

## **WIEDERVERWERTUNG**

### **Viele Wege führen zum Ziel**

PVC wird, wie alle Kunststoffe, in vielfältigen Bereichen eingesetzt; es hat sich in vielen Einsatzgebieten als unangefochten gute Lösung erwiesen. Danach kann es, dem Grundgedanken des Sustainable Development und des Umweltschutzes entsprechend, weiter- und wiederverwendet oder weiter- und wiederverwertet werden. "Ökologischer Nutzen zu akzeptablen Kosten" ist das wichtigste Entscheidungskriterium.

Die Stoffliche Wiederverwertung, die erneute Nutzung des Materials oder seiner Bestandteile, erfolgt auf zwei Wegen:

Einerseits durch Materialrecycling (Werkstoffliches Recycling), bei dem PVC geschmolzen und zu einem neuen Produkt verarbeitet wird. Voraussetzung dafür ist ein (relativ) homogener Abfallstrom. Da die verschiedenen Kunststoffe unterschiedliche, auf das jeweilige Einsatzgebiet abgestellte Eigenschaften aufweisen, sind die Post-Consumer-Abfälle nach der Sammlung zu trennen, zu zerkleinern, zu reinigen und aufzubereiten.

Andererseits wird PVC beim Rohstofflichen Recycling in seine chemischen Ausgangsprodukte zerlegt. Diese bilden dann ihrerseits Rohstoffe für die Industrie.

Bei der Thermischen Verwertung mit Energienutzung steht das hohe Energiepotential von PVC im Vordergrund. Sie ist für jene Fraktionen vorzusehen, bei denen die Werkstoffliche Wiederverwertung nicht oder nicht mehr sinnvoll ist. Sie erfolgt einerseits in der klassischen Müllverbrennung mit Energiegewinnung, wo der hohe Energiegehalt des Kunststoffes die sichere Verbrennung des Restmülls gewährleistet. Andererseits - unter Berücksichtigung gewisser technischer Rahmenbedingungen – über Verwertungsverfahren, bei denen Kunststoffe (allein oder zusammen mit anderen Brennstoffen) herkömmliche Brennmaterialien ersetzen und damit zur Einsparung fossiler Brennstoffe beitragen. Dieser speziell aufbereitete Brennstoff ist – vor allem in der Zementindustrie oder in Elektrizitätswerken - eine wertvolle Alternative.

## **Fakten zum PVC-Recycling**

- Recyclingangebote bestehen für mehr als die Hälfte der PVC-Produkte.
- Fenster, Rohre, Bodenbeläge, Dachbahnen, Kabel und Verpackungen werden ebenso zurückgenommen wie Scheck- und andere Karten, Büromaterialien oder elektronische Geräte.
- Die PVC-Industrie ist mit ihren Recycling-Aktivitäten vielen anderen Branchen weit voraus.
- Der Einsatz des Recyclats erfolgt in der Regel (Fenster, Rohre, Bahnen, Fussböden) in die gleiche oder eine ähnliche Anwendung.
- Im Gegensatz zu den hohen Mengen an verwerteten Pre-Consumer-Abfällen haben trotz flächendeckender Rücknahmesysteme und intensiver Informationsarbeit die Verwertungsmengen aus Post-Consumer-Abfällen noch nicht im erwarteten Ausmass zugenommen. Der wesentliche Grund: PVC-Produkte werden seit den 70er Jahren verstärkt im Baubereich eingesetzt – und besitzen eine Lebensdauer von bis zu 50 oder mehr Jahren. Ausserdem erschweren die extrem niedrigen Deponiepreise dem Recycling den Wettbewerb.

## **Stoffliche Wiederverwertung: Gängige Praxis**

Die ökologische Seite der Produktion und des Einsatzes von PVC stand sehr früh im Mittelpunkt öffentlichen Interesses. Demgemäss beschäftigt sich die Branche schon sehr lange auch mit der Wiederverwertung des Werkstoffes. Im Rückblick können zahlreiche PVC-Recyclinginitiativen als Pioniertaten mit Beispielwirkung gelten: So erfolgte etwa in Österreich eine flächendeckende Sammlung von PVC-Pharmablistern bereits zu einem Zeitpunkt, als eine "Verpackungsverordnung" noch Zukunftsmusik war.

## **Produktionsabfälle: Recycling nähert sich 100 Prozent**

Abfälle, die im Produktionsprozess entstehen, werden seit Jahrzehnten wiederverwertet. Für diese ist die direkte Rückführung in den Kreislauf ein integrierender Bestandteil des Systems. Gemäss einer Untersuchung des statistischen Institutes SOFRES liegt der Grad der Wiederverwertung in diesem Bereich bereits bei 96 Prozent: Für die Unternehmen ist die Nutzung dieser Sekundärrohstoffe selbstverständlich geworden.

## **Installationsabfälle: Grosse Recyclingmengen**

Im Zuge der Anwendung der PVC-Produkte fallen Installations- und Verarbeitungsabfälle an:

Bei der Verlegung von Bodenbelägen, Dachbahnen, Rohren oder Kabeln, bei der Verpackung mit Folien, bei der Einpassung von Profilen. Diese Reste sind meist nicht oder nur gering verschmutzt und sortenrein erfassbar.

Nach einer vorsichtigen Schätzung für Europa gelangen etwa 700 Kilotonnen reines PVC (oder 980 Kilotonnen Produkte) auf diesem Weg in den Verwertungskreislauf zurück. Rund die Hälfte davon wird werkstofflich verwertet. So das Ergebnis einer Übersicht, die die europäische PVC-Hersteller-Organisation ECVM erstellt hat. Ein gewisses Steigerungspotential – in der Grössenordnung von

zusätzlichen 10 Prozent in den nächsten 10 bis 20 Jahren – liegt hier noch in einer Verfeinerung der Rückholssysteme.

Die Bedeutung dieses Bereichs darf nicht unterschätzt werden – die 700 Kilotonnen verwertetes PVC entsprechen 38 Prozent des gesamten westeuropäischen PVC-Abfallaufkommens von 1.850 Kilotonnen (1996/97).

### **Post-Consumer-Abfälle: Bereichsweise zu betrachten**

PVC wird zu einer Vielzahl höchst unterschiedlicher Produkte verarbeitet und damit in sehr unterschiedlichen Branchen eingesetzt. Zielführende Recycling-Ergebnisse können nur erreicht werden, wenn die Wiederverwertungswege und -möglichkeiten nach Produktkategorien gesondert betrachtet werden und damit auf die jeweiligen Gegebenheiten Rücksicht genommen werden kann. Der Baubereich ist die für PVC bei weitem wichtigste Branche - naturgemäss liegen hier auch die wichtigsten Recyclingpotentiale.

Viele Überlegungen, die zeitweise gegen PVC vorgebracht werden, gelten für alle Werkstoffe oder zumindest für alle Kunststoffe. Fragen der Erfassbarkeit und Erkennbarkeit verschiedener Materialien, der überhaupt zur Verfügung stehenden

Mengen und der Qualität des zu erzielenden Recyclats definieren die Determinanten für die ökologische und ökonomische

Sinnhaftigkeit von Recyclingbemühungen.

Nach derzeitigem Stand sind einige Produktgruppen für die werkstoffliche Wiederverwertung von PVC besonders geeignet: Flaschen, Rohre, Fenster- und andere Profile. Hier ist der Recyclingkreislauf bereits geschlossen, die Praxis hat gute Ergebnisse erzielt und bewiesen, dass es funktioniert.

### **Sinnvolle Parallelität der Wege**

Bei anderen Produktgruppen wird die laufende Forschung und Entwicklung noch zu zeigen haben, ob die werkstoffliche Wiederverwertung oder andere Recyclingwege die besseren Ergebnisse bringen. Mittelfristig sind dann die Weichen in die eine oder andere Richtung zu stellen. Kabel, Bodenbeläge und Dachbahnen werden derzeit zum Beispiel vielfach werkstofflich wiederverwertet – möglicherweise erweist sich hier aber auf Dauer das Rohstoffliche Recycling als ökologisch und ökonomisch sinnvoller.

### **Spezialwege für kleinere Produktgruppen können dort sinnvoll sein, wo die Rahmenbedingungen das Erfassen und Verwerten der Abfälle erleichtern.**

In einigen wichtigen Bereichen ist die Frage nach dem – technisch gelösten – Recycling des Werkstoffes PVC aber gar nicht die entscheidende: Überall dort, wo PVC nur ein (Bestand-)Teil von mehreren ist, sind ganz andere Vorfragen zu lösen. Die Trennung der Materialien, die Unterscheidung von Schwerpunkstoffen und Nebenmaterialien, die Wirtschaftlichkeit des Zerlegens (das eine unabdingbare Voraussetzung der Stofflichen Verwertung ist). Der Elektro- und Elektronikbereich sowie die Autobranche sind hier die wichtigsten Partner bei der Entscheidung, wohin der Recycling-Weg geht.

## Interview

Das Rohstoffliche Recycling von PVC nimmt konkrete Formen an: Das European Council of Vinyl Manufacturers (ECVM) wird Ende dieses Jahres mit dem Bau einer Pilotanlage beginnen, die Chlor aus PVC – in der Form von Salzsäure – zurückgewinnt. Mit dem Recycling-Projekt wird der Beweis erbracht, dass PVC in seine Ausgangsstoffe aufgespalten werden kann. Eine Recycling-Form, die viele PVC-Kritiker als unmöglich bezeichnet hatten.



Dipl.-Ing. Rolf Bühl (EVC) ist Sprecher der Arbeitsgruppe "Rohstoffliches Recycling", die im Rahmen des Waste Management Committee des ECVM arbeitet. Zudem gehören ihr Dr. Joachim Mügge (Vestolit), Pierre Gloriod (ELF Atochem), Michel Lempereur (Solvay) und Jean-Pierre De Grève (ECVM) an.

## Herr Diplomingenieur Bühl, warum geht es bei diesem Projekt?

Das "Integrated Waste Management Concept" der APME (Association of Plastics Manufacturers in Europe) wird von der europäischen PVC-Hersteller-Vereinigung ECVM vollinhaltlich mitgetragen. Es sieht das Rohstoffliche Recycling als wichtige Wiederverwertungsschiene, vor allem für gemischte Kunststoff-Fractionen und als "Ergänzung" zum werkstofflichen Recycling. Praktische Erfahrungen gab es bisher allerdings nur mit PVC-armen Fractionen, also Abfallmengen mit einem PVC-Anteil von maximal 10 Prozent. Das soll sich nun, mit einer Pilotanlage des ECVM, ändern.

## Was ist das Ziel des Rohstofflichen Recyclings?

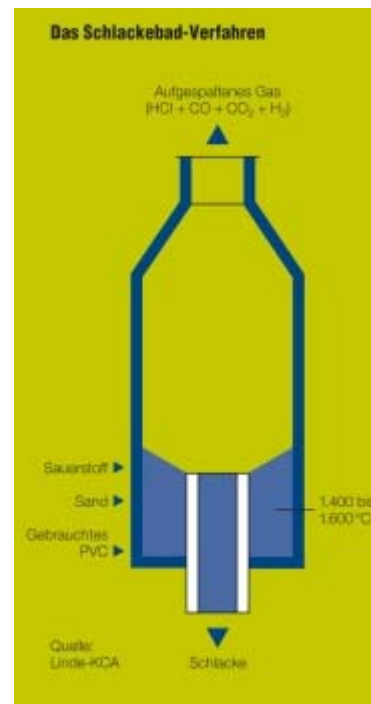
Die Rückgewinnung und erneute Nutzung von Chlor in Form von Salzsäure und des Kohlenwasserstoffanteils aus Alt-PVC.

In den gängigen Verfahren wird Chlor lediglich gebunden und "deponiefähig" gemacht: Viele PVC-Altprodukte besitzen einen hohen Anteil an Füllstoffen, die die Salzsäure aufnehmen und Chloride bilden – ein Vorgang, der etwa in Müllverbrennungsanlagen zur Neutralisation genutzt wird. Die Deponierung der chloridhaltigen Rückstände ist aber ein beträchtlicher Kostenfaktor in der Wirtschaftlichkeitsrechnung.

Wir wollen den Rohstoff Chlor aber tatsächlich rückgewinnen und – nach Reinigung und Aufbereitung – in die Oxichlorierung oder die Chlorelektrolyse rück-führen oder auch anders kommerziell verwertbar machen. Der Kohlenwasserstoffanteil kann als Synthesegas in der chemischen Industrie genutzt werden. Oder als Energiespender, der das Recycling-Verfahren in Gang hält, eingesetzt werden. Dabei müsste sogar noch ein Energieüberschuss zu erzielen sein.

## Wie ging man an das Projekt heran?

Eine Arbeitsgruppe des ECVM hatte verschiedene zur Auswahl stehende Techniken zu bewerten und jene auszuwählen, die für die Behandlung PVC-reicher Ströme die geeignetste zu sein scheint. Zwei Technologien haben es in die "Endrunde" geschafft: Beide sind in der Lage, ausser dem Chlor – in der Form von Salzsäure – auch den Kohlenwasserstoffanteil als verwertbares Synthesegas zurückzugewinnen. Linde aus Deutschland will das PVC mittels eines flüssigen Schlackebades in verwertbares Gas umwandeln und damit etwa 90 Prozent des Chlors zurückgewinnen. Die holländische Akzo Chemie bedient sich einer Technik der zirkulierenden Wirbelschicht aus Sand mit einer ähnlich hohen Chlor-Rückgewinnungsrate.



## Die Entscheidung fiel letztlich für das Verfahren "Linde".

Im wesentlichen sprachen drei Gründe dafür – ein technischer, ein ökologischer und ein ökonomischer. Das Verfahren ist vergleichsweise einfacher und benötigt weniger Prozessstufen. Die Rückstände aus dem Verfahren sind inert (verglast), was einerseits eine sehr günstige Deponierung erlaubt, andererseits Möglichkeiten der Verwertung – zum Beispiel im Strassenbau – eröffnet. Und letztlich sind die projektierten Errichtungs- und Betriebskosten einer Grossanlage relativ niedrig. Dioxin- und Furanbildung wurden übrigens in keinem der Vorversuche festgestellt und waren auch nicht zu erwarten.

## Wo wird die Anlage stehen?

Derzeit stehen drei mögliche Standorte – zwei in Deutschland, einer in Frankreich – zur Diskussion. Die festgelegten Entscheidungskriterien reichen von Aufstellungskosten, Verfügbarkeit von Analytik und F+E bis zu leichter Erreichbarkeit des Standortes. Die Entscheidung wird demnächst fallen; spätestens im Oktober 1999 sollen die Verträge zwischen ECVM, Linde und dem Betreiber des Standortes abgeschlossen und der Auftrag zum Bau der Pilotanlagen-Teile vergeben werden.

## Welche Kapazitäten haben Sie für die Anlage im Auge?

Die Pilotanlage wird auf 1.000 bis 2.000 Tonnen PVC pro Jahr ausgelegt. Bei positiven Ergebnissen könnte auf dieser technischen Grundlage noch bis zum Jahr 2005 eine Anlage mit einer Kapazität von 25.000 Jahrestonnen errichtet werden. In dieser Grössenordnung liegt das wirtschaftliche Minimum einer derartigen Anlage. Andererseits ist auch zu prüfen, welche Abfallmengen dann tatsächlich zur Verfügung gestellt werden können.

## Und wann geht die Anlage in Betrieb?

Wir rechnen mit einem Jahr Bauzeit und einem anschliessenden Versuchsbetrieb

von maximal zwei Jahren. Dann muss die Entscheidung pro oder contra Grossanlage reif sein.

### **Welche Aufschlüsse erwartet ECVM von dem Projekt?**

Erstens eine Antwort auf die Frage, wie jene technischen Probleme, die sich in der Forschungs- und Entwicklungsphase gezeigt haben, gelöst werden können. Zweitens das technische Know-how, das die Entscheidung für den Bau einer Grossanlage auf dieser Verfahrensgrundlage erlaubt, und drittens Aufschlüsse über die Wirtschaftlichkeit eines solchen Verfahrens.

### **Welche wesentlichen offenen Punkte fallen Ihnen da spontan ein?**

Neben Detailfragen wie etwa der Kondensatbildung oder möglichen Ablagerungen an der Anlage ist vor allem eines zu beweisen: Dass die Ausbeute – also die Wiedergewinnungsquote – tatsächlich so hoch ist wie erwartet. Und dass die Wirtschaftlichkeit eines derartigen Projektes – Stichworte Energiebilanz, Qualität der gewonnenen Salzsäure und Betriebskosten – gegeben ist.

### **Die Kosten des Projektes?**

Die Gesamtkosten von rund 6,5 Millionen DM (ca. 3.325.000 Euro) werden von ECVM und Linde aufgebracht; ob öffentliche Fördermittel zur Verfügung stehen werden, ist noch nicht vollständig geklärt.

### **Gibt es Parallel-Projekte anderer Organisationen? Wie ist der Stand der Forschung?**

Auf EU-Ebene haben die Generaldirektionen III und XI im Rahmen der vielzitierten "Horizontalstudie" eine Untersuchung ausgeschrieben, die sich mit den Möglichkeiten des Rohstofflichen Recyclings von PVC und Kunststoffen generell beschäftigt. Diese Arbeit wurde an das niederländische Institut TNO vergeben; sie wird, sobald fertig, einen guten Gesamtüberblick geben.

Die Anlage der DOW/BSL in Schkopau, die mit einer Kapazität von 35.000 Tonnen jährlich chlorreiche Abfallströme verwertet, startete im Juli 1999. Technische Basis bildet hier die Drehofentechnik mit nachgeschalteter HCl-Rückgewinnung. Ein Grossversuch im Herbst dieses Jahres soll klären, inwieweit dies auch ein Weg zur PVC-Verwertung sein kann.

Auch in Japan wird am Rohstofflichen Recycling – hier allerdings mit einem Schwerpunkt auf der Pyrolyse – gearbeitet.