Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 111 (1993)

Heft: 36

Artikel: Die Entsorgung von Fenstern, Fensterläden und Türen aus Holz und Holzwerkstoffen

Autor: Sell, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-78229

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Entsorgung von Fenstern, Fensterläden und Türen aus Holz und Holzwerkstoffen

Bei der Bewertung des Eigenschaftsbildes von Bauprodukten werden vermehrt ökologische Kriterien beigezogen; sie werden als Entscheidungsgrundlagen bei Bauvergaben und als Wettbewerbsargumente durch Bauteilhersteller genutzt. Bisweilen geht es dabei nicht völlig neutral und objektiv zu, wie etwa bei Fenstern: So wurde und wird PVC als Rahmenmaterial oft sehr skeptisch beurteilt; eine neuere Ökobilanzstudie zeigt, dass dies teilweise nicht stichhaltig ist [1]. Ausgediente Holzfenster dagegen gelten manchen als problematisch zu entsorgen, ja sogar als «Sondermüll», weil sie chemische Schutzmittel und Klebstoffe enthalten, was angeblich bei Nutzungsende eine Verbrennung in der KVA erfordert. Die vorliegende Studie zeigt, dass eine Entsorgung durchaus in Anlagen zur Verbrennung von Altholz (mit geringeren Anforderungen an die Rauchgasreinigung) geschehen kann. Wichtigste Voraussetzung dafür ist, dass Dichtungsprofile aus PVC oder Polychlorbutadienen entfernt und getrennt in KVA verbrannt werden.

Gesetzliche Bestimmungen, Verordnungen

Grundlage eines Entsorgungskonzeptes für Abfälle generell und damit auch für Bauabfälle bildet das Bundesgesetz

VON J. SELL, DÜBENDORF

über den Umweltschutz von 1983, als dessen Folge der Bundesrat 1985 die Luftreinhalteverordnung (LRV) erlassen hat, die seit Januar 1992 in einer überarbeiteten Fassung vorliegt.

Wichtige Passagen der LRV im Hinblick auf die Entsorgung von Altholz und Holzabfällen sind enthalten in: Anhang 2, Ziffer 72, Anlagen zum Verbrennen von Altholz, Papier und ähnlichen Abfällen; Anhang 3, Ziffer 5.2, Holzfeuerungen; Anhang 5, Ziffer 3, Holzbrennstoffe. Eine weitere massgebende Verordnung ist die Technische Verordnung über Abfälle (TVA), 1990.

Recyclierungsmöglichkeiten

Der Gesetzgeber fördert in erster Priorität die Wiederverwertung von Abfallstoffen. Grundsätzlich ist es möglich, Altholz und Resthölzer als Rohstoff für die Span- und Faserstoffproduktion einzusetzen. Dies bedingt aber eine sortenreine Aufbereitung ohne Fremdmaterialien (Metalle, Kunststoffteile u.a.), ohne farbige Oberflächenbeschichtungen und ohne intensive Imprägnierungen jedwelcher Art. Da eine entsprechende Altholzsortierung oft beträchtlichen Aufwand erfordert, scheidet eine derartige Recyclierung von Altholz und Holzabfällen häufig aus.

Naturbelassene oder farblos-transparent behandelte Althölzer, ohne Metall- und Kunststoffteile über etwa 3 mm Dicke und ohne biozide Imprägnierung, können aber als Rohstoff für die Holzwerkstoffindustrie eingesetzt werden; dieser Recyclierungsweg dürfte mittelfristig an Bedeutung gewinnen [2].

Grundsätzlich ist es im übrigen möglich und erstrebenswert, Altbauteile wiederzuverwerten. Während sich bei alten Türen gelegentlich erneute Verwendungen denken lassen, ist dies aber naheliegenderweise bei Fenstern und Fensterläden auf Ausnahmen beschränkt.

Entsorgung durch Verbrennen

Naturbelassenes Holz und Restholz (sog. Holzbrennstoff)

Obwohl nicht Gegenstand des Entsorgungskonzepts für Fenster und Türen, sind nachfolgend der Vollständigkeit halber die Verbrennungsmöglichkeiten von naturbelassenem Holz zusammengestellt.

- Alle Feuerungsanlagen (bei übermässiger Rauch- oder Geruchsemission kann die Behörde CO-Messungen veranlassen): naturbelassenes, stückiges Holz einschliesslich anhaftender Rinde sowie Reisig und Zapfen.
- Feuerungsanlagen ab 20 kW Leistung, sofern die geforderten Grenzwerte eingehalten werden: naturbelassenes, stückiges Holz wie oben; naturbelassenes, nicht stückiges Holz, beispielsweise in Form von Hackschnitzeln, Spänen, Sägemehl, Schleifstaub und Rinde.
- Holzfeuerungen über 70 kW bis 1 MW: naturbelassenes, stückiges und nicht stückiges Holz wie oben; Restholz aus der holzverarbeitenden Industrie und dem holzverarbeitenden Gewerbe sowie von Baustellen, soweit das Holz nicht druckimprägniert ist und keine Beschichtungen aus halogenorganischen Verbindungen enthält. (Anmerkung: Altholz aus Gebäudeabbrüchen, Umbauten usw. – wie Fenster und Türen – ist nicht zu dieser Kategorie zu rechnen. Für alle Anlagen zur Verbrennung von Holzbrennstoffen sind in der LRV Emissionsgrenzwerte für Staub, Kohlenmonoxid u. a. Stoffe festgelegt.)

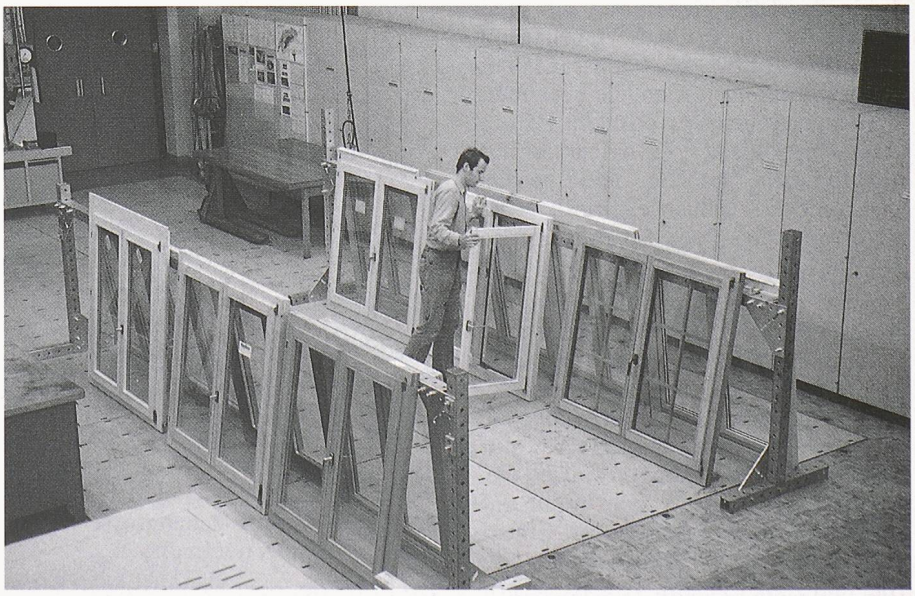


Bild 1. Holzfenster bei der Typenprüfung an der EMPA. In Zukunft werden wohl auch Aspekte der Entsorgung zu den Prüfkriterien gehören

Altholz und Holzabfälle (LRV, Anhang 5, Ziffer 31)

Nicht als Holzbrennstoffe (wie im Abschnitt oben aufgeführt), und damit im Hinblick auf die Verbrennung besonderen Regelungen unterworfen, gelten

- Altholz aus Gebäudeabbrüchen, Umbauten, Renovationen und Altholz aus Verpackungen oder alte Holzmöbel sowie Gemische von solchem Altholz mit den vorerwähnten Holzbrennstoffen. (Anmerkung: Hierunter fallen normalerweise Fenster, Fensterläden und Türen, auch wenn sie oberflächlich imprägniert und lackiert oder lasierend gestrichen sind.)
- Alle übrigen Stoffe aus Holz wie
  - Altholz oder Holzabfälle, die mit Holzschutzmitteln nach einem Druckverfahren imprägniert wurden oder Beschichtungen aus halogenorganischen Verbindungen aufweisen. (Anmerkung: trifft für Fenster nicht und für Fensterläden nur selten zu.)
  - mit Holzschutzmitteln wie Pentachlorphenol (PCP) *intensiv* behandelte Holzabfälle oder Altholz. (Anmerkung: In den 60er und 70er Jahren sind sogenannte naturholzbehandelte, d.h. lasierend gestrichene Fenster mit PCP-haltigen Tauchgrundierungen imprägniert worden; dies dürfte nicht als intensive Imprägnierung gelten; siehe Abschnitt «Holzschutzmittel»).
  - Gemische von solchen Abfällen mit Holzbrennstoffen und Holzabfällen ohne biozide Schutzbehandlungen im Druckverfahren oder intensive PCP-Behandlung.

Die letztgenannten drei Stoffgruppen, die in der LRV gemeinsam mit Siedlungsabällen (vor allem Haushaltsabfälle) aufgeführt werden, müssen in Anlagen verbrannt werden, die besondere Emissionsgrenzwerte erfüllen. Es sind dies kontrollierte Kehrrichtverbrennungsanlagen (KVA) und speziell kontrollierte Industrieanlagen (z.B. Wärmeenergieanlage für Zementproduktion).

Für die erste Kategorie von Stoffen, nämlich Altholz und Gemische aus Altholz mit Holzbrennstoffen, gelten demgegenüber andere Bestimmungen: Sie dürfen *in Anlagen zur Verbrennung von Altholz* (und müssen nicht in KVA) entsorgt werden. Die Anlagen müssen eine Leistung von 350 kW oder mehr aufweisen und dürfen bestimmte Emissionsgrenzwerte für Staub (50 mg/m³), Blei und Zink (5 mg/m³ Abgas), gasförmige organische Stoffe (50 mg/m³) sowie Kohlenmonoxid (250 mg/m³) nicht überschreiten; ihre Feuerung muss zudem automatisch geregelt werden. Diese Bestimmungen sind erheblich weniger strikt als bei KVA und vergleichbaren Anlagen. Gemäss den Bestimmungen der LRV ist es, wie gezeigt wird – entgegen manchen Interpretationen in der Praxis – nicht erforderlich, alte Fenster, Fensterläden und Türen als «Sonderabfall» einzustufen und getrennt über KVA zu entsorgen.

Chemische Komponenten von alten Holzfenstern und -türen

Holz

Unbehandeltes Holz besteht im wesentlichen aus Cellulose, weiteren Holzpolyosen und Lignin, also aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Andere Elemente sind lediglich in Spuren vorhanden, so vor allem Calcium, Kalium, Schwefel, wobei der Gesamtaschegehalt einheimischer Hölzer im Bereich zwischen 0,2 und 0,8 Massen-% liegt und der Anteil der erwähnten Elemente daran zwischen 2 und 35% beträgt. In dieser Hinsicht ist die Verbrennung von Holz also unproblematisch (was in den zitierten gesetzlichen Bestimmungen und Verordnungen berücksichtigt wird).

Bindemittel

Massivholzverleimung

Holzfensterrahmen werden grundsätzlich mit Hilfe von speziellen Klebstoffen verleimt, die in folgenden drei Bereichen eingesetzt werden:

- konstruktive Verleimungen (hauptsächlich Eckverbindungen der Flügel- und Blendrahmen); Klebstoffverbrauch je Standardfenster rund 150 g
- Keilzinken-Längsverleimung von Fensterkanteln zu Halbfabrikaten; Klebstoffverbrauch durchschnittlich rund 150 g
- Lamellenverleimung von brettartigen Querschnitten zu Schichtholzkanteln als Halbfabrikat; Klebstoffverbrauch rund 400 g je Standardfenster.

Bei dem hier und auch in den folgenden Abschnitten angenommenen Standardfenster handelt es sich um eine dreiflügelige Konstruktion aus Fichtenholz mit den in der Schweiz üblichen Abmessungen von Blend- und Flügelrahmen; die Gesamtflächengrösse ist mit rund 2,6 m² angenommen.

Bis Mitte der 60er Jahre wurden lediglich konstruktive Verleimungen vorgenommen. Vor allem in den 80er Jahren wurden auch die beiden anderen Verleimungsarten – oft gemeinsam – marktüblich. Als Klebstoff wurden bis heute überwiegend wässrige Dispersionen aus Polyvinylacetat (PVAc) eingesetzt, die seit etwa Mitte der 70er Jahre zur Erhöhung der Feuchtebeständigkeit der Verleimung einen 5%igen (vernetztend wirkenden) Härterzusatz erhielten (sog. B4-Verleimung gemäss DIN 68602 bzw. neu D4 gemäss EN 204). Dieser Härter basiert auf wässrigen Lösungen von Aluminiumchlorid oder Chromnitrat; der Gewichtsanteil dieser Metallsalze an der gesamten Klebstoffdispersion beträgt 2 bis 3%. Je nach Verleimungsart wurden und werden pro Standardfenster folglich 5 bis 20 g Aluminiumchlorid oder Chromsalz eingesetzt. Dies entspricht einem relativen Anteil am Gesamtfensterrahmen (rund 25 kg) zwischen 0,2 und 0,8 Promille. Angesichts so geringer Mengen wird die Bestimmung der LRV, Altholz dürfte keine halogenorganischen (vor allem Chlor-)Verbindungen enthalten, meines Erachtens nicht verletzt (vgl. hierzu 3).

Andere, vereinzelt im Holzfensterbau eingesetzte Klebstoffarten (Resorcin- und Harnstoffharz, Polyurethan) beeinflussen die Einstufung von Holzfenstern als Altholz nicht.

Holzwerkstoffe

Holzwerkstoffplatten, insbesondere Spanplatten (Rahmenverbreiterungen, Brüstungselemente, Türen), aber auch Faserhartplatten (Türaussenlagen) und mitteldichte Faserplatten – MDF – (Türen) haben als Werkstoff auch in diesem Bereich eine erhebliche Bedeutung. Span- und MDF-Platten werden mit Kunstharzen gebunden, und zwar mit Harnstoff-Formaldehydharz (Anwendungen ohne Feuchtebeanspruchung) oder Phenol-Formaldehydharz oder Mischungen aus diesen beiden Harzen und Melaminharz (Feuchtebeanspruchung). Der Harzanteil pro Gewichtseinheit Platte liegt zwischen rund 5 bis 10%. Diese Kunstharze enthalten keine Additive, die eine andere Einstufung von Holzwerkstoffen aus alten Türen und Fenstern als in der Kategorie Altholz erforderlich machen.

Oberflächenbehandlung

Weitaus der grösste Teil aller Holzfenster und Fensterläden wurde und wird mit deckenden (opaken) Lacken oder lasierenden (teiltransparenten) Anstrichstoffen behandelt. Sie bestehen

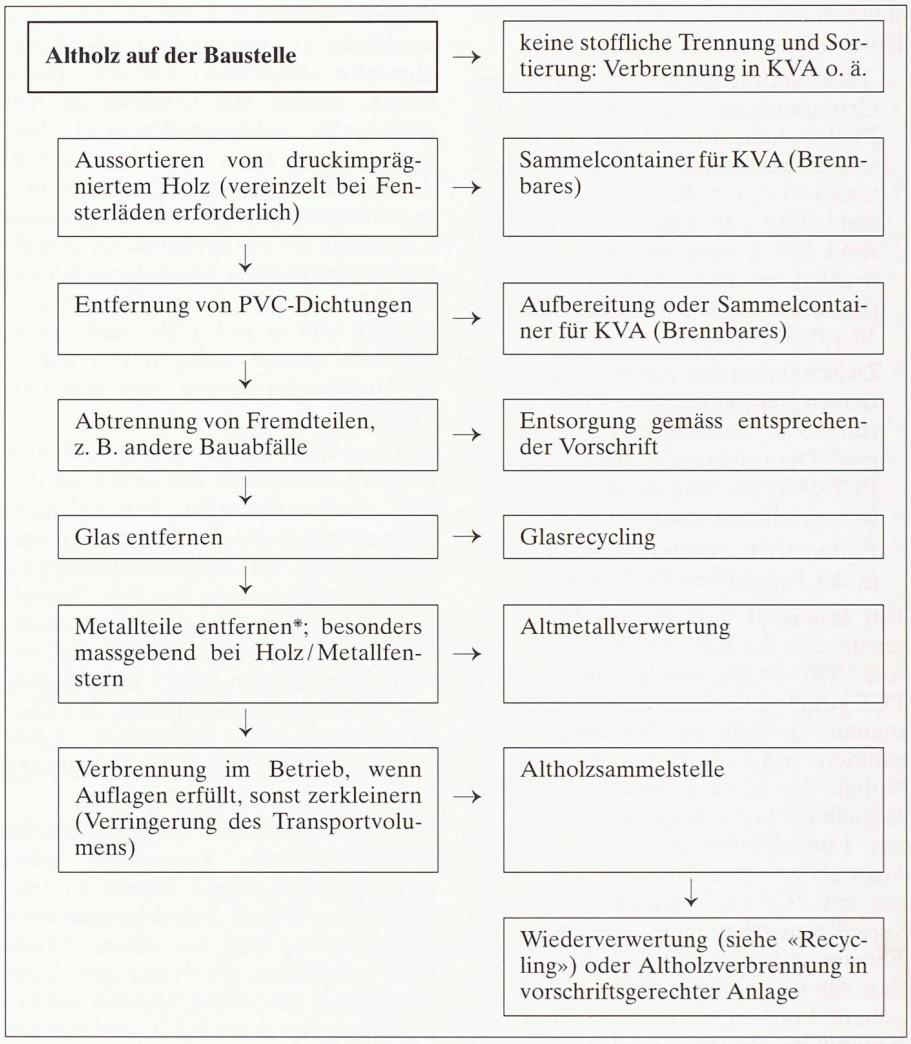
- aus 30 bis 60% Lackbindemitteln in Form von in Lösemitteln gelösten, oxidativ härtenden Ölen und Kunstharzen oder – seit einigen Jahren stark zunehmend – in Wasser disper-

gierten/emulgierten Polymeren oder Polymergemischen
- aus etwa 5 bis 30% Pigmenten, mit einem dominanten Anteil an Weisspigmenten
- aus bis etwa 8% Additiven: Sikkative (Polymerisationshilfen), Lichtschutzmittel, biozide Holzschutzmittel.

Umweltrelevant im Hinblick auf die Entsorgung sind mengenmässig vor allem folgende Stoffe:

- Die Pigmente Bleiweiss (Bleicarbonat) und Zinkweiss (Zinkoxid) und Lithopone (Zinksulfid und Bariumsulfat), die bis etwa 1965 als vorherrschende Weisspigmente für Fensterlacke auf Leinöl- und/oder Alkydharzbasis eingesetzt worden sind, wobei der Zinkweissanteil dominierte. Mengenmässig kann man etwa von folgender Annahme ausgehen:

  3flügliges Standardholzfenster von rund 2,6 m^2 Flächengrösse; abgewickelte gesamte Rahmenoberfläche (Flügel- und Blendrahmen) 4 m^2; Rahmenvolumen rund 0,06 m^3, Rahmengewicht rund 25 kg; gesamte Auftragsmenge eines weissen Decklacksystems (Grundierung, Vorlack, Fertiglack): rund 350 g Flüssigsubstanz bzw. 210 g Trockensubstanz/m^2 Rahmenoberfläche, also 840 g Trockensubstanz je Standardfenster; Pigmentgehalt etwa 30% der Trockensubstanz bzw. rund 250 g, wovon rund 80% bzw. rund 200 g rein metallisches Zink und/oder Blei sind. Das entspricht einem relativen Gewichtsanteil am gesamten Holzfensterrahmen von rund 0,8% Zink bzw. Blei. Diese Gehalte sind bei der Verbrennung von lackierten Altholzfenstern aus der Zeit vor 1965 im Hinblick auf die Rauchgasreinigung zu berücksichtigen (Grenzwert siehe Abschnitt «Altholz und Holzabfälle»). Andere umweltrelevante Pigmentarten (z.B. auf Chrombasis) sind in Mengen eingesetzt worden, die um den Faktor 10 kleiner waren als Blei und Zink. Seit Mitte der 60er Jahre wird als Weisspigment ausschliesslich Titandioxid eingesetzt, das sehr inert ist und bei der Entsorgung daher keine Probleme bereitet.
- Additive, insbesondere Sikkative: Diese Stoffe bestehen zumeist aus Blei, Kobalt- und Mangansalzen. Sie sind in einem Lacksystem der erwähnten Art zu Prozentbruchteilen enthalten (je ca. 0,1% metallisches Blei und Kobalt, weniger als 0,05% Mangan). Pro Standardfenster ergibt dies Mengen von rund 1,4 g der erwähnten Metalle, was im Vergleich zu den erwähnten Pigmentstoffen vernachlässigbar wenig ist.



* Stoffflussmässig müssen Metallteile nicht entfernt werden (belasten nicht die Feuerung im Sinne LVR); allerdings belasten sie die Schlacke und sind daher mengenmässig beschränkt (Anteil unverbrannter Bestandteile 2 bzw. 3 Gewichtsprozent der Schlacke). Ferner sind sie technisch ein Problem (mechanische Belastung von Fördersystemen und Feuerräumen)

Bild 2. Ablaufschema einer Entsorgung von alten Fenstern, Türen usw.

Türen, sofern es sich nicht um transparent, lasierend oder deckend gestrichene Holz- oder Holzwerkstoffprodukte handelt, sind mit Schichtpressstoffplatten oder anderen Beschichtungen belegt, die in der Regel aus Aminoharzen bestehen und keine Stoffe enthalten, die eine Einstufung derartig beschichteter Türen als «Sonderabfall» erfordern. Allerdings sind preisgünstige Innentüren gelegentlich mit Weich-PVC-Folien beschichtet worden, also mit einem halogenorganischen Material, dass nur via KVA oder entsprechende Verbrennungsanlagen entsorgt werden darf. Innentüren müssen folglich vor der Entsorgung darauf geprüft werden, ob sie eine duroplastische (harte) oder folienartige (weiche) Beschichtung aufweisen.

Die bei der Behandlung von Fenstern, Fensterläden und Türen allenfalls eingesetzten Holzschutzmittel werden im folgenden gesondert diskutiert.

Holzschutzmittel

Bei der Verbrennung von Altfenstern und Türen sind gemäss LRV solche Holzschutzmittel zu beachten, die biozide Wirkstoffe auf der Basis chlorierter Kohlenwasserstoffe enthalten. Dies gilt besonders für Pentachlorphenol, das seit den 60er Jahren bis etwa 1980 häufiger Bestandteil von Pilzschutzmitteln war. In den 80er Jahren verschwand dieses wegen seines breiten Wirkungsspektrums bis dahin bevorzugte Biozid völlig vom Markt. 1986 wurde sein Einsatz durch die Stoffverordnung (BUWAL) verboten.

Die Menge des bei Fenstern und Aussentüren eingesetzten PCP lässt sich folgendermassen abschätzen: Grundsätzlich wurde PCP nur in farblosen Tauchimprägnierungen und lasierend pigmentierten Imprägnierlasuren (Dünnschichtlasuren) verwendet. Ein empfohlener und üblicher Lasuranstrichaufbau für Fenster (und Fensterläden sowie wetterbeanspruchte Türen) be-

stand in der 70er Jahren aus folgenden Komponenten:

- Tauchimprägnierung in farblosem Grundiermittel mit maximal 5% PCP-Gehalt, Tauchdauer 10 bis 30 Sek. Dabei nimmt ein Standard-Fichtenfenster (4 m^2 Rahmenoberfläche) rund 200 g Imprägniermittel/m^2, also rund 800 g insgesamt auf. Folglich wurden im Bereich der Holzoberfläche des Rahmens dabei maximal 40 g PCP deponiert.
- Zwischenanstrich mit einer pigmentierten Imprägnierlasur, PCP-Gehalt rund 3%, Auftragsmenge rund 50 g/m^2. Dem entspricht eine zusätzliche PCP-Deponierung auf den Standardfensterrahmen von rund 10 g.
- Endanstrich mit filmbildender Lasur, in der Regel ohne PCP-Gehalt.

Ein lasierend gestrichenes Standardfenster aus der Zeit zwischen etwa 1965 und 1980 war demzufolge mit rund 50 g PCP kontaminiert; bei einem angenommenem Gewicht des Standardfensterrahmens von 25 kg entspricht der PCP-Gehalt des frisch behandelten Holzes folglich 0,2 Gewichtsprozent. Im Sinne der Luftreinhalteverordnung ist dies nicht als *intensive Behandlung* des Holzes mit PCP zu beurteilen; durch die verwitterungsbedingte Alterung von Fenster und Anstrich hat sich ausserdem ein wesentlicher Teil des PCP abgebaut. Folglich können auch lasierend behandelte Fenster aus den 60er und 70er Jahren, die mit PCP-haltigen Imprägnier- und Anstrichstoffen behandelt worden sind, in Anlagen zur Verbrennung von Altholz (Abschnitt «Altholz und Holzabfälle») verbrannt und müssen nicht als «Sonderabfall» separiert und der Entsorgung in KVA zugeführt werden [4].

Jalousiefensterläden aus Holz sind wegen ihrer grossen Wetterbeanspruchung und fugenreichen Konstruktion überdurchschnittlich fäulnisgefährdet. Aus diesem Grunde werden sie gelegentlich mit Chrom/Kupfersalzlösungen druckimprägniert; sie dürfen bei Nutzungsende demzufolge nur in KVA oder entsprechenden Verbrennungsanlagen entsorgt werden. Derart salzimprägniertes Holz ist an einer ausgeprägt braun-olivgrünen Färbung erkennbar. Sollte ein opaker Lack diese Färbung verdecken, kann die Imprägnierung auch auf Bruch- oder Schnittflächen erkannt werden. Im Regelfall dürfte indessen der Hausbesitzer darüber informiert sein, ob Fensterläden ausnahmsweise druckimprägniert worden sind.

Dichtungsmassen, Dichtungsprofile

Bis Anfang der 70er Jahre sind zur Verglasung der damals üblichen Doppelverglasungsfenster Kitte auf der Basis modifizierter, oxidativ härtender Leinölmassen eingesetzt worden. Diese haben, ähnlich wie leinölhaltige Anstrichstoffe, oxidationsfördernde Sikkative auf der Basis von Schwermetallsalzen in Mengen von wenigen Promille enthalten. Bezogen auf die gesamte Kittmenge für das erwähnte zweiflüglige Standardfenster (Annahme: 0,5 kg) handelt es sich hierbei um Reinmetallmengen von ca. je 1 g Blei und Kobalt und noch weniger Mangan (pro rund 25 kg Holzfensterrahmen sind dies 0,04 Promille).

Seit den 70er Jahren wurden zusätzlich zu den Leinölkitten, mit denen bei den nun vorherrschenden Isolierglasfenstern meistens der Glasfalzraum ausgespritzt wurde, als Glas/Holzdichtung im wetterbeanspruchten Bereich Polysulfidmassen (Thiokole) eingesetzt, deren Schwefelanteil pro Standardfenster bei rund 10 g gelegen haben mag. Später und heute vorherrschend werden hierzu Silikonmassen verwendet. Beide Stoffe sind hinsichtlich der Entsorgung kein relevantes Problem.

Was die elastomeren Dichtungsprofile (Falzdichtungen, neuerdings auch Glas/Holzdichtungen) angeht, so wurden hierzu früher Polychlorbutadiene («Neoprene») und vor allem Weich-PVC eingesetzt, und zwar pro Standardfenster etwa 500 g. Hierbei handelt es sich um die in der LRV ausdrücklich erwähnten halogenorganischen Stoffe, die nur über kontrollierte Verbrennungsanlagen mit hohem Standard der Rauchgasreinigung entsorgt werden dürfen (KVA, Zementproduktion). Wenn eine Verbrennung von Altfenstern und Türen in Altholzverbrennungsanlagen vorgesehen ist, müssen diese alten Dichtungsprofile vom Holzrahmen getrennt und separat entsorgt werden.

Literatur

[1] *Richter, K., Sell, J.*, 1992: Ökobilanzen von Baustoffen u. Bauprodukten aus Holz. Forschungs- und Arbeitsber. EMPA-Abt. Holz Nr. 115/24, 33 S.

[2] *Leukens, U.* 1992: Ökologisch bewusste Nutzung von Holzreststoffen. Holz-Zentralblatt 119, H. 40, S. 629–630.

[3] *Marutzky, R.*, 1990: Verwertung, Vermeidung und Entsorgung von Rest- und Abfallstoffen in der Forst- und Holzwirtschaft. Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI), Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Holzforschung, Braunschweig, WKI-Bericht Nr. 22: 235 S.

[4] *Graf, E.*, 1991: Zur Problematik der Verbrennung von mit Schutzmitteln behandeltem Holz. Holz als Roh- und Werkstoff 49: S. 291–297.

Glas- und Metallbestandteile

Im Vergleich zu den gewichtsmässigen Mengen der zuvor beschriebenen Hilfsstoffe sind die Anteile an Glas und Metall am Gesamtfenster naturgemäss wesentlich bedeutsamer. Im Rahmen des angestrebten Entsorgungskonzepts werden diese Materialien daher separat behandelt.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass Metallteile inskünftig konsequenter separiert und recycliert werden als bisher. Sauberes, weisses Altglas soll ebenfalls vermehrt recycliert werden; zurzeit wird Altglas hauptsächlich in Deponien gelagert.

Konzept für die Entsorgung

Diese Altholzkategorie kann und soll, wie zuvor dargelegt, gemäss LRV gemeinsam mit anderen Altholzabfällen (Verpackungen, alte Holzmöbel, Wand- und Deckenverkleidungen) in einer Altholzverbrennungsanlage verbrannt werden, sofern sie nicht mit Holzschutzmitteln im Druckverfahren imprägniert, intensiv mit PCP behandelt ist und halogenorganische Bestandteile wie PVC enthält. In den meisten Fällen kann dies vorausgesetzt werden. Das Ablaufschema einer Entsorgung ist aus Bild 2 ersichtlich.

Aus wirtschaftlichen Gründen dürfte in der Praxis oft entschieden werden, auf eine stoffliche Trennung der Materialien von Fenstern, Türen und Fensterläden zu verzichten. In diesem Falle muss das Altholz zwingend in einer KVA oder entsprechenden Verbrennungsanlage (Zementindustrie) entsorgt werden. Um die Schlackenmengen zu reduzieren und um eine Materialrecyclierung zu fördern, sollten Entsorgungskonzepte für Altbauteile, die aus mehreren Materialien zusammengesetzt sind, jedoch prioritär auf einer sortenreinen Materialtrennung aufbauen.

Die Schlussfolgerungen aus diesem Aufsatz werden gemeinsam mit Folgerungen aus ähnlichen Studien über die anderen beteiligten Materialien (vor allem Metalle, Glas, Kunststoff), in einem Merkblatt zusammengestellt. Herausgeber ist eine Arbeitsgruppe «Entsorgung von Fenstern und Türen» mit Mitarbeitern aus den Technischen Kommissionen folgender Verbände: Fachgruppe Fenster- und Fassadenbau des VSSM, Schweiz. Zentralstelle für Fenster- und Fassadenbau/SZFF, Verband Kunststoff-Fenster/VKF und Verband Schweiz. Türenbranche/VST.

Adresse des Verfassers: Dr. *J. Sell*, Leiter der Abt. Holz der EMPA, 8600 Dübendorf.