für Pasten-PVC sind unter anderem Fußbodenbeläge, Vinyltapeten, Kunstleder für Modeartikel und Taschenware, technische Beschichtungen (Membranen, z. B. für textiles Bauen), Spezialkunstleder für den Kfz-Innenbereich (**Bild 6**), Metallbeschichtungen (Unterbodenschutz bei Automobilen und Deckeldichtungen) und Rotationsguss (alle Arten von Hohlkörpern, z. B. Bälle, Bojen oder Fender).

Ein wichtiges Thema, das derzeit die Verarbeiter wie auch die Additivhersteller beschäftigt, ist die Minimierung von Emissionen aus dem Fertigartikel („low VOC“). Insbesondere für Produkte, die in Innenräumen (**Titelbild**) verwendet werden, ist dies ein wichtiger Trend. Rezepturen werden optimiert, um Emis-

sionen zu vermeiden. Verarbeiter verwenden bevorzugt Additive ohne oder mit geringen Emissionen. Da diese Optimierung bevorzugt flüssige Komponenten betrifft, kann sich die Viskosität der PVC-Paste erhöhen, was oft nicht erwünscht ist. Pasten-PVC mit niedrigen Viskositäten und Extender zur Viskositätssenkung gewinnen deshalb an Bedeutung. Insofern wird die Anforderung „niedrige Viskosität“ auch bei den Herstellern von Pasten-PVC weiter an Bedeutung gewinnen. Ein Beispiel für eine Innovation in diesem Bereich ist Vinnolit EXT, ein Extender, der eine verbesserte Viskositätssenkung und optimierte mechanische Eigenschaften bietet. Additivhersteller arbeiten ebenfalls an diesem Thema und VOC-arme und AgBB-konforme Additive (Stabilisatoren und Viskositätsmodifizier) gewinnen an Bedeutung in den Produktportfolios für Bauprodukte.

Auch die Weichmacher stehen derzeit im Fokus der Entwickler. Zum einen gibt es Bemühungen, den Weichma-

cheranteil in Rezepturen zu reduzieren, um z. B. Weichmachermigration zu vermindern. Zum anderen werden schnellgelierende Phthalate (z. B. BBP oder DBP) durch unbedenklichere Alternativen ersetzt. Dabei kann nicht immer die gleiche Geliergeschwindigkeit erreicht werden. Das Interesse an schnellgelierenden PVC-Typen nimmt deshalb zu. Aus diesem Grund gewinnen Vinylchlorid/Vinylacetat-Copolymere (als Pasten-PVC und als Extender) an Bedeutung. Diese Copolymere erhöhen die Geliergeschwindigkeit und können so Defizite, die durch den Austausch der Weichmacher entstehen, wieder ausgleichen. Auch beim Thema Weichmachermigration/-reduzierung sind Copolymere hilfreich. Zum einen brauchen copolymerhaltige Rezepturen weniger Weichmacher zum Erreichen einer bestimmten Weichheit; zum anderen wird der Weichmacher stärker an die Kunststoffmatrix gebunden, sodass die Migration zusätzlich vermindert wird.

Ständige Optimierung wird auch beim Thema höhere Anlagengeschwindigkeit oder niedrigere Verarbeitungstemperaturen (Energieeinsparung) betrieben. Auch hier sind die oben erwähnten Themen wesentlich. Höhere Anlagengeschwindigkeiten brauchen niedrigere Viskositäten; niedrigere Verarbeitungstemperaturen sind nur bei ausreichender Gelierung möglich. So ist zum Beispiel im Segment Unterbodenschutz für Automobile, bei dem niedrigere Verarbeitungstemperaturen besonders wichtig sind, ein Trend zur Erhöhung der Dosierung von Copolymeren zu erkennen.

**Weichmacher:** Die Substitution des Jahrzehnte dominierenden Weichmachers DEHP durch die längerkettigen Phthalate (DINP und DIDP) setzt sich fort. So lag der Marktanteil von DEHP im Jahr 2009 nur noch bei 11 %, während der von DINP und DIDP wei-

ter auf 70 % zugenommen hat. Auch Alternativen wie Citrate, DINCH oder Terephthalate gewinnen an Bedeutung.

## PVC und Nachhaltigkeit

Die europäische PVC-Industrie – Rohstoffhersteller, Hersteller von Stabilisatoren und Weichmachern sowie PVC-Verarbeiter – hat dieses Jahr den Abschlussbericht ihrer freiwilligen Selbstverpflichtung zum nachhaltigen Wirtschaften vorgelegt und alle Ziele erreicht oder sogar übertroffen. Im Jahr 2000 hatte sich die Branche mit Vinyl 2010 zu einem 10-Jahres-Programm mit quantitativen Zielen, zeitlichen Vorgaben und einer unabhängigen jährlichen Überprüfung verpflichtet, um die Umweltauswirkungen bei Herstellung, Verarbeitung, Gebrauch und Entsorgung von PVC weiter zu minimieren. Als wichtigste Erfolge in den vergangenen zehn Jahren seien beispielhaft genannt

- die erhebliche Steigerung beim Recycling von PVC-Verbraucherabfällen auf über 260 000 t im Jahr 2010,
- die Einstellung der Verwendung von Cadmium-Stabilisatoren in der EU-15 (2001), EU-25 (2006) und EU-27 (2007),

- die Überschreitung des Zwischenziels von 50 % für die Verminderung von Bleistabilisatoren in der EU-27 (-76 % im Jahr 2010; vollständiger Ausstieg bis 2015 geplant),

- die Unterstützung der EU-Risikobewertungen für Phthalate und Verlagerung des Phthalateinsatzes von niedrigmolekularen auf (sichere) hochmolekulare Phthalat-Weichmacher (s.o.) und

- die Einführung und EU-weite Überprüfung strenger Emissionsstandards für die Herstellung von S-PVC und Pasten-PVC und der Vorprodukte EDC und VCM.

Vinyl 2010 hat gezeigt, dass PVC im industriellen Maßstab recyclingfähig ist und rezykliert wird. Gleichzeitig wurden die PVC-Rezepturen geändert, um die Sicherheit und Umweltverträglichkeit der PVC-Anwendungen – bei gleichbleibender technischer Leistung – zu verbessern. PVC hat sich daher in den letzten zehn Jahren signifikant verändert.

Im Juni 2011 hat die europäische PVC-Industrie in Brüssel neue, ehrgeizige Ziele für die nachhaltige Entwicklung bis zum Jahr 2020 angekündigt. Das neue Nachhaltigkeitsprogramm VinylPlus

baut auf dem Erfolg von Vinyl 2010 auf. Die neuen Ziele basieren auf fünf Nachhaltigkeitsherausforderungen, die gemeinsam mit TNS (The Natural Step), einer international anerkannten Nicht-Regierungsorganisation, die auf dem Gebiet der nachhaltigen Entwicklung tätig ist, identifiziert und mit externen Stakeholdern diskutiert worden sind. Im Einzelnen geht es dabei darum, einen weiteren Quantensprung bei den PVC-Recyclingmengen und der Entwicklung innovativer Recycling-Technologien zu machen, den noch vielfach vorhandenen Bedenken im Hinblick auf persistente chlororganische Emissionen Rechnung zu tragen, die Verwendung von Additiven auf Basis von anerkannten Nachhaltigkeitskriterien sicherzustellen, die Energieeffizienz sowie die Verwendung von erneuerbaren Energien und nachwachsenden Rohstoffen in der PVC-Erzeugung zu erhöhen sowie die nachhaltige Entwicklung in der gesamten PVC-Wertschöpfungskette voranzutreiben.

Nachhaltige Entwicklung ist eine globale Herausforderung. Deshalb sieht die europäische PVC-Industrie eine wichtige Aufgabe darin, den Ansatz von VinylPlus weltweit bekannt zu machen, indem sie bewährte

Methoden mit anderen teilt und freiwillige Initiativen der PVC-Branche überall auf der Welt ermutigt. ■

## DIE AUTOREN

DR. PETER ATTENBERGER leitet die Anwendungstechnik Thermoplaste der Vinnolit GmbH & Co. KG, Ismaning.

DR. ROBERT HOHENADEL leitet den Bereich Innovationsmanagement der Vinnolit GmbH & Co. KG, Ismaning.

THOMAS KUFNER ist Business Analyst im Bereich Commercial der Vinnolit GmbH & Co. KG, Ismaning.

DR. OLIVER MIEDEN ist Leiter Environmental Affairs & Corporate Communications der Vinnolit GmbH & Co. KG, Ismaning; oliver.mieden@vinnolit.com

DR. ANDREAS WINTER ist technischer Referent in der Anwendungstechnik Pasten-PVC der Vinnolit GmbH & Co. KG, Ismaning.

## SUMMARY

### POLYVINYL CHLORIDE (PVC)

UNIVERSALLY APPLICABLE. Thanks to PVC's wide variety of uses and impressive solutions, worldwide demand is still at pre-crisis levels. The new VinylPlus sustainability program builds on the success of the Vinyl 2010 voluntary commitment.

Read the complete article in our magazine *Kunststoffe international* and on [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)