

Prognos-Studie vergleicht verschiedene Rahmenmaterialien:

PVC-Fenster – eine nachhaltige Entwicklung

Dr. Ernst Josef Spindler

PVC-Fenster werden heute durch das deutsche Umweltbundesamt (UBA) insgesamt positiv bewertet – auch aus ökologischer Sicht. Das hängt u. a. mit der freiwilligen Selbstverpflichtung der PVC-Industrie beim Verzicht von Stabilisatoren sowie der Ausweitung des Recyclingwesens auf ganz Europa zusammen. Fenster aus PVC schneiden im Vergleich zu anderen Rahmenmaterialien was die Nachhaltigkeit angeht gut oder besser ab.

Besonders gut sind die Ergebnisse von PVC-Fenstern bei den ökonomischen Kriterien, ähnlich gut bis besser bei den ökologischen und sozialen Kriterien gegenüber den Alternativen. Die Vinnolit-Optimierungsmethode [10] konnte diese Position bestätigen. Sie betrachtet gleichzeitig die wichtigen ökonomischen und ökobilanziellen Kriterien: Dabei zeigt sich ein ökologisches (soziales) Optimierungspotential von PVC-Fenstern, das wesentlich höher als das der Alternativen ist.

Die freiwillige Selbstverpflichtung der europäischen PVC-Industrie zeigt mit Maßnahmen wie:

- dem Verzicht auf Cadmium-Stabilisatoren seit Anfang 2001,
- dem Ausstieg aus Blei bis 2015,
- der Ausweitung der deutschen Recyclerfolge auf ganz Europa, wichtige Schritte in eine nachhaltigere Zukunft auf.

Nachhaltige Entwicklung – ein globales Ziel

Eine nachhaltige Entwicklung ist seit der Konferenz von Rio de Janeiro (1992) ein allgemein anerkanntes Ziel der Weltgemeinschaft und optimiert

gleichzeitig ökologische, ökonomische und soziale Gesichtspunkte. Die Industrie muß und kann sich in einer nachhaltigen Entwicklung vorteilhaft positionieren:

- Sie reduziert weiter ökologisch negative Auswirkungen bei der Herstellung und Nutzung ihrer Produkte (Energieverbrauch, Emissionen) und verbessert ökologisch positive Eigenschaften (Wärmedämmung, Langlebigkeit).
- Sie reduziert weiter sozial negative Auswirkungen der Herstellung (Unfallgefahren) und verbessert sozial positive Eigenschaften (selbstbestimmtes Arbeiten, Lebenswegkosten der Produkte).
- Sie reduziert weiter ökonomisch negative Auswirkungen (Ausbeutung von Ressourcen aller Art) und verbessert ökonomisch positive Eigenschaften ihrer Produkte und Herstellverfahren (Erhöhung des Preis-Leistungsverhältnisses)

Die „drei Säulen der Nachhaltigkeit“ sind auch miteinander vernetzt: Kostengünstigere Dienstleistungen und Produkte erhalten etwa ökonomische Ressourcen, die für soziale und/oder ökologisch sinnvolle Verbesserungen eingesetzt werden können.

Risikothemen

- **Monomeres Vinylchlorid (VCM):** Im Bereich der Herstellung hat die PVC-Industrie das Problem von Erkrankungen durch VCM gelöst, so daß heute keine Neuerkrankungen mehr auftreten.
- **Schwermetallstabilisatoren:** Das Thema Schwermetallstabilisatoren auf Basis von Cadmium und Blei ist bzw. wird im Rahmen der freiwilligen Selbstverpflichtung der europäischen PVC-Industrie gelöst.

● **Dioxine:**

Über Dioxine wurde viel diskutiert, besonders in Brandfällen: Schon länger wurde gezeigt, daß bei der Herstellung, Nutzung und Entsorgung/Verwertung von allen Fenstersystemen Dioxine emittiert werden [1]. Quantitativ ergibt sich, daß PVC-Fenstersysteme dabei günstig abschneiden und daß die entsprechenden Dioxinmengen vor allem bei der Metallherstellung für die verstärkenden Stahlprofile emittiert werden (Eisenerzsintern als wichtigste Dioxinquelle).

Im Brandfall sind Dioxine an Brandruße gebunden und wenig bioverfügbar. Entsprechend können sie bei Brandexponierten nicht erhöht nachgewiesen werden [2].

Quantitativ wichtiger sind jedoch die krebserzeugenden polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK), auch wenn man die kürzlich erstmalig aus epidemiologischen Daten abgeleiteten relativ hohen Risikowerte für Dioxine verwendet [3].

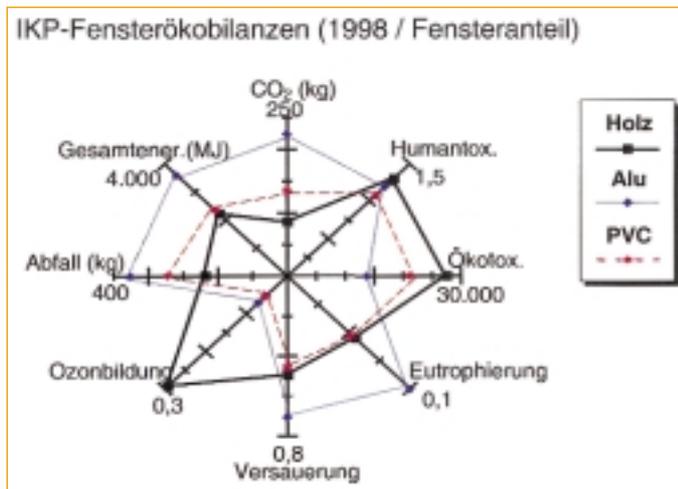
Ökobilanzielle Beurteilung von Fenstersystemen

Die Ergebnisse für Holz- und PVC-Fenster ähneln sich: Die jüngsten Fenster-Ökobilanzen [4] zeigen für die gängigen Werkstoffe PVC, Holz und Aluminium nur geringe Unterschiede (Bild 1 zeigt Ergebnisse der neuesten Bilanz des IKP [4]); der Vorteil von Holz als nachwachsendem Rohstoff ist in bezug auf CO₂-Emissionen eindeutig.

Lebensweg von Fenstern

Über die IKP-Studie hinaus werden die ökologischen Be- und Entlastungen berechnet, die sich während einer 40jährigen Nutzphase ergeben, weil abhängig von der thermischen Qualität der Fenster mehr oder weniger geheizt werden muß. Die Ergebnisse

Bild 1: IKP-Fensterökobilanz-ergebnisse



Soziale Eigenschaften von Fenstersystemen

Quantitativ: Bei den Unfallzahlen – einem der wenigen quantifizierbaren sozialen Kriterien – schneidet die chemische Industrie deutlich besser ab, als alle konkurrierenden Wirtschaftsbereiche. Auch hier ist eine Betrachtung entlang des Lebensweges notwendig.

Nachhaltige Fenstersysteme

PVC und Nachhaltigkeit [6]

Bisher gibt es nur diese einzige Studie von Prognos, in der die nachhaltige Entwicklung für einen Werkstoff (PVC) untersucht wird. Dabei hatte eine Steuerungsgruppe bestehend aus Mitgliedern des WWF, Bündnis 90/Die Grünen sowie Fachleuten aus Wissenschaft und Industrie das Studienthema und das Institut ausgewählt und den Fortgang der Studie überprüft und gesteuert.

Untersucht wurden alle drei Säulen der Nachhaltigkeit, teilweise qualitativ. In der Studie wurden nicht nur PVC-Produkte (Fenster, Rohre, Kabel und

für gute Standard-PVC- und Holzfenster sind positiv (links in Bild 2): Für beide Fensterarten gibt es einen Energie- und CO₂-Gewinn, da die Wärmegevinne im Winter (Sonneneinstrahlung durch die Glasscheibe) höher als die Wärmeverluste (über Glasscheibe und Profil) und die Aufwendungen für die Herstellung sind.

Optimierungsbeispiele

Möglichkeiten bei der Herstellung:

- Nutzung von Strom- und Dampf-Erzeugung mittels Wärme-Kraft-Kopplung reduziert den Primärenergiebedarf um Faktor 2 bis 3
- Ausweitung des Recyclings inklusive neuer Techniken, wie der Verwendung von HCl zur PVC-Herstellung, die z. B. in modernen Müllverbrennungsanlagen (MVA) in Form von lebensmitteltauglichem HCl anfällt. Dadurch wird der Chlorkreislauf geschlossen und die Elektrolyseleistung eingespart.

Ökonomische Eigenschaften

Kostenbilanzergebnisse

Auch Kosten werden entlang des ganzen Lebenswegs eines Fensters berechnet [5] (Bild 2). Kostenmäßig sind PVC-Fenster mit Abstand am günstigsten; Holzfenster müssen regelmäßig gestrichen werden und sind in der Anschaffung etwas teurer als PVC-Fenster; Aluminium-Fenster sind in der Anschaffung teurer als PVC- und Holzfenster.

Qualitativ

Lebenswegkosten sind nicht nur aus ökonomischer Sicht von Bedeutung. Niedrige Lebenswegkosten sind wichtig, da sie auch nicht wohlhabenden Bevölkerungsteilen die Anschaffung von hochwertigen Fenstern erlauben (soziales Kriterium). Niedrige Lebenswegkosten ermöglichen sinnvolle ökologische Investitionen (ökologisches Kriterium).

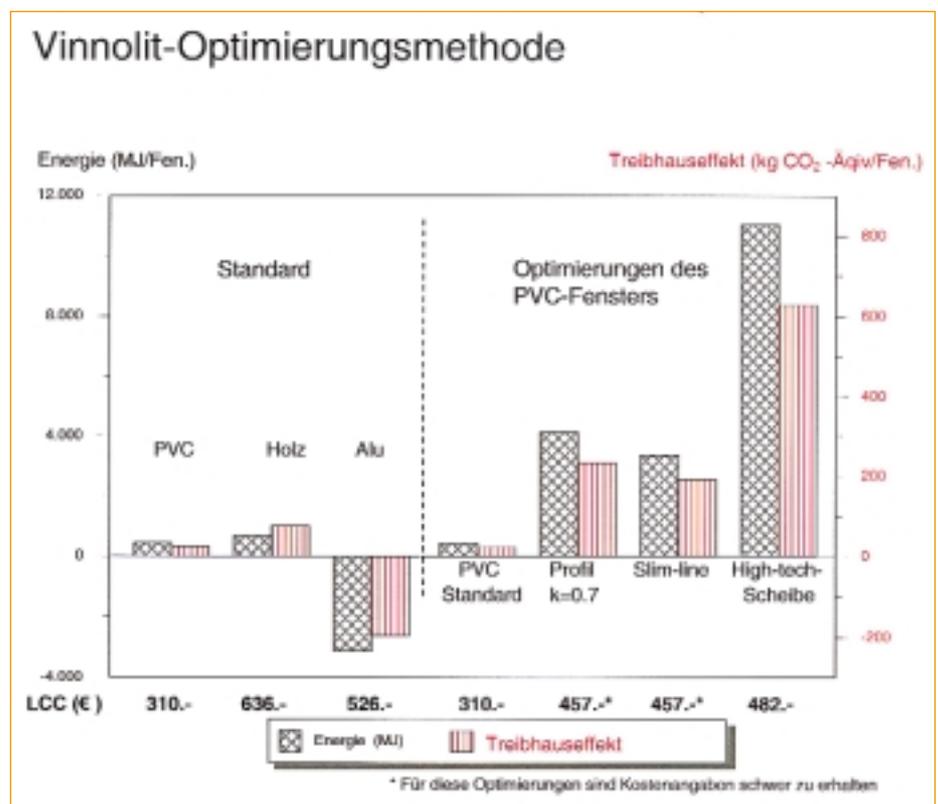


Bild 2: Fensterökobilanzergebnisse inklusive Nutzphase – Fenster wird optimiert

Verpackungsfolien) sondern auch ihre Alternativen bewertet sowie deren kurz-, mittel- und langfristige Zukunft betrachtet.

Als Ergebnis wurde PVC-Produkten, speziell PVC-Fenstern, bei kurz- und mittelfristigen Prognosen eine hervorragende Position zugesprochen, mit deutlichem Abstand vor den Alternativprodukten (Bild 3).

Für die mittel- und langfristige Zukunft (aufgrund der größeren Prognoseunsicherheit ist diese Achse kürzer) erwartet Prognos Probleme mit der Versorgung der nicht nachwachsenden Rohstoffe Erdöl und Erdgas. Daraus resultiert eine schlechtere Einstufung von PVC.

PVC ist aber mit Abstand der Kunststoff mit dem geringsten Bedarf an nicht nachwachsenden Rohstoffen (heute Erdöl und Erdgas). Es kann aus Kohle und auch aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Zukünftige Versorgungsprobleme mit Rohstoffen scheinen deshalb lösbar.

Für die Herstellung von Kunststoff-Produkten werden derzeit nur etwa 5 % des gesamten Erdöl- und Erdgasverbrauchs benötigt.

Bewertung durch das UBA

Die beiden jüngsten Studien des UBA äußern sich relativ positiv zu PVC-Fenstern. Einmal das „Handbuch für den umweltbewußten Haushalt“ [7] und mit ähnlichen Worten eine „Nachhaltigkeitsstudie“ des UBA [8]. Letztere betrachtet explizit leider nur die ökologische Komponente. Zusammenfassend werden PVC-Fenster (bei Stabilisierung mit CaZn, bei hohen Recyclat-Anteilen) als „im Vergleich

Bild 3: Ergebnisse der Prognos-Nachhaltigkeitsstudie

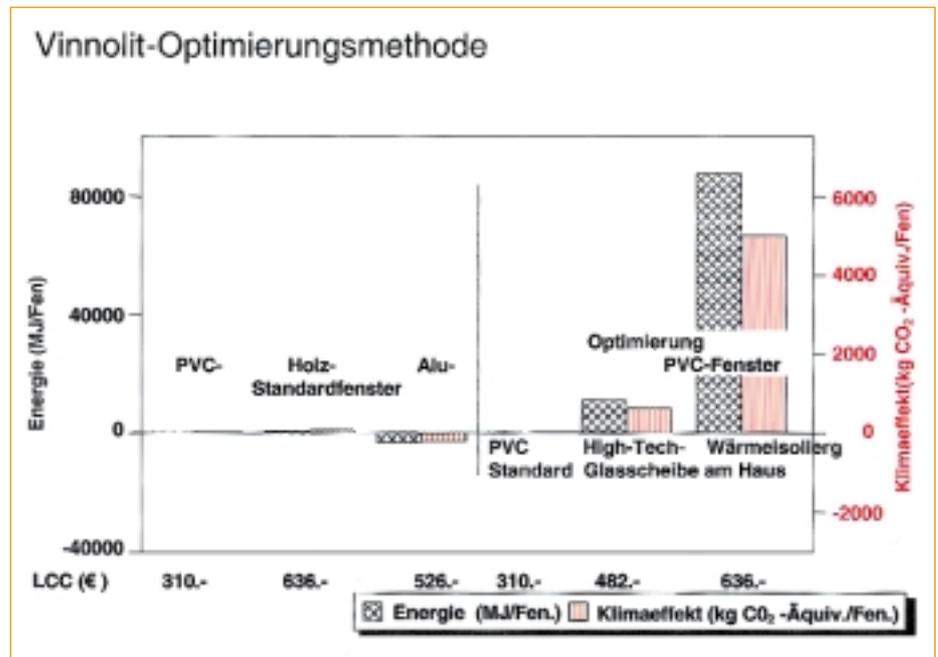
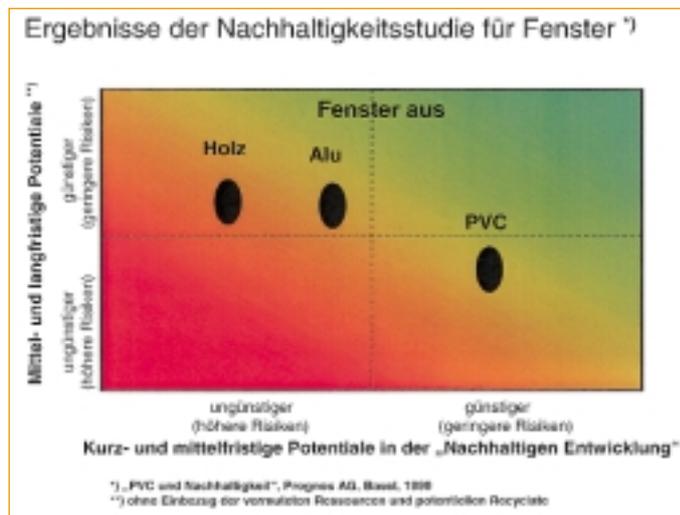


Bild 4: Fensterökobilanzergebnisse inklusive Nutzphase – Optimierung außerhalb des Fensters

zu den derzeit vorhandenen Alternativen auch aus ökologischer Sicht als geeignete Produkte bezeichnet“.

Integration monetärer Kosten in Ökobilanzen

Die Integration monetärer Kosten in Ökobilanzen ist wichtig, da beide Ressourcen – die monetären wie auch die ökologischen – knapp sind.

Monetarisierung

Bei der Monetarisierung versucht man heute, den verschiedenen Umweltauswirkungen monetäre Kosten zuzuordnen und diese Kosten dann auf die

ökonomischen Kosten zu addieren. Die Gesamtkosten würden dann die kombinierten ökologischen und ökonomischen Auswirkungen beschreiben. Derzeit können diese Kosten allerdings nicht mit einer ausreichend hohen Genauigkeit angegeben werden. So reichen beispielsweise die Kostenberechnungen für eine Tonne CO₂ von 4 bis 200 Euro. Selbst die höchsten Kosten würden das PVC-Fenster nur um 10 Euro pro Fenster verteuern, im Vergleich mit einem Holzfenster.

Ökoeffizienzmethode der BASF

Bei dieser Methode [9] werden die Lebenswegkosten und einige (zu einer Zahl zusammengefaßte) ökologische Kriterien in Form einer Portfoliomatrix dargestellt. Für Fenster wurde diese Methode bisher nicht angewendet.

Die Vinnolit-Optimierungsmethode [10]

Seit Jahren ist klar, welche Punkte bei Fenstersystemen verbessert werden können, um die dominierende Nutzungsphase zu optimieren. Durch verbesserte wärmedämmende Glasscheiben und Profile können einerseits die Wärmeverluste verringert werden und andererseits die Energiegewinne durch

verbesserte Scheiben und schlankere Fensterprofile erhöht werden.

Das kostengünstige PVC-Fenster wird nun solange technisch verbessert (und damit verteuert), bis es sich kostenmäßig den teureren Alternativen annähert. Dann werden die nun kostenmäßig besser vergleichbaren Alternativen auch ökobilanziell berechnet. Es werden deshalb nicht – wie sonst üblich – technisch gleichwertige Fenster ökobilanziell miteinander verglichen, sondern Fenster, die etwa das gleiche kosten. Die Ergebnisse für Energieverbrauch, CO₂-Emissionen und Kosten sind in Bild 2, rechte Seite, zusammengefaßt.

Optimierungen außerhalb des Fenstersystems: Das eingesparte Geld kann auch für Optimierungen an anderen Stellen verwendet werden. Damit ergeben sich wesentlich höhere Verbesserungen als mit den Optimierungen am Fenster selbst, d. h. daß der finanzielle Einsatz von Mitteln sich in der Wärmeisolierung einer Hauswand viel leichter rechnet als etwa in einer extremen Optimierung von Fenstersystemen (Bild 4). Die Achsen sind wegen der wesentlich höheren Gewinne bei PVC-Fenstern geändert; deshalb sind die Ergebnisse für Standard-PVC- und Holz-Fenster nicht erkennbar.

Bewertung

- Nach allen Optimierungen bleibt das PVC-Fenster kostengünstiger als das Holz- oder Alu-Standardfenster. Ökologisch werden u. a. die Schlüsselgrößen Energieverbrauch und CO₂-Emissionen wesentlich reduziert – weit über die geringen Unterschiede bei Standardfenstern hinaus. Noch ökoeffizienter ist allerdings die Verwendung des eingesparten Geldes für die thermische Isolierung von Hauswänden.

- Die Methode eignet sich dazu, monetäre Kosten ohne einen speziellen Bewertungsschritt in Ökobilanzen zu integrieren. Dazu werden nicht wie üblich Produkte mit gleichen technischen Eigenschaften sondern ähnlich teure Produkte ökobilanziell verglichen.

Relevanz für die Weltklimapolitik

Aus den Ergebnissen für ein Fenster (Bild 2) läßt sich ein sehr hohes ökologisches Optimierungspotential hochrechnen: In Deutschland sind dies bei der Primärenergie (200–400 Mrd. MJ/Jahr) und bei den CO₂-Emissionen (12–24 Mio. Tonnen/Jahr). Das entspricht jeweils 1–2 % des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen. Bezogen auf das Einsparziel Deutschlands bezüglich der CO₂-Emissionen im Rahmen der Weltklimapolitik tragen diese Verbesserungen 10–20 % bei. Das aus Bild 4 berechenbare Optimierungspotential ist etwa zehnmal höher. Im Extremfall eines Marktanteils von 100 % (technisch nicht möglich) entstünden nur geringe volkswirtschaftlich relevante Mehrkosten, da dann teurere Standard-Fenster aus anderen Materialien durch preislich günstigere PVC-High-Tech-Fenster ersetzt würden.

Empfehlung

Bei beschränkten ökonomischen Ressourcen empfiehlt es sich, kostengünstige Produkte zu verwenden und mit den dadurch freigesetzten monetären Mitteln die Produkte auf der System-

Dipl.-Physiker Dr. Ernst Josef Spindler ist als Umweltreferent für die Vinnolit Kunststoffe GmbH tätig.

ebene zu optimieren oder andere ökologisch wichtige Investitionen zu treffen. Damit sind sehr hohe ökologische Gewinne möglich. Gesellschaftlich-politische Anstrengungen sind nötig, um diese Potentiale auch zu realisieren.

Literatur:

- [1] „Schadstoffbilanzen – eine Quelle für Überraschungen!“ E. J. Spindler, M. Engelmann, Informationsschrift der Vinnolit Kunststoffe GmbH, 84489 Burghausen
- [2] Umweltmedizinische Untersuchungen an Feuerwehrleuten, Ruhr-Universität Bochum und Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf im Auftrag des Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen, 1993
- [3] W. Rotard, „Gefahrstoffe nach Bränden – Sanierungsleitwerte“ in „Sanierung von Brandschäden“, Vortragsband einer Fachtagung des Verband der Sachversicherer e. V., Köln, 1996
- [4] J. Kreißig et al.; Ganzheitliche Bilanzierung von Fenstern und Fassaden, Forschungsbericht Universität Stuttgart, Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde (IKP), 1997; K. Richter et al., „Ökologische Bewertung von Fensterkonstruktionen verschiedener Rahmenmaterialien (ohne Verglasung)“, EMPA Schweiz, Mai 1996
- [5] E. Topritzhofer, T. Leopoldseder; „Wirtschaftlichkeit von Fenstern“. Wirtschaftsuniversität Wien, 1994; Prognos AG, E. Plinke et al., „PVC in ausgewählten Produktsystemen – Ein Beitrag zur Nachhaltigkeitsdiskussion“, Basel 1999
- [6] Prognos AG, Basel, „PVC und Nachhaltigkeit – Systemstabilität als Maßstab, ausgewählte Produktsysteme im Vergleich“, Deutscher Institutsverlag Köln, 1999 (ISBN-Nr. 3-602-14485-2)
- [7] „Handbuch für den umweltbewußten Haushalt. Umweltbewußt leben“, Herausgegeben vom Umweltbundesamt, 1999
- [8] „Handlungsfelder und Kriterien für eine vorsorgende nachhaltige Stoffpolitik am Beispiel PVC“, Herausgeber Dr. K. Steinhäuser, ISBN 3-503-04877-4, Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin 1999
- [9] Näheres zu der Ökoeffizienzmethode der BASF unter www.basf.de/de/umwelt/oekoefizienz/
- [10] E. J. Spindler „Integration der monetären Kosten in Ökobilanzen“, UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox. 11 (5) 299–302 (1999) □