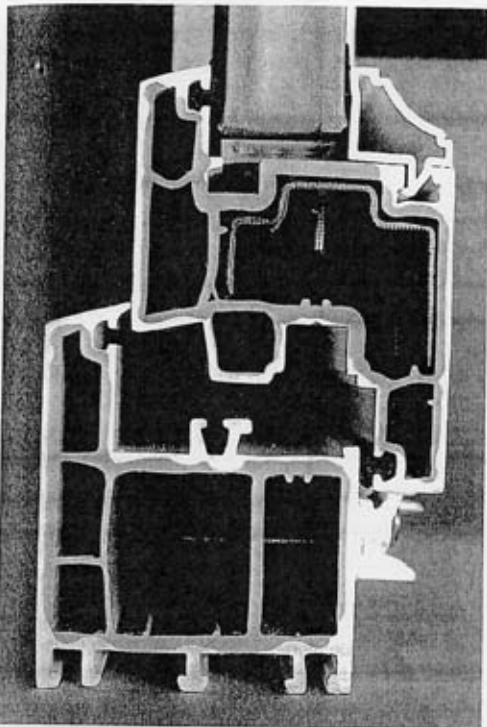


Coextrudierte Fensterprofile aus Regenerat und Neuware, 1991
Von Norbert Berndtsen und Volker Hofmann, Troisdorf,
in „Kunststoffe“ 81 (1991), 907 – 909
Copyright verbleibt beim Herausgeber!



Fensterprofile müssen nicht aus 100 % Neuware bestehen; zwei Drittel Rezyklatanteil im Kern beeinträchtigen nicht die Qualität

Kunststoffe – und damit auch PVC – sind ein Teil des Abfallstroms, dessen Entsorgung zunehmend schwieriger wird. Kaum noch ausbaubare Deponiekapazitäten, voll ausgelastete Müllkraftwerke und immer aufwendigere Genehmigungsverfahren rücken die Abfallvermeidung daher in den Mittelpunkt des Interesses. Durch stoffliches Recycling werden neben dem Erreichen dieser Zielsetzung auch Ressourcen eingespart.

Altfenster aus PVC sind kein Abfall

Unter den für Fensterprofile verwendeten Werkstoffen kommen nur Aluminium und PVC für das Recycling in Frage. Bei der Herstellung von PVC-Produkten wie Fensterprofilen ist eine vollständige Verwertung von Produktionsabfällen heute Stand der Technik. Zunehmend an Bedeutung gewinnt die Verarbeitung von Verschnitt beim Fensterbau. Diese Reste sind sortenrein und sauber, so daß ihre Verwertung ökonomisch und ökologisch sinnvoll ist.

Das Recycling von Altfenstern nach langjährigem Gebrauch ist dagegen noch in der Aufbauphase. Dies liegt nicht an eventuellen technischen Problemen, sondern ausschließlich an der bisher geringen Menge anfallender Altfenster. Bild 1 zeigt den Absatz von PVC-Fenstern in der Bundesrepublik. Nur ca. 1 % der hier installierten Fenster sind demnach älter als zwanzig Jahre.

Altfenster fallen wegen ihrer langen Haltbarkeit heute nur gelegentlich an, und zwar hauptsächlich im Familienhausbereich, anlässlich von Nutzungsänderungen, z. B. beim Austausch von Einfachfenstern durch Doppelglas aus Schallschutz- oder Isolationsgründen, beim Einbau von Terrassentüren statt Fenstern, oder bei Umbauten von Wohnhäusern.

N. Berndtsen und V. Hofmann, Troisdorf

Coextrudierte Fensterprofile aus Regenerat und Neuware

Fensterprofile sind einer der Hauptanwendungsbereiche für PVC. Inzwischen ist auch dieses an sich langlebige Produkt seit so vielen Jahren auf dem Markt, daß der Rücklauf ausgebauter Profile verstärkt einsetzt. Wie bei allen Thermoplasten, die sortenrein vorliegen, bietet sich das Recycling geradezu an. Am Beispiel eines Fensterprofils, aus Neuware und Regenerat coextrudiert, wird eine solche Wiederverwertungsmöglichkeit demonstriert und ökologisch bewertet.

Kern aus Regenerat, Mantel aus Neuware erfüllt alle Qualitätsanforderungen

Drei Quellen für PVC-Profilreststoffe werden genutzt:

- Anfahrmaterial und Produktionsausschuß,
- Profilabschnitte und -verschnitt beim Fensterbau,
- Material von alten ausgebauten Fenstern.

Im Coextrusionsverfahren wird ein Profil (System Trocal-900-REC, Hersteller: Hüls Troisdorf, HT) mit Kern aus Regenerat und einem Außenmantel aus Neumaterial hergestellt (Bild 2).

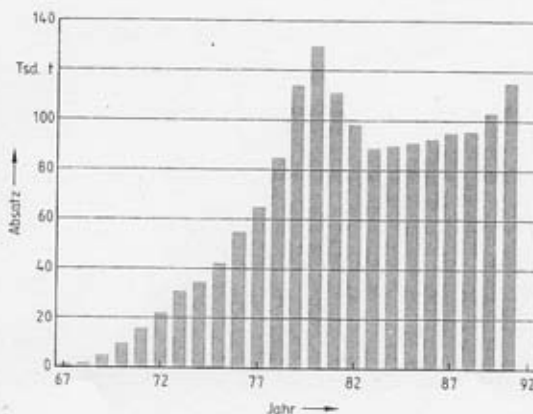


Bild 1. Absatz von PVC-Fenstern in der alten Bundesrepublik Deutschland

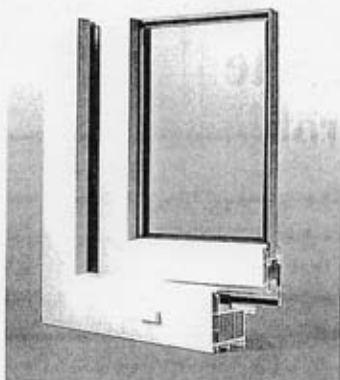


Bild 2. Bei dem Profilsystem mit Rezyklatkern sind nach dem Einbau optisch keine Unterschiede zu konventionell hergestellten Profilen erkennbar

Dabei verschweiß der Kern unlösbar mit dem Mantel aus Neumaterial. Das Masseverhältnis von Kern zu Mantel ist etwa 2:1, d. h. zwei Drittel des Profils bestehen aus Regenerat, während die Außenflächen grundsätzlich aus Neuware gefertigt sind. Damit ist sichergestellt, daß die Licht- und Wetterbeständigkeit derjenigen von Profilen aus 100 % Neuware entspricht. Dies hat weiter den Vorteil, daß unvermeidbare Farb- und Qualitätsschwankungen des Regenerats toleriert werden können, ohne daß die Gebrauchseigenschaften und die Langlebigkeit des coextrudierten Fensterprofils den Eigenschaften der konventionell hergestellten nachstehen.

Der Kern ist in der Regel farbig, da auch Regenerate von durchgefärbten oder coextrudierten Fenstern verarbeitet werden. Er ist bewußt im Bereich des Wandanschlusses und der Glasscheibe nach außen geführt, um das REC-System am fertigen Fenster bei Bedarf erkennen zu können. Nach Einbau ist das Fenster von einem aus 100 % Neuware dagegen nicht zu unterscheiden.

Profilrecycling erfordert eine funktionierende Logistik

Ein Recycling gleich welcher Art ist stets nur dann wirtschaftlich zu betreiben, wenn die benötigten Abfallmengen in ausreichender Menge und in der notwendigen Qualität zur Verfügung gestellt werden. Auch im Bereich des Fensterrecyclings kommt deshalb der angeschlossenen Logistik eine wichtige wirtschaftliche Bedeutung zu. Hier arbeitet HT mit Dekura, Rahden, zusammen. Diese Firma sammelt bei den Fensterbauern in großem Umfang Profilabschnitte ein, mahlt sie und verkauft das Mahlgut an den Extruder. Beim Recycling von Altfenstern hat sich diese Kooperation ebenfalls bewährt.

Zwei Drittel aller Kunststoffenster werden in Altbauten eingebaut. Damit ist der optimale Weg zur Wiederverwertung vorgegeben: Der Fensterbaubetrieb, der neue Fenster im Altbau einsetzt, wird in der Regel mit der Entsorgung der Altfenster beauftragt. Er entscheidet – eventuell gemeinsam mit dem Bauherrn – darüber, ob das Altfenster auf der Deponie oder in der Müllverbrennung landet oder ob es einer Wiederverwendung zugeführt wird, was ökologisch und ökonomisch gesehen anzustreben ist. Dazu werden solche Altfenster zerlegt, gereinigt und nach den Reststoffen PVC, Glas und Metalle sortiert. Wichtig ist dabei, daß sichergestellt wird, daß nur Regranulat aus RAL-gütegesicherten Profilen im angegebenen Sinne verwertet werden darf.

Nur wenn die Qualität stimmt, kann auch die Kasse stimmen

Das fertige Kern-Mantel-Profil durchläuft bei der internen Qualitätskontrolle die gleichen Prüfungen wie die Standardprofile. Geprüft werden:

- Abmessungen und Gewichte, Ebenheit, Winkelreue,
- Oberflächengüte und Farbe,
- Verarbeitbarkeit, Schweißfaktor und Eckfestigkeit,
- mechanisches Verhalten,
- Wetterechtheit und Verhalten bei Freibewitterung,
- Dehydrochlorierung,
- thermische und chemische Merkmale.

Grundsätzlich erfüllen die Recycling-Profile alle Anforderungen an PVC-Fensterprofile, wie sie in den UEA/c-Richtlinien festgelegt sind.

An qualitätssichernden Maßnahmen für das Regenerat in der Eingangskontrolle sind zu nennen:

- Metallfreiheit (Metallabscheider),
- Korngrößenverteilung (gesiebtes Material),
- Feuchtigkeit,
- DHC-Zeit,
- Bändchenextrusion (Prüfung auf Fließfähigkeit und Fremdkörperfreiheit).

Solange der Anteil von PVC aus Altfenstern in der Größenordnung < 20 % dem Regeneratkern zugegeben wird, ist das Einhalten o.g. Anforderungen kein Problem. Aber auch ein Profil mit Kern aus 100%igem Altfensterregenerat kann die RAL-Anforderungen sicher erfüllen. Messungen belegen, daß durch Bewitterung nur die äußeren 100 bis 200 µm des Profils beeinträchtigt werden, d. h. weniger als 1 % des Profils. Des weiteren ist das Nachdosieren von Stabilisatoren, Schlagzähmodifikatoren und Gleitmitteln problemlos möglich, so daß Verbesserungen von Altregeneraten auf das heute übliche Niveau durchaus möglich und wirtschaftlich sind [1].

Der Energieverbrauch bei der Verarbeitung ist gering

Einer der größten ökologisch positiv zu bewertenden Materialvorteile von Kunststoffen ist ihre günstige Energiebilanz. Dabei wird der Energiegehalt des für die Herstellung stofflich benötigten Erdöls fairerweise in die Gesamtbilanz mit einberechnet. So benötigt man zur Herstellung von 1 kg PVC 55,6 MJ Primärenergie [2,3]. Darin sind 35,7 MJ Energieanteil (also praktisch verloren) und 19,9 MJ Stoffanteil, der z. B. bei Verbrennung zurückgewonnen werden kann. Beachtenswert ist der grundsätzlich niedrige Energieverbrauch für alle Kunststoffe. Bei PVC kommt die Besonderheit hinzu, daß etwa 57 % seines Gewichts aus Steinsalz und lediglich 43 % aus Erdöl hergestellt werden.

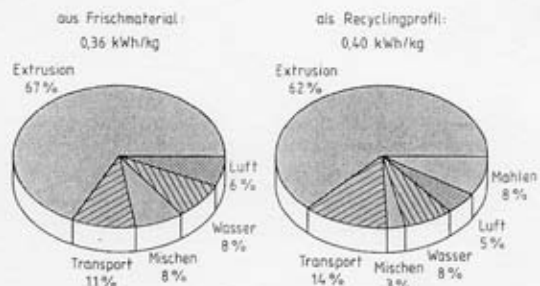


Bild 3. Vergleich des Energiebedarfs beim Verarbeiten von Profilen ohne und mit Rezyklatannteil

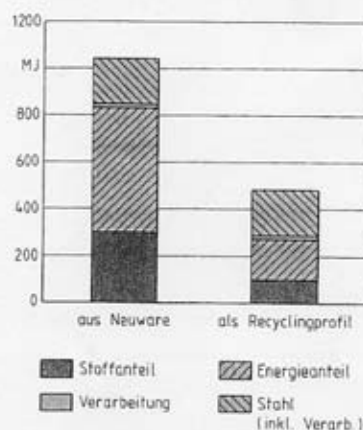


Bild 4. Vergleich der Energiebilanzen bei der Herstellung eines Standardfensters ohne und mit Rezyklatanteil

Im Vergleich dazu ist der Energieverbrauch bei der Verarbeitung zu Profilen gering (Bild 3). Unter Berücksichtigung der Anteile für Transport, Mischen, Wasserrückkühlung, Druckluft und beim Recyclingprofil des Mahlens liegt der Energieverbrauch bei 0,36 bzw. 0,40 kWh/kg. Setzt man die in [2] für die westliche Welt angenommene Umrechnung von 1 kWh = 6,7 MJ Primärenergie an, bleibt der Anteil der Verarbeitung mit 2,4 MJ/kg unter 5 % des Gesamtenergiebedarfs.

Rechnet man diese Werte auf ein Standardfenster von 150 mal 100 cm Größe um, ergeben sich die in Bild 4 darge-

stellten Relationen. Für diesen Vergleich wurden 15 kg PVC und 9,5 kg Stahl zugrundegelegt [3].

Aus dieser Gesamtenergiebilanz wird klar ersichtlich, daß Recyclingprofile mit nur einem Drittel Neuware energetisch sehr gut abschneiden. Der zusätzliche Mahl- und Transportaufwand fällt kaum ins Gewicht. Die primäre Stoffeinsparung durch Verwendung von Regranulat kommt voll zum Tragen. Die Recycling-Aktivität ist energetisch und damit auch ökologisch sinnvoll.

Literatur

- 1 Gäbler, J.: Untersuchungsergebnisse an langjährig eingebauten PVC-Fenstern. Fachtagung am Süddeutschen Kunststoff-Zentrum, Juni 1991, Tagungshandbuch S. 163
- 2 Kindler, H.; Nikles, A.: Energieaufwand zur Herstellung von Werkstoffen. Kunststoffe 70 (1980) 12, S. 802
- 3 Novak, E.; Eckler, A.: Vergleich der Fensterprofilwerkstoffe Kunststoff, Aluminium, Holz. Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik, Wien, Juli 1990.

Die Autoren dieses Beitrags

Dr.-Ing. Dipl.-Phys. *Norbert Berndtsen*, geb. 1944, studierte Physik an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. Nach der Promotion am Institut für Kunststoffverarbeitung Aachen trat er 1979 in die Dynamit Nobel AG (heute Hüls Troisdorf AG) ein. Er ist dort in der Sparte Profile/Innenausbau Leiter des Bereichs Produktion und Technik.

Dr. rer. nat. *Volker Hofmann*, geb. 1944, promovierte an der Johannes-Gutenberg-Universität, Mainz. Nach mehrjähriger Industrietätigkeit in verschiedenen Bereichen ist er heute Leiter des Bereichs Produktsicherheit, Umweltfragen und Recycling der Hüls Troisdorf AG, Vorstandsmitglied der AgPU und Geschäftsführer der Arbeitsgemeinschaft PVC-Bodenbelag-Recycling (AgPR). (18452)