

Ökologische Fenstersanierung im Großtafelbau

Kriterien für Ausschreibung,
Vergabe, Einbau und Wartung

Impressum

Herausgeber:

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin

Fachbereich Ökologischer Städtebau

Redaktion und Text:

Martin Hoffmann

Alexander Rudolphi

Gesellschaft für ökologische Bautechnik Berlin mbH (GFÖB)

Mulackstraße 19, 10119 Berlin

Fotos und Abbildungen:

Gesellschaft für ökologische Bautechnik Berlin mbH (GFÖB)

1. Auflage Dezember 2003

Vorworte

Seit inzwischen fünfzehn Jahren besteht in meiner Verwaltung das Landesprogramm "Stadtökologische Modellvorhaben", mit dem an konkreten Bauprojekten gezeigt werden soll, wie das Planen und Bauen in Berlin im Sinne ökologischer Ziele weiterentwickelt und verbessert werden kann. Die Modellvorhaben werden wissenschaftlich begleitet und über einen längeren Zeitraum ausgewertet, optimiert und dokumentiert. Ein Thema des Programms ist - neben anderen Aspekten des nachhaltigen Bauens wie dem schonenden Umgang mit Energie und Wasser - die Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit von Baustoffen. In dieses Themenfeld gehört das vorliegende Projekt zur Fenstererneuerung im Marzahner Plattenbau. Hintergrund des 1996 mit der Wohnungsbaugesellschaft Marzahn abgeschlossenen Fördervertrages und der Folgeaufträge an die GFÖB war die politische Auseinandersetzung um den Einsatz von PVC und Aluminium beim öffentlichen und öffentlich geförderten Bauen Anfang der 90er Jahre, bei der das Thema „Fensterbau“ eine zentrale Rolle spielte.

Angesichts des enormen Instandsetzungsbedarfs an den Plattenbauten Ostdeutschlands kommt der Erneuerung der Fenster eine besondere Rolle zu. Neben den Eigenschaften des Lärmschutzes und der Energieeinsparung wird ein Wohnungsunternehmen selbstverständlich die Kosten der laufenden Bewirtschaftung vor Augen haben, d.h. Lebensdauer, Wertbeständigkeit, Pflege und Wartung sowie Reparaturanfälligkeit sind wesentliche Auswahlkriterien. Das Land Berlin misst als Gesellschafter der Wohnungsbaugesellschaft Marzahn der Umweltverträglichkeit der verwendeten Materialien eine hohe Priorität bei. Allerdings müssen die zur Verwendung kommenden Baumaterialien auch wirtschaftlich zu rechtfertigen sein. Die vorliegende Praxisstudie will ökologische und ökonomische Gesichtspunkte gleichermaßen berücksichtigen und so zu optimierten Entscheidungskonzepten kommen. Sie ist als Langzeitstudie angelegt. Damit wird es erstmals möglich, unterschiedliche Materialien auch nach Jahren hinsichtlich Verschleiß und Erhaltungskosten zu bewerten.

Das gleichgerichtete Interesse der Wohnungsbaugesellschaft und des Senats an einem belastbaren Langzeitvergleich zwischen diesen Fenster-Materialien und dem traditionellen Baustoff Holz, vor allem bezüglich Kosten und Haltbarkeit, führte zu der vorliegenden Studie. Erstmals wurden für rd. 500 neue Fenster aus unterschiedlichen Rahmenmaterialien und -konstruktionen, jeweils in vergleichbaren Bewitterungssituationen und Höhenlagen die Einflüsse aus Planung, Ausschreibung, Einbau und Nutzung erfasst und bewertet. Diese über mehrere Jahre gesammelten Ergebnisse dürften für Fensterbauer und Wohnungswirtschaft von großem Interesse sein, und ich hoffe, dass die beabsichtigte Fortführung der Begleituntersuchungen gelingt. Mein Dank gilt den Projektbeteiligten. Der Broschüre wünsche ich, dass die dargestellten Erkenntnisse dieses Projekts bei zukünftigen Sanierungsvorhaben praktische Bedeutung gewinnen.

Die WBG Marzahn hat für diesen Zweck aus ihrer Sanierungstätigkeit heraus rd. 500 Fenster mit unterschiedlichsten Materialien ausgestattet und für eine Langzeituntersuchung zur Verfügung gestellt. Ich bin überzeugt, dass die Ergebnisse den Entscheidungsträgern sowohl in der Wohnungswirtschaft als auch auf Herstellerseite nützlich sein werden. Ich wünsche der Untersuchung auch, dass die Ergebnisse Eingang in die öffentliche Diskussion um die Vereinbarkeit ökologischer Ziele und ökonomischer Restriktionen finden. Mein Dank gilt der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung für die engagierte Unterstützung und Veröffentlichung des Projektes sowie der Gesellschaft für ökologische Bautechnik Berlin mbH für die fachkundige Durchführung der Untersuchungen.



Ingeborg Junge-Reyer, Staatssekretärin
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung



H. Meuter, Geschäftsführer
Wohnungsbaugesellschaft Marzahn

Inhalt

Vorworte	1
Inhalt	2
Einleitung	3
Untersuchungsrahmen	4
Material- und Konstruktionsvarianten	4
Standorte der untersuchten Fenster	5
Langzeituntersuchung des Alterungsverhaltens	6
Die ökologische Entscheidung	7
Reparatur oder Erneuerung	7
System- und Materialentscheidung	7
Kostenbetrachtung	8
Grundlagen der ökologischen Bewertung	9
Bewertung von Herstellung und Entsorgung	9
<i>Umweltwirkungen der Herstellung</i>	10
<i>Entsorgungsaufwendungen</i>	10
<i>Ökologische Produktbewertung</i>	11
Bewertung der Nutzungsphase	11
<i>Einfluss der Ausschreibung</i>	12
<i>Einfluss der handwerklichen Qualität</i>	12
<i>Einfluss von Wartungszyklen</i>	13
<i>Einfluss der Nutzer</i>	13
<i>Alterungsverhalten</i>	14
Konsequenzen aus der ökologischen Bewertung	16
Hinweise für die Ausschreibung	16
<i>Angaben zur Einbausituation Typ QP 71</i>	16
<i>Angaben zur Einbausituation Typ P2</i>	16
<i>Angaben zur Einbausituation Typ WBS 70 Ratiostufe I</i>	17
<i>Angaben zur Einbausituation Typ WBS 70 Ratiostufe II</i>	17
<i>Angaben zu Rückbau und Entsorgung</i>	18
Kontrolle der Einbauergebnisse	19
<i>Checkliste Abnahme - Holzfenster -</i>	20
<i>Liste der Prüfungserfordernisse bei der Abnahme von Holzfenstern</i>	21
Wartung der Fenster	22
<i>Checkliste Wartung - Holzfenster -</i>	23
<i>Liste der Kontrollfragen bei der Wartung von Holzfenstern</i>	24

Einleitung

Diese Broschüre stellt zusammenfassend die Ergebnisse einer Praxisstudie zur ökologischen Bewertung der Erneuerung von Fenstern in Gebäuden der Wohnungsbauserie WBS 70 vor. Sie zeigt auf, welche besonderen Anforderungen bei Ausschreibung, Einbau und Wartung von Fenstern - insbesondere Holzfenstern - zu beachten sind.

Die Untersuchung ökologischer und ökonomischer Optimierungskonzepte wurde im Auftrag der Berliner Senatsverwaltung für Bauen, Wohnen und Verkehr in den Jahren 1995 bis 2000 durchgeführt. Ziel der Untersuchung war es, die ökologische Qualität unterschiedlicher Rahmenmaterialien in allen Lebensphasen von der Herstellung bis zur Entsorgung zu beschreiben und vergleichend zu bewerten. In der Nutzungsphase ist diese Qualität als möglichst lange technische Nutzungsdauer definiert. Aus den Ergebnissen der längerfristigen Beobachtung von Nutzungsqualität, Alterungsverhalten und Instandsetzungsbedarf unterschiedlicher Rahmenmaterialien und Konstruktionen können Optimierungsempfehlungen für Konstruktionsvarianten, für die Ausschreibung, den Einbau und die Wartung bzw. Instandsetzung abgeleitet werden.

Die Auswahl der unterschiedlichen Rahmenmaterialien, Konstruktionen und Ausschreibungsverfahren erfolgte in Absprache mit dem Auftraggeber, der Wohnungsbaugesellschaft Marzahn (WBG), dem Institut für Fenstertechnik Rosenheim (ift) und der Gesellschaft für ökologische Bautechnik Berlin mbH (GfÖB). Die ökologische Bewertung erfolgte unter besonderer Berücksichtigung der Einbausituation, Ausschreibung und Ausführung auf die Funktionsfähigkeit und Nutzungsdauer der Fenster. Mit einer wiederholten Begutachtung der Fenster und der Beschreibung der für das Ergebnis relevanten Handlungen wurden diese Einflüsse analysiert und ausgewertet. Wichtige Grundlagen für die Bewertung der Herstellungsphase lieferte eine Auswertung der bisher veröffentlichten Produkt-Ökobilanzen für Fenster.

In die Studie waren über 500 Fenstereinheiten in mehreren Wohngebäuden der industriellen Wohnungsbauserie WBS 70 einbezogen. Von der Ausschreibung über den Einbau bis zu einem Nutzungszeitraum



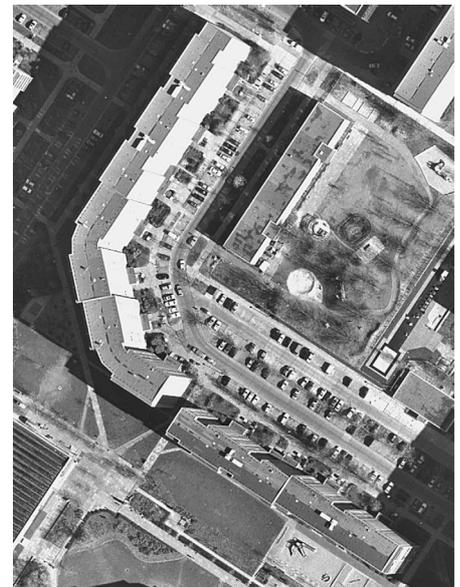
Teilsicht von Nordosten

von bisher 4 Jahren wurden unterschiedliche Systeme auf Qualität, Alterungsverhalten, Abnutzung und Schäden aus nicht bestimmungsgemäßem Gebrauch untersucht. Bei den in der Tabelle 1 aufgeführten Kontrollgruppen lag ein Schwerpunkt auf Holzfenstern mit verschiedenen Ausführungsmerkmalen und auf Kunststofffenstern mit unterschiedlicher Materialbasis. Zwei Kontrollgruppen repräsentierten Holz-Aluminium-Fenster, die auf Grund der hohen Herstellungskosten in der Sanierung von Fenstern im Plattenbau voraussichtlich kaum eine Rolle spielen.

Für alle Fenster waren die weiße Oberfläche, die sichtbare Breite der Profile und die schall- und wärmetechnischen Kennwerte einheitlich vorgegeben. Bei den Holzfenstern wurden neben Standardholzfenstern nach DIN 68 121 und einer Lackierung auf Acrylharzdispersionsbasis auch „Nur-Holzfenster“ (ohne Aluminium-Regenschutzschiene) mit Naturharzstrich, Fenster mit Einbauzarge, Kasten-doppelfenster und Fenster mit weiteren technischen Besonderheiten untersucht. Bei den Kunststofffenstern wurden Rahmen aus PVC, PVC-Recyclat, Polyurethan und Polyolefin unterschieden. Zusätzlich zur technischen Ausführung wurden verschiedene Ausschreibungs- und Vergabearten verglichen.

Die Nutzungsbedingungen und damit die Belastungen der Fenster wurden nach Höhenlage, Ausrichtung und Art eines baulichen Schutzes (Loggien) differenziert. Die einzelnen Kontrollgruppen wurden möglichst über diese Belastungsfälle verteilt eingebaut.

Der erste Teil des Forschungsvorhabens umfasste die zeitlich bzw. inhaltlich unterschiedenen Abschnitte Ausschreibung, Herstellungsaufwendungen, Einbau und erste Nutzungsphase. Nach Einbau der Fenster wurde in einem zweiten Teil über einen Zeitraum von vier Jahren das Alterungs- und Schadensverhalten jährlich untersucht und dokumentiert. Bei einigen Fenstern wurden die geforderten und deklarierten thermischen und akustischen Eigenschaften im eingebauten Zustand geprüft. Weitere Beobachtungen zur Nutzungsphase sollen ab dem Jahr 2003/4 in einer Wiederaufnahme des Projektes erfolgen. Ein Schwerpunkt wird dabei auf die Untersuchung von Oberflächenveränderungen durch Besonnung und Bewitterung an den Rahmenkörpern gelegt werden.



Ausschnitt Luftbild

Untersuchungsrahmen

Material- und Konstruktionsvarianten

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden neben den Rahmenmaterialien Holz, Holz-Aluminium und PVC drei weitere Materialvarianten betrachtet. Rahmen aus PVC-Recyclat und Polyolefin wurden als zu Beginn der Studie relativ neue Materialien für Fensterrahmen mit aufgenommen. Das Material Polyurethan wurde zu diesem Zeitpunkt zwar schon seit einigen Jahren für Fenster verwendet, trotzdem war dessen Einsatz im Geschosswohnungsbau bis dahin nur wenig untersucht worden.

Im Bereich der Holzfenster wurden einige Varianten in die Untersuchung aufgenommen, die entweder nicht mehr oder noch nicht im Geschosswohnungsbau eingesetzt werden. Es handelt sich um:

- Kastendoppelfenster
- Fenster mit Einbauzarge
- Fenster mit abgekröpfter Zinken-Eckverbindung
- Regenschutzschienen aus Holz
- Glaseinbau als Trockenverglasung
- Hirnholzschutz vor der Lackierung
- Lackierung mit einem Naturharzsystem

Um den eventuellen Einfluss der Ausschreibungs- und Vergabeart zu untersuchen, wurden ein Teil der Fenster mit den 1995 neu erstellten Texten des Standard-

leistungsbuches, speziell STLB 510, "Fenster für die Instandsetzung und Modernisierung von Block- und Plattenbauten" ausgeschrieben. Ein großer Teil der untersuchten Fensterarten war entweder nur durch einen Hersteller lieferbar oder mit konstruktiven Besonderheiten versehen und wurde ohne vorhergehende Ausschreibung frei vergeben. Für einen Teil der Aufträge erfolgte die bei der Wohnungsbaugesellschaft übliche Ausschreibung. Diese zeichnete sich durch relativ kurze und allgemein gehaltene Texte in der Leistungsbeschreibung bzw. im Leistungsverzeichnis aus.

Die unterschiedlichen Materialien, Konstruktions- und Vergabearten wurden in 15 Kontrollgruppen (KG) unterschieden. Die ursprünglich als Nr. 13 aufgenommene Gruppe konnte aus organisatorischen Gründen nicht in die Untersuchung einbezogen werden. In der Tabelle 1 werden die wichtigsten Unterschiede der Gruppen aufgeführt.

Untersucht wurde der Austausch von 509 Fensterelementen, davon 363 mit Rahmen aus Holz, 44 mit Rahmen aus Holz und Aluminium und 102 mit Rahmen aus Kunststoff. Der Austausch erfolgte in 105 Wohnungen und 11 Treppenhäusern mit unterschiedlicher Höhenlage, Ausrichtungen

und Art des baulichen Schutzes (Loggien). Neben 205 Einzelfenstern und 83 Kombinationen von Fenstertüren und Fenstern wurden 108 zweiflügelige Fenster mit Pfosten und 30 Treppenhausfenster untersucht.

Rahmen aus halogenfreien Kunststoffen

Polyurethan mit Metallkern

Die Profile bestehen aus einem Metallprofil, das von Polyurethanschaum eingeschlossen und ausgefüllt ist. Als Kern kommen Stahlblech-Falzprofile oder Aluminium-Strangpressprofile in Frage. Im Untersuchungsgebäude kam die Stahlvariante zum Einsatz. Bei der Herstellung werden die Komponenten Polyetherpolyol und Diphenylmethandiisocyanat mit Wasser aufgeschäumt und mit Polyurethanlack deckbeschichtet.

Polyethylen-Polypropylen mit Metallkern

Die Rahmen bestehen aus glasfaserverstärktem Polyolefin (Polyethylen und Polypropylen) mit Styrolbutadien als Schlagzäh-Modifizierer. Das Polyolefin stammt aus Verpackungsmaterial des "dualen Systems". Das Profil wird mit Stahlprofilen verstärkt. Die Oberfläche bestehen aus weißem coextrudiertem Polypropylen. Das Profilmaterial kann wieder als Kernmaterial eingesetzt werden.

Tabelle 1: Kontrollgruppen

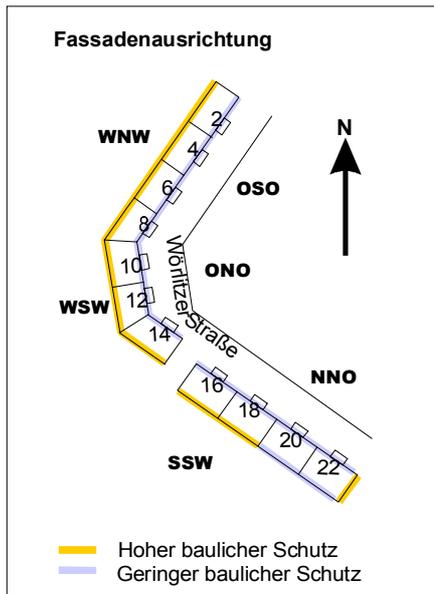
KG	Konstruktion	Oberfläche und Regenschutz	Vergabeart	Elemente
Holz				
1	Normprofil	Acrylharz, Aluschiene	VOB-A	39
2	Normprofil	Acrylharz, Aluschiene	VOB/STLB	21
3	Normprofil	Acrylharz, Aluschiene	Freihand	53
4	Normprofil, Hirnholzschutz	Acrylharz/Alkydharz, Aluschiene	Freihand	55
5	Normprofil, Profil- Trockenverglasung	Acrylharz, Aluschiene	Freihand	48
6	Normprofil, abgekröpfte Zinkenverbindung	Acrylharz, Aluschiene	Freihand	24
7	Normprofil, Laibungsverkl. innen	Naturharz, Holz-Regenschiene	Freihand	53
8	Normprofil, Einbauzarge	Acrylharz/Alkydharz, Aluschiene	Freihand	37
9	Kastendoppelfenster	Acrylharz/Alkydharz, Holz-Wetterschenkel	Freihand	33
Holz-Aluminium				
10	Normprofil, Schlitz-Zapfen, System 1	Aluminiumblende außen; Acrylharz innen	VOB-A	20
11	Normprofil, Schlitz-Zapfen, System 2	Aluminiumblende außen; Acrylharz innen	Freihand	24
Polyvinylchlorid (PVC)-Stahl				
12	Dreikammerprofil mit Stahlkern, Anschlagdichtung	Standard-PVC	VOB-A	38
PVC-Recyclat, Stahl				
14	Dreikammerprofil mit Stahlkern, Mittel-/Anschlagdicht.	Standard PVC auf PVC-Recyclat	Freihand	15
Polyurethan (PUR)-Stahl				
15	Mikroschaummantel auf Stahlkern, Anschlagdichtung	Polyurethan mit Integralbeschichtung	Freihand	16
Polyethylen-Polypropylen (PE-PP)-Stahl				
16	Dreikammerprofil mit Stahlkern, Mitteldichtung	Polyolefin, coextrudiertes Hostacom	Freihand	33

Standorte der untersuchten Fenster

Die Wohnungsbaugesellschaft WBG Marzahn stellte für die Untersuchung 11-geschossige Häuser der Wohnungsbauserie WBS 70 in der Wörlitzer Straße zur Verfügung, bei denen ein Austausch der Fenster zwar nötig, aber im damaligen Investitionsrahmen noch nicht vorgesehen war. Die mehrgeschossige Bauweise bis 30 m Länge und ihre Lage am nördlichen Rand der Marzahner Plattenbausiedlung macht eine Beobachtung in exponierter Lage möglich. Der Bestand bot unterschiedliche Einbausitu-



Teilansicht von Südwesten



tuationen, wie beispielsweise Fenster-Tür-Elemente in geschützter (Loggia) und ungeschützter Lage. In die Untersuchung wurden, soweit die Mieter einverstanden waren, die Wohnungen im 2., 10. und 11. Geschoss einbezogen. Im Verlauf der Ausschreibung und Vergabe kamen einige Wohnungen in anderen Stockwerken hinzu.

Die Witterungsexposition von Fenstern resultiert aus der Höhe im Gebäude, der Ausrichtung und einem eventuell vorhandenen baulichen Schutz durch Loggien, Vorsprünge usw. In den Gebäuden in der Wörlitzer Straße sind die Fenster, wie in der nebenstehenden Grundrisskizze zu sehen, von NNO bis OSO und von SSW bis WSW ausgerichtet. Ein hoher baulicher Schutz

durch Loggien ist an den nach Westen orientierten Fassaden zu finden. In den Kontrollgruppen lag die in der folgenden Tabelle zusammengestellte Verteilung der Untersuchungsfenster vor.

Auf Grund der durchgehenden Ausrichtung der Loggien in südwestliche Richtungen (der Wetterseite) kam es im Ergebnis zu einer gewissen (neutralisierenden) Überlagerung der Einflüsse von Ausrichtung mit der des baulichen Schutzes. In den Ergebnissen der Untersuchung waren für die Einbauhöhe im Gebäude und dem baulichen Schutz der Fenster deutliche Einflüsse nachzuweisen, kaum signifikant war hingegen der Einfluss der Ausrichtung.

Tabelle 2: Expositionsverteilung der Kontrollgruppen

Rahmenmaterial			Menge der Fenster und Türen in den Kontrollgruppen															
			Holz									Holz/Alu		Kunststoffe				
Schutz	Höhe	Ausrichtung der Fassade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	
ohne	niedrig	Nordosten	7	6	7	5	6	6	7	4	3	3	4	6	-	2	5	
		Südwesten	2	-	2	2	2	4	2	3	4	1	6	6	3	-	3	
	hoch	Nordosten	5	3	14	11	12	3	15	8	6	6	8	12	-	5	10	
		Südwesten	4	4	4	4	4	2	4	5	8	2	12	8	6	-	6	
gering	niedrig	Nordosten	6	6	3	5	1	2	3	2	1	-	-	3	-	-	1	
		Südwesten	-	-	-	1	-	-	1	-	1	2	-	-	-	-	1	
	hoch	Nordosten	3	3	6	10	2	1	6	4	2	-	-	6	-	-	1	
		Südwesten	-	-	2	2	-	-	2	-	2	2	-	-	-	-	1	
stark	niedrig	Nordosten	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	-	-	
		Südwesten	10	6	9	9	10	7	9	6	4	3	-	3	-	15	16	
	hoch	Nordosten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	
		SW Südwesten	11	3	18	18	20	4	16	11	8	6	-	6	-	6	8	

Langzeituntersuchung des Alterungsverhaltens

Das Ziel, die Veränderungen an Hunderten von Fenstern in der Nutzung möglichst detailliert zu erfassen, erforderte die Entwicklung einer effizienten und praktikablen Erfassungsmethode. Dabei konnten weder die klar definierten Rahmenbedingungen eines Prüfstandes noch die Detailgenauigkeit einer Einzeluntersuchung im Rahmen eines Gutachtens angesetzt werden.

Auf dem Prüfstand sind sowohl die Einwirkungen als auch die Intervalle der Untersuchung exakt definiert. Bei den Begehungen der über 500 Fenster in den Jahren 1997 bis 2000 konnte selbst das Intervall „jährlich“ nur bedingt erreicht werden. Auf Grund von Urlaub oder mangelnder Bereitschaft der Mieter waren in den einzelnen Jahren zwischen 70 und 93 % aller Fenster für die Untersuchungen zugänglich.

Die zahlreichen Einflussfaktoren auf die Nutzungsdauer von Fenstern machten es notwendig, in den Untersuchungen alle Teilbereiche des Bauteils Fenster von der Funktion über die Oberflächen bis zu den Randbedingungen zu erfassen.

Im Rahmen eines Einzelgutachtens erfordert die detaillierte Untersuchung eines Fensters durchschnittlich einen Zeitaufwand von mehr als einer Stunde. Für die wiederholte Untersuchung einer großen Anzahl von Fenstern waren solche Aufwendungen weder finanzierbar noch den Mietern zumutbar. Es musste deshalb eine Form der Begutachtung gefunden werden, bei der in möglichst kurzer Zeit eine hohe Detailgenauigkeit erreicht werden konnte. Deshalb wurde eine Untersuchungs- bzw. Erfassungsmethode entwickelt, in der die Begutachtung der einzelnen Fenster standardisiert und für einen möglichst geringen zeitlichen Aufwand optimiert wurde. Die

Methode wurde nach der Auswertung des ersten Durchgangs für die weiteren Begehungen modifiziert. Im weiteren Untersuchungsverlauf wurden dann nur noch kleinere Teilbereiche der Methode überarbeitet bzw. verfeinert, um z.B. die Erfassung der Lackoberflächen genauer beschreiben zu können.

Grundlage der Methode bildete eine auf die Untersuchungshandlung abgestimmte Detailbeschreibung der zu erwartenden Veränderungsmerkmale an den Fenstern. Ein Merkmal beschreibt in der Regel qualitativ zum Teil auch quantitativ den jeweiligen Zustand eines Fensterdetails und kann in der Untersuchung mit Ja oder Nein sehr rasch erfasst und festgehalten werden. So wird die Funktion der Fenster mit Zustandsmerkmalen wie „Dichtung streift unten leicht bzw. schwer“ oder „Flügel hängt leicht bzw. schwer“ ausreichend genau und rasch erfassbar beschrieben. Die Veränderungen an den Brüstungsfugen der Holzrahmenfenster wurden mit Merkmalen wie „Brüstungsfugen < 0,1 mm“ oder „Brüstungsfugen < 0,2 mm; > 0,1 mm“ erfasst, was mit einer Messlehre an einem Fenster in wenigen Sekunden gemessen werden kann. Die Veränderungen an den Lackoberflächen wurden in Anlehnung u.a. an die ISO 4628 mit Hilfe von Abbildungen unterschiedlicher Grade der Blasenbildung oder der Rissbildung bewertet. Mit den Kennzeichnungen z.B. der Rissbildung durch Rissmenge (0-5), Rissbreite (0-5), Rissart (a-c) und Vorzugsrichtung kann bei entsprechender Schulung mit begrenztem zeitlichen Aufwand eine detaillierte Erfassung erfolgen.

Auf Grund der großen Zahl von Fenstern wurden die Merkmale in der Regel für den

jeweiligen Teil des Fensters pauschal erhoben. Eine Differenzierung und Zuordnung z.B. der vier Brüstungsfugen an einem Flügel erfolgte nicht. In der Regel reichte diese Form der Pauschalierung vollkommen aus, den Zustand des Fensters zu beschreiben. Ein Teil der Erfassungs- bzw. Veränderungsmerkmale betraf alle in die Untersuchung einbezogenen Rahmenmaterialien, ein anderer Teil wurde spezifisch für die Fenster mit dem Rahmenmaterial Holz und Holz-Alu eingesetzt. In der Tabelle 3 ist die Anzahl der Merkmale in den einzelnen Teilbereichen aufgelistet und nach deren Verwendung für die unterschiedlichen Rahmenmaterialien differenziert. Insgesamt wurden knapp 120 mit Ja oder Nein zu bewertende Merkmale unterschieden. Dazu kamen noch einige quantitative Detaillierungsfragen wie z.B. zu den Lackoberflächen.

Die klare Unterscheidung zutreffender oder nicht zutreffender qualitativer Veränderungsmerkmale in Verbindung mit ausgesuchten quantitativen Kennungen machte es möglich, die gesamten Untersuchungsergebnisse digital zu erfassen und statistischen Auswertungsmethoden zugänglich zu machen. In einer speziellen Datenbankmodifikation wurden die jährlich zu erfassenden über 80.000 Datensätze eingegeben und für die Auswertungen bereitgestellt. Mit der Erfassung in einer relationalen Datenbank konnten problemlos einzelne Merkmalsbereiche den Einbausituationen, Fensterkonstruktionen oder der Lage der Fenster im Gebäude gegenübergestellt werden.

Tabelle 3: Merkmalsbereiche der Langzeituntersuchung

Bereich	Beschreibung	Anzahl Merkmale	
		für alle	für Holz
Anschluss	äußere und innere Anschlüsse am Mauerwerk	15	15
Dichtung	Dichtung des Flügels	7	7
Eckverbindung	Verbindungen der Rahmen- und Flügelprofile	11	16
Funktion	mechanische Funktion des Flügels	7	7
Feuchte	Anfall von Feuchte und Schimmel	6	6
Nutzer	Veränderungen und Beschädigungen durch den Nutzer	16	16
Oberflächen	Veränderungen der Oberflächen	9	21
Profil	Veränderungen der Profile	2	14
Verglasung	Verglasung und deren Abdichtung zum Flügel	10	11
Wetterschiene		3	4
Summen		86	117

Die ökologische Entscheidung

Die ökologisch begründete Wahl zwischen Rahmenmaterialien ist eingebettet in die Frage nach der ökologischen Effizienz von Investitions- und Planungsentscheidungen. Nachhaltiges Planen beginnt nicht mit der Baustoffwahl, sondern muss von Anfang an die notwendigen Ressourcen und die Belastungen der Natur im Verhältnis zu dem

damit erreichbaren Nutzen betrachten. Damit stellt sich immer zunächst die Frage, ob eine geplante Investition überhaupt notwendig ist oder ob mit ökonomisch und ökologisch weniger aufwendigen Maßnahmen vergleichbare Nutzungszeiträume zu erreichen sind.

Reparatur oder Erneuerung

Im Mietwohnungsbau treten im Wesentlichen drei Situationen auf, in denen zwischen Reparatur oder Erneuerung von Fenstern entschieden werden muss. Bei einer Mängelmeldung durch Mieter sind einzelne oder kleine Gruppen von Fenstern betroffen. Gebäudeumfassende Instandsetzungen und Fenstererneuerungen werden entweder ohne weitere Arbeiten (Fassaden, Lüftung usw.) oder im Rahmen einer Gesamtanierung durchgeführt.

In den Plattenbauten der ehemaligen DDR wurden entweder PVC-Fenster mit Holzkern und Isolierglasscheibe oder Holzverbundfenster mit Einfachverglasungen eingebaut. Die Beschläge des Fensterbestandes sind in der Regel nicht mehr austauschbar und nur provisorisch reparaturfähig. Nur durch einen Austausch der Fenster kann der Schall- und Wärmeschutz in größerem Umfang verbessert werden. Mit dem Einbau neuer, winddichterer Fenster wird der bisher häufig über Fugen erfolgte Luftaustausch in den Wohnungen deutlich reduziert. Bei fehlender oder nicht ausreichender Be- und Entlüftung kann dies zu hoher Luftfeuchtigkeit und zu Schimmel-

bildung an Fenstern und Wärmebrücken in den Außenwänden führen.

Hoher Feuchteanfall greift nicht nur die Oberflächen von Holzfenstern an und führt dann zu einer Erhöhung des Instandsetzungsaufwandes sondern ist regelmäßig mit Unzufriedenheit und Beschwerden der Mieter verbunden. In mehreren untersuchten Wohnungen war schon im ersten Winter Feuchteanfall an den Fenstern zu beobachten, der von den Mietern zum Teil als technischer Mangel der Fenster interpretiert wurde. Hinweise auf eine Änderung des Lüftungsverhaltens reichen häufig nicht aus, hohe Luftfeuchtigkeit in den Wohnungen gänzlich zu vermeiden.

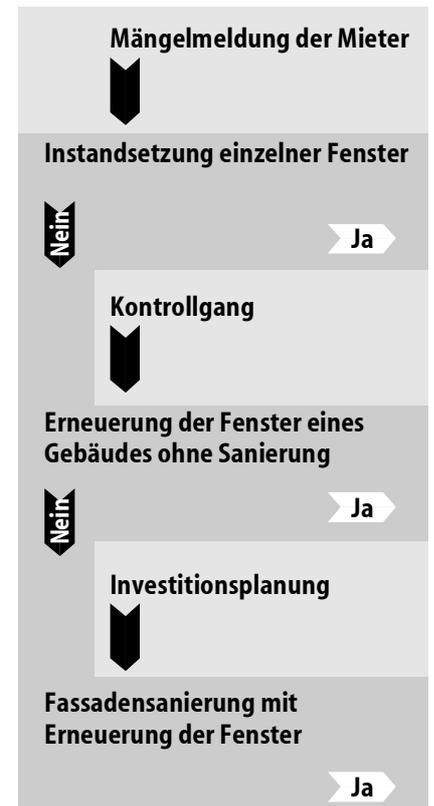
Die Erneuerung von Fenstern sollte daher möglichst im Zusammenhang mit Sanierungsmaßnahmen an der Fassade (Fugen und Wärmedämmung) und an der Be- und Entlüftung erfolgen. Ein alleiniger Austausch von Fenstern sollte nur dann erfolgen, wenn die Be- und Entlüftung funktionsfähig ist oder durch begleitende technische Maßnahmen sichergestellt wird. Ist dies aus finanziellen Gründen nicht möglich, sollten beschädigte Fenster repariert werden.

System- und Materialentscheidung

Die Auswertung der Ökobilanzen ergab, dass bei der Sanierung von Gebäuden der Einsatz von Holzfenstern mit einigen Einschränkungen die ökologisch günstigste Variante darstellt. Auf Grund der CO₂-Bindung während des Baumwachstums ist der nachwachsende Rohstoff Holz, einschließlich der Verarbeitung zum Produkt Fenster, mit geringeren globalen Auswirkungen auf die Umwelt verbunden als Materialien, die aus nicht nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Die höheren regionalen und lokalen Belastungen aus der Instandhaltung bzw. der wiederholten Beschichtung von Holzrahmen sind in hohem Maße von der Herstellungsgüte und den Einflüssen während der Nut-

zungsphase abhängig. Fenster mit dem Rahmenmaterial Holz reagieren stärker als weitgehend industriell vorgefertigte Kunststoff- oder Metallfenster auf handwerkliche Fehler und Mängel. Dafür haben sie allerdings auch die besseren Anpassungs- und Reparatüreigenschaften und können bei entsprechender Qualität und Wartung die längste Nutzungsdauer erreichen. Eine eindeutig positive Bilanz zu Gunsten von Holzfenstern kann also nur erreicht werden, wenn mögliche negative Einflüsse auf die Oberflächenqualität und die erreichbare Nutzungsdauer während der Herstellung und des Einbaus vermieden werden.

Kann die Oberflächenqualität der Fenster z.B. auf Grund fehlender Wartung nicht



gewährleistet werden, können die ökologischen Vorteile eines Holzfensters durch eine verkürzte Nutzungsdauer verloren gehen.

Wird der ökologisch begründeten Empfehlung für Holzfenster gefolgt, dann bekommen die Ausschreibung, die Qualitätssicherung der Herstellung, die Kontrolle während der Lieferung und des Einbaus und die Wartungshandlungen einen zusätzlichen ökologischen Stellenwert. Aus diesem Grunde konzentrieren sich in diesem Bericht die Hinweise zur Ausschreibung, Einbaukontrolle und Wartung auf Holzfenster.

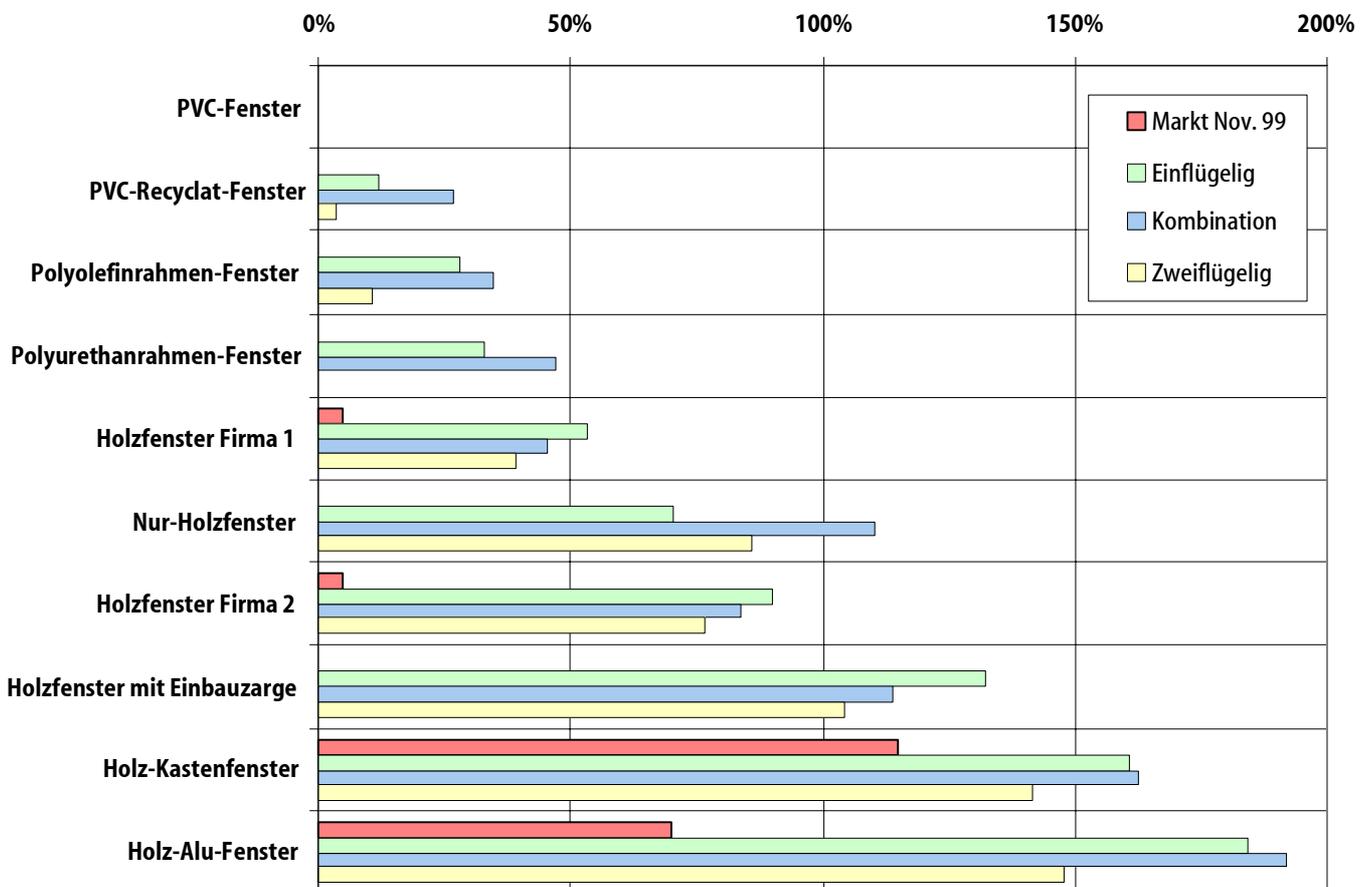
Kostenbetrachtung

Qualitativ hochwertige Holzfenster sind aufgrund des höheren handwerklichen Anteils während der Produktion teurer als Kunststofffenster aus industriell vorgefertigten Rahmenprofilen. In den Baupreistabellen¹ liegen Holzfenster etwa 5 % über Kunststofffenstern. Die Preise von Holz-Aluminium-Fenstern liegen etwa 70 % über denen von PVC-Fenstern und bei Kastenfenstern beträgt die Differenz über 100 %. Die im Rahmen der Studie eingebauten Holzfenster zeigen alle wesentlich höhere Abstände zum Preis der Standard-Kunststofffenster. Die Mehrkosten sind u.a. den zahlreichen Sonderkonstruktionen, deren technischer Nutzen untersucht werden sollte, und geringer Stückzahl geschuldet. Die Holzfenster weisen gegenüber den eingebauten PVC-Fenstern einen erhöhten Wärmeschutz durch besseren Rahmen-dämmwert auf, der in der Nutzung zu geringeren Heizkosten führt. Da die Fenster mit besonderen Konstruktionen nicht ausgeschrieben worden waren, unterlagen deren Preise darüber hinaus

nicht dem Wettbewerbsdruck. Der Kostenvergleich erfolgte über den Preis der Fensterherstellung inklusive Einbau und Fensterblech, da bei einigen Systemen die Trennung der einzelnen Leistungen kaum möglich war. Im unten stehende Diagramm gelten als Preisbasis (100 %) die ausgeschriebenen Standard-PVC-Fenster, alle übrigen Varianten sind dazu ins Verhältnis gesetzt. Die mit der PVC-Variante vergleichbar ausgeschrieben Holzfenster weisen ca. 45 % Mehrkosten aus, wobei 8 - 10 % der Kosten auf die teilweise geforderte Trocken-Profilverglasung und die auf der Baustelle angepassten Zink-Fensterbleche anzurechnet werden müssen. Die Anbieter der Standard-Kunststofffenster sahen sich nicht in der Lage, die ursprünglich geforderten Fensterbänke aus Zinkblech anzubieten. Deshalb kamen hier vorgefertigte Aluminiumprofile zum Einsatz. Die Kosten der übrigen Gruppen liegen zum Teil deutlich über denen der Standard-Lösungen. Da es sich hierbei um Konstruk-

tionen wie Holzfenster mit Einbauzarge, Holzkastenfenster und Holz-Aluminiumfenster in kleinen Stückzahlen handelt, die im Großtafelbau in der Regel nicht zum Einsatz kommen, können diese Preise nicht als repräsentativ gewertet und nur sehr bedingt mit den übrigen verglichen werden. Für Holzfenster werden auf dem Markt diese Mehrkosten von 5 % oder mehr u.a. deshalb realisiert, weil viele Menschen im direkten Vergleich Holz den Vorrang vor Kunststoff geben. Die Mehrkosten in der Herstellung und die Kosten für Erneuerungsanstriche sind auch ökonomisch zu rechtfertigen, wenn die Fenster eine längere Nutzungsdauer erreichen. Bei allen Unsicherheiten über das Alterungsverhalten heutiger Kunststoffe, ist bei ausreichender Wartung und Instandhaltung für Holzfenster ein deutlich längerer Nutzungszeitraum zu erwarten. Deshalb können höhere Herstellungskosten für Holzfenster auf lange Sicht durch eine längere Nutzungsdauer ausgeglichen werden.

Relativer Kostenvergleich der eingebauten Fenstersysteme



¹ Grundlage sind die Baupreise in: Aktuelle Baupreise mit Lohnanteil, Martin Mittag (Hrsg.); WEKA Verlag 2001

Grundlagen der ökologischen Bewertung

Ein ökologischer Vergleich unterschiedlicher Fenstersysteme ist nur mit ausreichenden Informationen über alle umweltrelevanten Aufwendungen möglich, die von der Herstellung bis zur Entsorgung des Bauteils anfallen. Der wesentliche Teil der Materialaufwendungen im Lebenszyklus des Bauteils Fenster entsteht bei der Herstellung. Eine Bilanz über das Bauteil ist allerdings nur möglich, wenn die Herstellungsaufwendungen in Relation zu der Nutzungsdauer gesetzt werden.

Die ökologische Wirkungsbilanz für das Bauteil setzt eine genaue Analyse des Herstellungsprozesses (Sachbilanz) voraus. Mit den in den Produkt-Ökobilanzen zu Grunde gelegten technisch-funktionalen Definitio-

nen des Produktsystems werden die umweltrelevanten Prozesse in Herstellung, Transport, möglichem Recycling und Entsorgung ausreichend erfasst und einer ökologischen Bewertung zugänglich gemacht. Mit den in den letzten Jahren entwickelten internationalen Regeln und Bewertungsgrundlagen ist es heute möglich, die Herstellungsphase einiger Rahmenmaterialien qualitativ und quantitativ zu beurteilen. Die vorliegenden Produkt-Ökobilanzen für Fenster sind auf einen standardisierten Nutzungszeitraum von in der Regel 30 Jahren bezogen. Ein Fenster, das auf Grund der spezifischen Situation im Gebäude eine deutlich kürzere oder längere Nutzungsdauer erreicht, entspricht dann nicht mehr

der Wertung einer standardisierten Produkt-Ökobilanz und muss zusätzlich nutzungsbezogen bewertet werden.

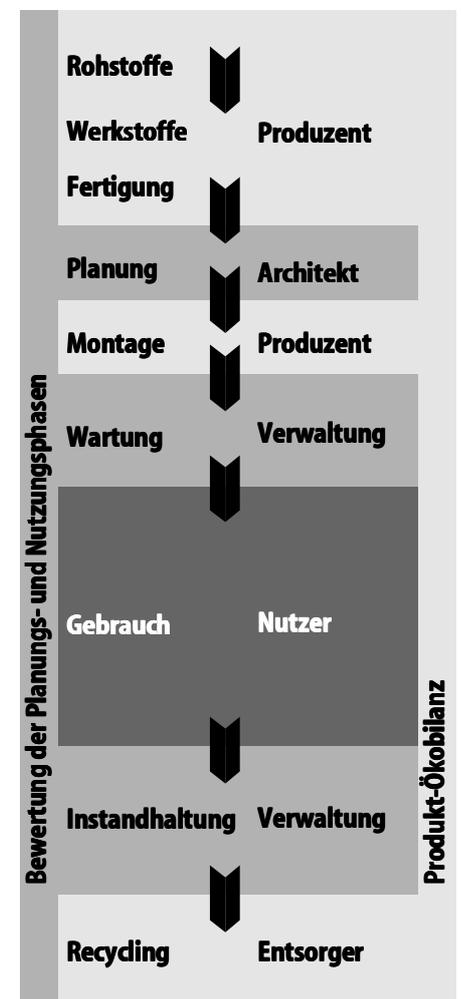
In der vorliegenden Studie erfolgte die ökologische Bewertung der Nutzungsphase unter besonderer Berücksichtigung der für den Gebäudetyp Großtafelbau spezifischen Handlungszusammenhänge und deren Einflüsse auf die Nutzungsdauer der Fenster. Mit der gezielten Untersuchung einzelner Handlungseinflüsse können über die reine Bewertung hinaus auch Hinweise für die Optimierung des ökologisch verantwortlichen Einsatzes des Bauteils Fenster gegeben werden.

Bewertung von Herstellung und Entsorgung

Die Herstellung von Fenstern ist, wie jede Form von Produktion, mit dem Verbrauch von Energie und Rohstoffen und dem Eintrag von Stoffen in die Medien Luft, Wasser und Boden verbunden. Für einen ökologischen Vergleich der Herstellung von Produkten müssen sowohl Qualität als auch Quantität von Ressourcenverbrauch und Einträgen bekannt sein. In sogenannten Wirkungskategorien werden die spezifischen Auswirkungen, wie z.B. das Treibhausphänomen zusammengefasst. Eine Aussage zu dem für ein Produkt notwendigen Input kann nur durch exakte Ermittlung aller für die Herstellung eingesetzten Vorprodukte, Maschinen und deren Energieverbrauch getroffen werden. Die resultierenden Belastungen der Umwelt müssen durch Analyse aller vorgelagerten und zusammenhängenden Prozesse ermittelt werden. Für die ökologische Bilanz eines Produktes wie eines Fensters müssen deshalb zahlreiche Einzelschritte, wie die Gewinnung der Rohstoffe in Minen oder der Holzeinschlag in Wäldern, dessen Verarbeitung und Bereitstellung in der Grundindustrie oder die Erzeugung der nötigen Prozessenergie für Maschinen und Beheizung der Produktionshallen, untersucht werden. Der Aufwand für die Ermittlung von aussagekräftigen Ökobilanzdaten ist hoch und konnte für Fenster nur erbracht werden, da ein großer Teil der Daten zu Vorprozessen und der Art der Energiebereitstellung übergreifend erarbeitet wurden und auch für andere Produkte eingesetzt werden können. Für den Bereich Baustoffe haben z. B. Institute in Karlsruhe² und

Stuttgart³ größere Sammlungen von Ökobilanzdaten erarbeitet, auf deren Grundlage einzelne Produkte mit vertretbarem Aufwand bewertet werden können.

Für den ökologischen Vergleich von Produkten gibt es seit Mitte der 90er Jahre international gültige Absprachen. In der Normenreihe DIN EN ISO 14040 ff sind Regeln und Verfahren zur Erhebung und Bewertung der Daten für Produktökobilanzen vereinbart. Die neueren Ökobilanzen zu Fenstern⁴ wurden nach diesen Regeln erstellt und können als gesicherte Kenntnis über Aufwendungen und Umweltbelastungen in der Herstellung von Fenstern mit den Rahmenmaterialien Holz, Holz-Alu und PVC gelten. Für die übrigen Kunststoffe liegen keine vergleichbaren Bilanzen vor. In den ausgewerteten Arbeiten wird die Herstellung der Fenster u.a. bezüglich des Verbrauchs an erneuerbaren und nicht erneuerbaren energetischen Ressourcen verglichen. Ebenso werden die Kennwerte für Wirkungskategorien zu dem Treibhauseffekt, dem Ozonabbau, der Versauerung und Überdüngung von Gewässern und Böden und der bodennahen Ozonbildung gegenübergestellt. Mit diesen Zahlen kann zwar immer nur ein Teil des jeweiligen Systems abgebildet werden, aber sie sind vergleichbar und ausreichend, um wichtige Aspekte der Herstellung zu berücksichtigen. Es fehlen dabei u.a. die unterschiedlichen Risiken, die z.B. bei der Herstellung von Vorprodukten bestehen. Bei der Ge-

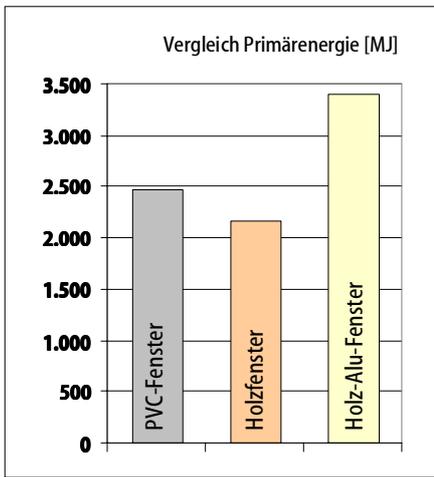


Ökologische Bewertung des Lebenszyklus Fenster

² ifib Institut für Industrielle Bauproduktion, Technische Universität Karlsruhe

³ ikp Institut für Kunststoffprüfung, Universität Stuttgart

⁴ Richter, Klaus; Brunner, Kaspar.; Bertschinger, H.; Ökologische Bewertung von Wärmeschutzgläsern. Intergraler Vergleich verschiedener Verglasungsvarianten; Dübendorf 1996; Ganzheitliche Bilanzierung von Fenstern und Fassaden; Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e. V. [Hrsg.]; Stuttgart 1998



winnung und Aufbereitung von Holz könnte die Verursachung eines Waldbrandes durch die Forstarbeiter als Produktionsrisiko gelten. Bekannter sind schwerwiegende Unfälle in der Chemieindustrie, bei der u.U. ganze Ökosysteme wie ein Fluss für längere Zeit zerstört werden. Die Abholzung von Primärwäldern mit dem damit verbundenen Verlust an Artenvielfalt konnte bisher ebenso wenig erfasst und exakt bewertet werden, wie z.B. der Lärm unterschiedlicher Produktionsanlagen oder Transportfahrzeuge.

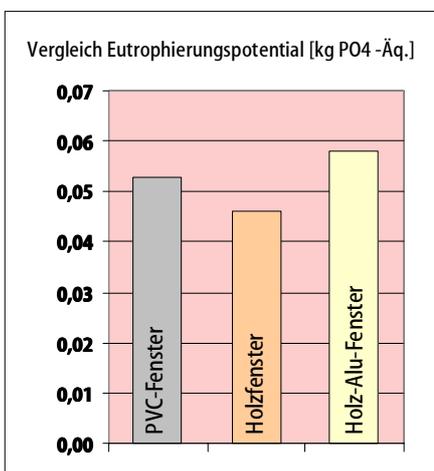
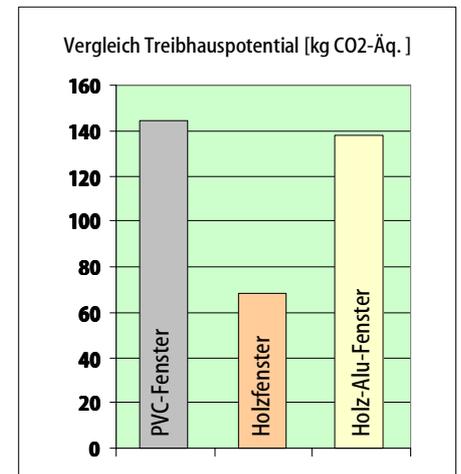
In den zu Grunde gelegten Produktökobilanzen wurde der Versuch unternommen, auch Aussagen zur Nutzungsphase der Fenster zu treffen. Die Ergebnisse sind sehr unterschiedlich und die Größenordnung dieser Unterschiede macht deutlich, dass für die Bewertung der Nutzungsphase kei-

ne gesicherten Verfahren vorhanden sind. Das dynamische und zeitlich offene System der Nutzung kann mit festen Regeln und Annahmen zu den Nutzungszeiträumen allein nicht ausreichend abgebildet werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung bestätigen, dass ein Vergleich von Rahmenmaterialien nur unter Berücksichtigung der wichtigsten Einflüsse auf die Nutzungsdauer der Fenster möglich ist. So kann z.B. die Lebensdauer eines Holzfensters unter ungünstigen Nutzungsbedingungen wesentlich stärker verkürzt werden als die eines PVC-Fensters. Nur unter Berücksichtigung der dafür maßgeblichen Einflüsse sind Abschätzungen zur Nutzungsdauer und daraus resultierender Umweltbelastungen möglich.

Umweltwirkungen der Herstellung

Im Vergleich der Rahmenmaterialien Holz, PVC und Holz-Aluminium zeigen sich in der Umweltwirkung für die reine Herstellung Unterschiede in einer Größenordnung zwischen 15 und 115 %. Das Rahmenmaterial Holz ist im Gegensatz zu den Kunststoffen ein nachwachsender Rohstoff und wird in risikoarmen Prozessen verarbeitet. Das Holzfenster ist in der Herstellung mit den geringsten Energieaufwendungen und einer deutlich besseren CO₂-Bilanz (Treibhauspotential) verbunden.

Auch die Parameter Versauerung und Überdüngung zeigen bei der PVC-Herstellung höhere Werte. Nur wenn bei der Lackierung lösemittelhaltige Anstrichstoffe verwendet werden, liegt bei dem Parameter für die bodennahe Ozonbildung das Material Holz dann deutlich über PVC.



Entsorgungsaufwendungen

Der Lebenszyklus eines Fensters endet in der Regel entweder auf einer Deponie oder im Feuer einer Müllverbrennungsanlage. Je nach Materialart entstehen dabei erhebliche Belastungen von Luft und Boden. Die Deponierung wird spätestens mit Inkrafttreten der TA Siedlungsabfall 2005 für Fenster nicht mehr zulässig sein.

Die Hersteller von PVC-Fenstern haben, um die ökologische Bilanz ihrer Fenster zu verbessern, in den letzten Jahren ein Rücknahmesystem entwickelt. Entweder sollen die Fenster beim Ausbau in ihre Bestandteile zerlegt und getrennt den einzelnen Stoffrücknahmesystemen zugeführt werden oder als Ganzes zur zentralen Verwertungsstation in Thüringen gebracht und dort maschinell getrennt werden. In beiden

Fällen ist das Recycling mit relativ hohen Aufwendungen verbunden, die in den Herstellungskosten bisher nicht enthalten sind. Die heute anfallenden alten Holzfenster sind überwiegend mit Lacken und Holzschutzmitteln belastet. Sie müssen vor einer Verbrennung in entsprechenden Anlagen durch Zerkleinerung in kritische und unkritische Bestandteile getrennt werden. Die heute eingesetzten Lacksysteme werden allerdings in Zukunft bei der thermische Verwertung keine Belastung mehr darstellen.⁵

⁵ Kirmayr, Thomas; Hansen, Michael: Verwertungskonzepte für Holzfenster. Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V.; Az.: F 96/8; Abschlussbericht, 1998

Ökologische Produktbewertung

Bei der Instandsetzung von Fenstern in Gebäuden der Großtafelbauweise ist das Rahmenmaterial Holz die ökologisch günstigste Variante, wenn die Herstellungsqualität gesichert und geprüft wird und die Nutzungsdauer nicht durch fehlende Wartung und Instandhaltung wesentlich verkürzt wird.

Die eindeutigen Vorteile von Holzfenstern in der Herstellung werden bei Einsatz von

Bewertung der Nutzungsphase

Der ökologische Vergleich von Fenstern wird stark von der tatsächlichen Lebensdauer der Fenster beeinflusst. Ein Fenster mit geringer Qualität muss häufiger repariert oder rascher ausgetauscht werden. Hohe Belastungen in der Nutzung, für die das Fenster nicht ausgelegt (geplant) war, führen ebenfalls zu rascher Alterung oder zum Versagen des Fensters.

Einen deutlichen Einfluss auf die Lebensdauer von Fenstern hat daher die Ausführungsgüte. Fehler und mangelhafte Verarbeitung, die bei der Einbaukontrolle nicht erkannt bzw. durch Nacharbeiten nicht korrigiert werden, sind ein wesentlicher Faktor für ein vorzeitiges Versagen. Unterschiedliche Techniken bei der Herstellung haben ebenfalls Einfluss auf das Alterungsverhalten.

Aus wirtschaftlichen Gründen können Fenster nicht für alle vorhersehbaren Belastungen und Einwirkungen ausgelegt sein. In der Planung werden einerseits die Rahmenbedingungen für die Fenster im Gebäude festgelegt, andererseits werden die Anforderungen an das Bauteil definiert. Diese Entscheidungen werden als Planungseinflüsse auf die Lebensdauer der Fenster definiert.

Zu den in der Planung zu berücksichtigen-

lösemittelarmen Beschichtungssystemen durch einen höheren Instandhaltungsbedarf nicht aufgehoben. Holzfenster haben grundsätzlich eine lange Nutzungsdauer, die allerdings durch mangelnde Wartung und Instandhaltung sehr verkürzt werden kann. Diese „geringe Nutzungstoleranz“ muss deshalb bei der Entscheidung zwischen unterschiedlichen Rahmenmaterialien berücksichtigt werden. In Gebäuden

mit hohen Expositionssituationen, bei denen keine Wartung und Instandhaltung der Fenster erfolgt, kann der Einsatz von Holzfenstern die ökologisch ungünstigere Variante sein. Die spezifischen Anforderungen an Planung, Einbau und Nutzung beim Einsatz von Holzfenstern im Großtafelbau wird deshalb in den nachfolgenden Kapiteln näher erläutert.



den Belastungen gehören Exposition, bestimmungsgemäßer Gebrauch und übliche Reinigung. Die Anforderungen an Fenster sollten so gestellt werden, dass sie den Belastungen für einen größeren Zeitraum (technische Lebensdauer) gewachsen sind. Für große Gebäude werden in der Regel pauschale Belastungsstandards festgesetzt, die mit den unterschiedlichen Expositionen und Nutzungsanforderungen nur zum Teil übereinstimmen. Für Ausnahmesituationen wie nicht bestimmungsgemäßer Gebrauch, kontrollierte Belüftung oder Schutz vor

Brand werden Fenster normalerweise nicht ausgelegt.

Nach einer Sanierung führen luftdichtere Fenster zur Erhöhung der Raumluftfeuchte. Dies kann zu Tauwasserbildung an den Fenstern und zu Schimmelbildung führen. In dieser Situation haben sowohl die technische Ausrüstung (Lüftungssystem) als auch das Lüftungsverhalten der Mieter deutlichen Einfluss auf die Nutzungsdauer der Fenster.

In der vorliegenden Untersuchung wurden eine Vielzahl der Einflussfaktoren auf die Lebensdauer analysiert, die in der spezifischen Situation in Großtafelbauten wirksam werden. Unterschieden wurden dabei die zeitlichen Phasen Planung (bis zur Ausschreibung), Herstellung (Qualität), Einbau (mit Einbaukontrollen) und Nutzung.

Eine detaillierte Auswertung des Austausches der eingangs aufgeführten 509 Fens-terelemente mit Rahmen aus Holz, Holz-Alu und verschiedenen Kunststoffen kann im Rahmen dieser Broschüre nicht dargelegt werden.⁶ Am Beispiel einiger erkennbarer Einflüsse werden resultierende Handlungsanleitungen für die Verlängerung der Lebensdauer von Holzfenstern aufgezeigt.

⁶ Kann beim Auftraggeber eingesehen werden.



Einfluss der Ausschreibung

Bei der Erneuerung von Fenstern im Großtafelbau sind relativ wenige gestalterische Planungsentscheidungen notwendig, sofern keine baulichen Veränderungen an der Fassade vorgesehen sind. Veränderungen in der Ansichtsbreite der Rahmen können sich negativ auf den Transmissionswärmeverlust des Gebäudes auswirken, wenn dies nicht ausreichend auf den Anschluss an eine (zusätzliche) äußere Wärmedämmung abgestimmt ist. Besonderer Einfluss kann auch der Farbwahl zugeschrieben werden, da vor allem Holzrahmen auf dunkle Farben negativ reagieren können (Überhitzung, Harzausfluss).

Zu den Planungsleistungen gehören allerdings nicht nur gestalterische Vorgaben sondern vor allem auch die technische Detaillierung, die Ausschreibung, Vergabe und die Überwachung der Ausführung. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die handwerkliche Qualität der Herstellung und das Risiko von Mehrkosten und Nachträgen von Art, Umfang und Genauigkeit der Ausschreibung erheblich beeinflusst werden.

Bei der Ausschreibung und Vergabe der untersuchten Fenster waren die abweichenden Anschlusssituationen bei Schallschutz-Kastendoppelfenstern nicht erfasst und gesondert berücksichtigt worden. Beim Ausbau der Schallschutzfenster wurden an den seitlichen Betonlaibungen der inneren Tragschale Betonester, Unebenheiten und Ausbrüche sichtbar, die nicht mehr durch einfaches Streichen oder Tapezieren abgedeckt werden konnten. Dadurch wurde es notwendig, zusätzliche Anschlussprofile zu entwickeln und zu beauftragen.

Bei Holzfenstern konnten, da sich dieses Material vor Ort anpassen lässt, verhältnismäßig einfache Lösungen zur Verkleidung

Einfluss der handwerklichen Qualität

Bei zahlreichen Holzfenstern waren Keilzinkung und Maserung bei der Abnahme bereits deutlich durch den Lack zu erkennen und in Teilen auch zu spüren. In den nachfolgenden Begehungen waren diese Merkmale noch ausgeprägter. Die Anforderung an die Qualität der Holzoberfläche sollte deshalb in der Ausschreibung exakt benannt werden.

Bei stark mechanisierter Oberflächenbearbeitungstechnik, wie der Hydro-Hobeltechnik, verbleiben auf den Profiloberflächen weniger Hobel- bzw. Frässpuren. Auch beim Zwischenschliff lassen sich



Ausbrüche an der Laibung nach Demontage der Fenster

der Laibungen gefunden werden und zum Teil noch während des Einbaus ausgeführt werden. Für Kunststofffenster steht nur eine begrenzte Anzahl vorgefertigter Profile zur Verfügung. Hier kam es aufgrund fehlender Anschlussprofile teilweise zu untauglichen Lösungen. In allen Fällen kam es zu Nachträgen, die durch entsprechend formulierte Ausschreibungstexte vermieden werden können. Nur wenn im Vorfeld einer Sanierung der Fensterbestand erfasst und analysiert wird, können solche Unterschiede gezielt ausgeschrieben und beauftragt werden.

Als weiterer Planungseinfluss sind die Folgen eines zu geringen Luftwechsels in den Wohnungen zu sehen. Wie geschildert, war in einer Reihe der Wohnungen Feuchteanfall an den Fenstern zu beobachten, der auf nicht ausreichenden Luftwechsel schließen lässt. Ohne die Sicherung eines ausreichenden, vom Nutzer unabhängigen Luftwechsels durch die Planung, ist speziell bei

Holzfenstern mit einem negativen Einfluss auf die Nutzungsdauer zu rechnen.



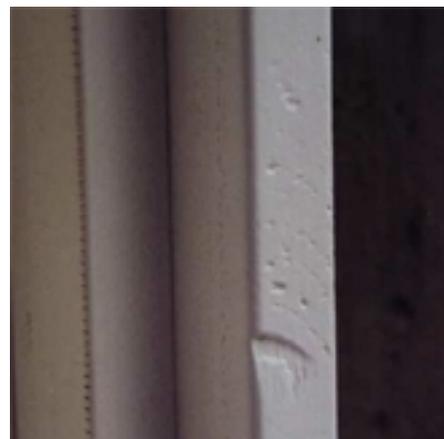
Sichtbare Keilzinkung

durch den Einsatz von Maschinen bessere Ergebnisse erzielen.

Häufige Mängel treten bei dem Einbau der Fenster auf. Hierbei sind vor allem Abdrücke des Bohrfutters an den Befestigungsschrauben und mechanische Schäden an den Oberflächen zu nennen.

Unverzichtbar erscheint eine fachkundige Abnahme der Leistungen. Mit den auf Seite 21 vorgeschlagenen Prüflisten kann diese Güteprüfung in gleichbleibender Qualität erfolgen.

Ausbrüche unter dem Lack



Einfluss von Wartungszyklen

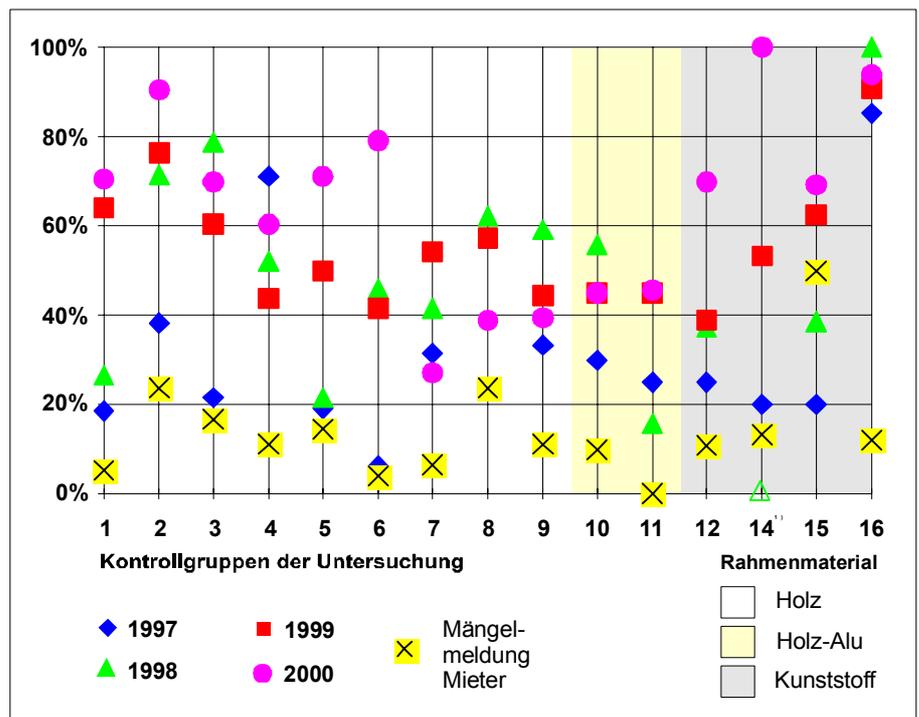
Bei der Bedienung ist die wichtigste Funktion von Fenstern das problemlose Öffnen bzw. Kippen und das dichte Schließen. Dabei werden die mechanischen Teile des Fensters belastet. Falsch eingestellte oder nicht gewartete Bänder führen zu hängenden Flügeln und zu streifenden Dichtungen, was dann auch zu Beschädigungen anderer Teile des Fensters führt.

In der Untersuchung wurden nicht nur Bänder und Griffe sondern auch weitere mögliche Merkmale einer Fehlfunktion beobachtet. Bis auf gewährleistungsbedingte Mängelbeseitigung durch die Auftragnehmer wurden an den untersuchten Fenstern im Zeitraum bis zum Jahr 2000 keine Wartungs- oder Instandhaltungsarbeiten vorgenommen. Erst im Jahr 2001 wurden für diese Fenster Wartungsverträge abgeschlossen.

Im nebenstehenden Diagramm sind die prozentualen Anteile der Fenster aufgeführt, bei denen in den Jahren 1997 bis 2000 einzelne oder mehrere Funktionsstörungen beobachtet wurden. In fast allen Gruppen und bei allen Rahmenmaterialien nahmen sie von Jahr zu Jahr zu. Immer häufiger waren Fehlfunktionen, streifende Dichtungen usw. festzustellen. Der Rückgang in einigen Gruppen kommt entweder durch eine sehr geringe Anzahl zugänglicher Fenster im entsprechenden Jahr zustande oder ist Folge von Mängelbeseitigungen. Im Diagramm ist auch der jeweilige prozentuale Anteil von Mängelmeldungen durch Mieter aufgeführt. Ein großer Teil dieser Meldungen erfolgten 1997 und

Einfluss der Nutzer

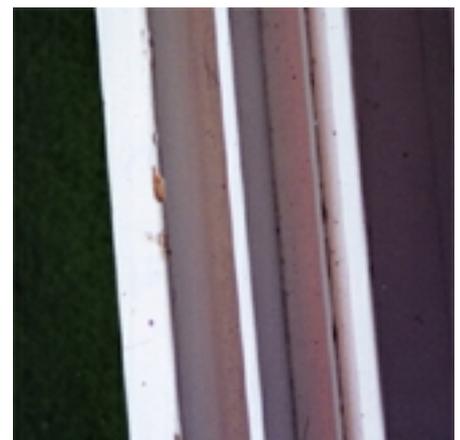
Das Öffnen und Schließen der Fenster gehört zum bestimmungsgemäßen Gebrauch von Fenstern. Der Umfang und die Art des Gebrauchs kann stark variieren und ist vor allem vom Nutzerverhalten bestimmt. In den Begehungen wurde das Nutzerverhalten in Teilen über ein Registrieren von Beschädigungen erfasst. Bei der Begehung 1997 waren ca. 70 solcher Fälle aufgefallen, 1998 waren es knapp 200, 1999 über 250 und im Jahr 2000 225 Fälle. Der Rückgang bei der Begehung 2000 ist mit darauf zurückzuführen, dass einige der festgehaltenen Merkmale in der Zwischenzeit nicht mehr klar von Abnutzungs- bzw. Alterungserscheinungen, wie Veränderungen in der Oberfläche oder Beschädigungen durch Fehlfunktionen, zu unterscheiden waren. Unter Berücksichtigung von Fenstern mit mehreren beobachtbaren Merkmalen ergeben sich kleine bis größere Be-



1) 1998 sehr geringe Begehungsquote

Anteil Fenster mit Merkmalen im Bereich Funktion

98. Sie bezogen sich nicht nur auf die Funktion. Die Beseitigung der Mängel durch die AN war in der Regel mit einer Art Wartung verbunden. Im Mittel zeigten sich schon 1997 an jedem dritten Fenster Störungen der Funktion und im letzten Beobachtungsjahr 2000 an zwei Dritteln der Fenster. Dies unterstreicht, wie wichtig für alle Fenster eine erste Wartung nach ein bis spätestens zwei Jahren - in jedem Fall jedoch innerhalb der Gewährleistungsfrist - ist.



Kratzspuren

schädigungen an ca. 25 % der Fenster. Die am häufigsten vorkommenden Beschädigungen sind Kratzer, Nägel, überstrichene Bereiche oder Verfärbung in bzw. auf den Oberflächen. Diese Schäden werden die Nutzungsdauer nur sehr gering beeinflussen. Dazu kommen gequetschte Dichtungen durch Kabeldurchführungen, angebohrte Profile für die Befestigung von Rollos, gelöste Fensterbleche auf den Loggien oder durch Haustiere angeagte Verglasungsdichtungen. Bei diesen Fällen kann die technisch mögliche Nutzungsdauer schon deutlich verkürzt werden. Große Schäden und Beschädigungen im Außenbereich, die eindeutig zu einem frühzeitigen Austausch der Fenster führen werden, wurden nur an wenigen Fenstern festgestellt.

Überstreichung durch Nutzer

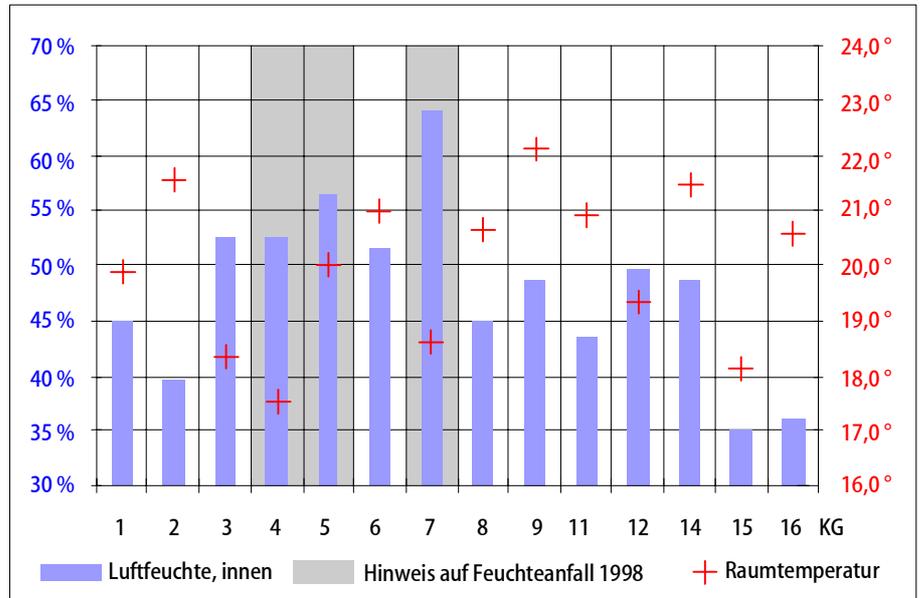


Die Lüftungsproblematik

Schon kurz nach dem Einbau meldeten sich bei der Wohnungsbaugesellschaft Mieter wegen Feuchteanfall an den neuen Fenstern. Mit Beginn der Heizperiode begannen die Scheiben zu beschlagen und es kam in einigen Wohnungen zu Schimmelbefall. Im Rahmen von thermographischen Messungen an einigen Fenstern wurde deshalb auch die Luftfeuchte in den jeweiligen Wohnungen aufgenommen. Im nebenstehenden Diagramm sind die im Februar 1997 in 14 Wohnungen gemessenen Werte dargestellt. In den Wohnungen 4, 5 und 7 wurden bei der Begehung 1998 Hinweise auf Feuchteanfall gefunden. In der Wohnung 3 waren zum Zeitpunkt der Messungen die Fenster zwar beschlagen, zeigten aber 1998 keinerlei Spuren von Feuchtebefall.

In ca. einem Drittel aller Wohnungen wurden in den (sommerlichen) Begehungen mehr oder weniger starke Hinweise auf Feuchteanfall gefunden. Hatten diese Hinweise bis 1999 noch zugenommen, waren sie bei der Begehung 2000 deutlich geringer geworden.

Hohe Raumluftfeuchte in Verbindung mit geringen Raumtemperaturen, zum Teil nicht ausreichende mechanische Lüftung und unterschiedliche U-Werte der Scheiben kommen als mögliche Ursache in Frage, konnten aber nur in Teilbereichen kau-



Raumluftfeuchte und -temperatur in ausgewählten Wohnungen 02/97

sal zugeordnet werden. Angesichts von Schimmelbildung und Schwierigkeiten der Mieter mit der verringerten freien Lüftung über Fensterfugen sollte ein Fensteraustausch grundsätzlich mit der Sicherung eines ausreichenden Luftwechsels gemäß DIN 1946 verbunden sein.



Verfärbung durch Schimmelpilze

Alterungsverhalten

Ein Teil der Belastungen wie Regen und Sonne wirken ständig auf die Fenster ein und führen nur allmählich zu Veränderungen. In der Untersuchung konnte dieses sogenannte Alterungsverhalten über einen Zeitraum von 5 Jahren untersucht werden. Dieser Zeitraum reicht zwar nicht aus, gesi-

cherte Aussagen zum Verhalten einzelner Systeme treffen zu können, allerdings konnten mit den Untersuchungsergebnissen eine Reihe von Wirkungszusammenhänge vertieft und maßgebliche Einflüsse zugeordnet werden. Bei den jährlichen Begehungen wurden, wie schon einleitend

dargestellt, an den einzelnen Fenstern ca. 120 verschieden definierte Veränderungsmöglichkeiten, wie z.B. eine um 0,2 mm geöffnete Fuge an der Brüstung eines Flügels der Holzfenster, als zutreffendes oder nicht zutreffendes Merkmal erfasst.

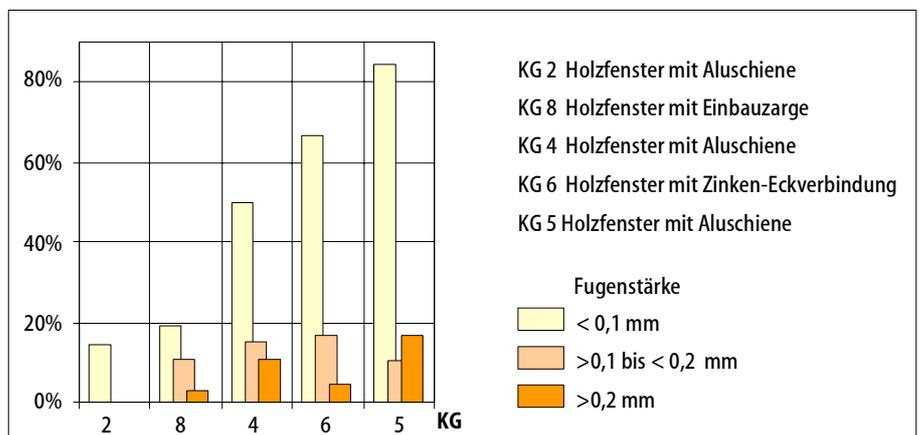
Brüstungsfugen

Für die Brüstungsfugen wurden insgesamt drei Merkmale verwendet, um den Zustand bzw. die Veränderung festhalten zu können:

- < 0,1 mm (Haarfuge)
- >0,1 bis <0,2 (erkennbar gerissen)
- > 0,2 mm (messbarer Riss)

Im nebenstehenden Diagramm wird der Zustand nach fünf Jahren bei fünf der untersuchten KG aufgezeigt. In der KG 2 sind nur an knapp 15 % der Fenster Haarfugen zu erkennen gewesen. In den übrigen Gruppen waren neben zunehmend mehr Haarfugen auch Risse zu finden. Bei steigendem Anteil von Haarfugen waren auch

Beispiele für KG mit hohen Merkmalsquoten bei Brüstungsfugen



an den gleichen Fenstern an anderen Stellen mehr Risse zu finden.

Die Brüstungsfugen öffnen sich bei Fenstern in den oberen Geschossen und mit fehlendem baulichen Schutz deutlich häufiger. Im Mittel waren an in großer Höhe eingebauten Fenstern 30 % und solchen mit geringem baulichen Schutz 40 % häufiger Veränderungen an den Fugen zu beobachten. Der Einfluss der Ausrichtung der jeweiligen Fassade war, wie eingangs erläutert, weniger deutlich zu erkennen, u.a. weil er von den beiden vorgenannten Einflüssen überlagert wird. Eine geöffnete

Brüstungsfuge kann, wie in der rechts stehenden Abbildung zu erkennen ist, zur Zerstörung des umliegenden Holzes und zu starker Verkürzung der Lebensdauer führen.

Die in die Untersuchung speziell wegen der Fugenproblematik aufgenommene Zinken-Eckverbindung hat sich nicht bewährt. Bei dieser Konstruktion zeigten sich (siehe mittlere Abbildung) sehr häufig geöffnete Fugen.



Holzerstörung bei einer Brüstungsfuge an einem Pfosten

Lackoberflächen.

Um die Maßhaltigkeit zu erhalten, müssen Fensterprofile aus Holz gegen Bewitterung geschützt werden. Dies geschieht mit einer Beschichtung aus organischem Lack oder einer Beplankung mit einem witterungsstabilen Material wie Aluminium. Da Lackierungen wie fast alle organischen Materialien von UV-Strahlen, Feuchtigkeit und Temperatur verändert werden, müssen die Flächen gewartet, unterhalten, instandgesetzt und ggf. erneuert werden. Bei den untersuchten Holzfenstern wurde als Decklack durchgehend ein wasserdisperser Acryllack aufgebracht. Als Grundierung wurden bei einigen Gruppen auch Alkydharzlacke eingesetzt. Die Beobachtung des Alterungsverhaltens der Beschichtungen erfolgte in Anlehnung an die für geregelte Bewitterungsversuche definierten Prüfmethode. Als Veränderungsmerkmale wurden neben Verkneifen, Verfärbungen und Durchschlägen, das Abblättern, Risse und Blasen nach ISO 6288 an Holzfenstern wurde bisher keine oder nur ansatzweise Verkneifung beobachtet. Verfärbungen der Lacke wurden bisher überwiegend innen beobachtet und stammen vor allem von Rauchern. Bei einigen Fenstersystemen waren von Begehung zu Begehung zunehmend Harzdurchschläge zu erkennen (siehe Abbildung rechts). Zusammenhänge zur Exposition der Fenster konnten dabei nicht nachgewiesen werden.

Ein fast durchgängiges Merkmal der eingesetzten Acryllacke ist eine sehr feine Porosität der Oberfläche, die sich durch Schmutzablagerungen mit den Jahren deutlicher zeigt. Die Poren sind mit dem bloßen Auge kaum wahrzunehmen. Bei

einer 10fachen Vergrößerung sind Öffnungen zu erkennen, die wie geplatze Bläschen wirken. Diese oberflächlichen Poren weisen nach Aussagen von Herrn Laurich, ift Rosenheim, auf Lufteinschlüsse im Lack hin. In den Öffnungen wird feiner Staub eingelagert und führt dann zu einer Art Vergrauung der Oberfläche. Auf Grund der Vergrauung waren diese offenen Poren bei der Begehung 2000 besonders auffällig und wurden nur in der KG 6, die beim Einbau von Hand lackiert wurde, nicht beobachtet. Die Lufteinschlüsse und Poren sind vermutlich auf eine Lackierung im Sprühverfahren zurückzuführen, bei der ein Teil des Sprühnebels im trocknenden Lack verbleibt.



Geöffnete Fuge bei der Zinken-Eckverbindung

Durchschlag der Holzinhaltstoffe



⁷ Zu der Prüfung in der Freibewitterung siehe "Alterungsverhalten von Anstrichsysteme auf Holz" . Richtlinie 10 zum Merkblatt Anstrichsysteme für Holzfenster"; ift Rosenheim (Hrsg.); Rosenheim 1991

Konsequenzen aus der ökologischen Bewertung

Hinweise für die Ausschreibung

Der Austausch von Fenstern führt nur dann zu einer Verbesserung der Wohnqualität, wenn der Auftraggeber (AG) zielgenau ausschreibt und der Auftragnehmer (AN) mit ausreichender Qualität produziert und einbaut. Jeder Fehler in der Planung oder Ausführung verkürzt die Lebensdauer der Fenster und beeinflusst damit nicht nur die Nutzungskosten sondern auch die ökologische Bilanz dieses Bauteils.

Besonders die handwerkliche Qualität von Holzfenstern muss durch entsprechende

Forderungen in der Ausschreibung klar definiert werden. Bei pauschalen Ausschreibungstexten bieten u.U. mehr Firmen mit niedrigen Preisen mit, was nicht nur den Vergleich erschwert, sondern in der Regel zu schlechteren Einbauergebnissen führt. Die Untersuchungsergebnisse unterstreichen, wie wichtig es ist, die bauliche Situation und die notwendigen Anschlüsse in Ausschreibung und Vergabe ausreichend darzustellen und zu vermitteln. Nur bei rechtzeitiger Information kann der AN spe-

zielle Anschlüsse für die Wandaufbauten wie die der WBS 70 oder des Plattenbautyps P2/11 anbieten. Alle Details, die erst nach einer Ausschreibung bekannt werden, führen zu Nachforderungen und damit zu Mehrkosten.

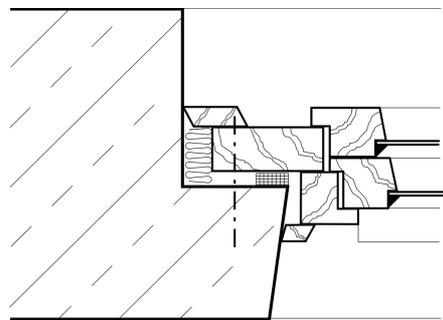
In der nachfolgenden Zusammenstellung sind die wichtigsten Unterschiede in den Wandaufbauten und den daraus resultierenden Bauwerksanschlüssen der unterschiedlichen Typen des Großtafelbaus aufgeführt.

Angaben zur Einbausituation Typ QP 71

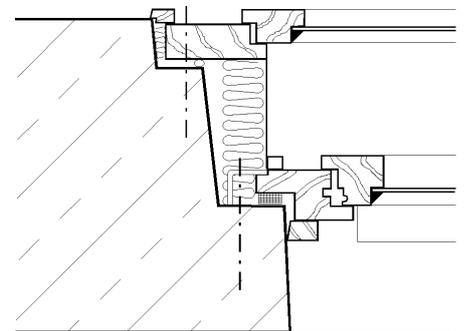
Bei Gebäuden des Typs QP 71 bilden die monolithisch ausgebildeten Wände den Fensteranschlag. Die Befestigung der vorhandenen Fenster erfolgte an dafür eingelassenen Hölzern mit Holzschrauben.

Bei Schallschutzfenstern gibt es an der inneren Laibung einen zusätzlichen Falz, der nach einem Ausbau der alten Fenster frei liegt. Beim Einbau müssen diese Flächen entweder gespachtelt und neu gestrichen werden oder durch eine dafür geeignete Verblendung abgedeckt werden. In der Ausschreibung sollten die Bereiche, in denen bisherige Schallschutzfenster eingebaut waren, getrennt aufgelistet und beschrieben werden.

Bestand beim Typ QP 71



Bestand bei Schallschutzfenster

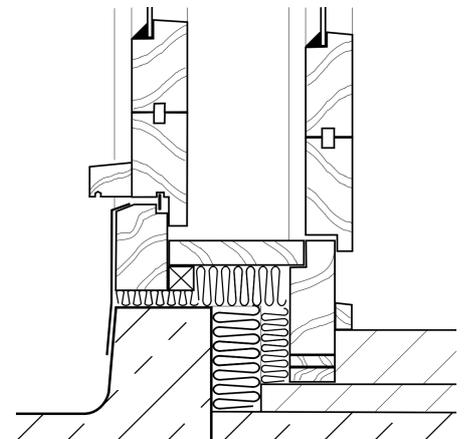


Angaben zur Einbausituation Typ P2

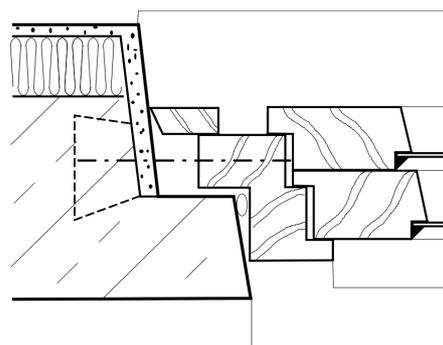
Bei diesen Gebäuden ist die Wand einschalig und hat bei Standardfenstern (Verbundfenster) eine innenliegende, verputzte Dämmschicht. Die Laibung verläuft nach innen leicht konisch öffnend. Beim zweischaligen Wandaufbau des Typ P2/11 erfolgte die Befestigung der Fenster mittels Stahlstiften Ø10 mm an dafür in der Laibung einbetonierten Hölzern.

Bei Einbau von Schallschutzfenstern wurde die innere Laibung zusätzlich gedämmt, beim Ausbau liegt diese Dämmschicht frei. Besonders die in der Abbildung auf der Mitte dieser Seite zu erkennende Dämmung unter dem inneren Antritt liegt nach dem Ausbau der alten Türen frei und muss beim Einbau nicht nur ersetzt, sondern durch eine entsprechend ausgebildete Schwelle abgedeckt werden. In der Ausschreibung sollten die Bereiche, in denen bisherige Schallschutzfenster eingebaut waren, getrennt aufgelistet und beschrieben werden.

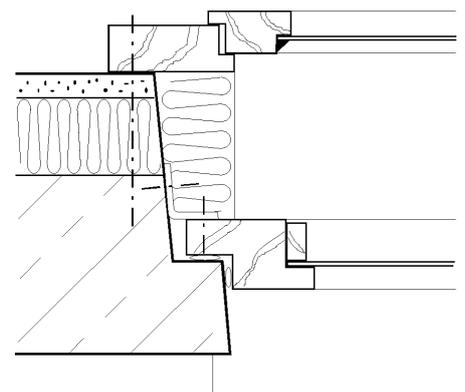
Türanschluss P2
Schallschutzfenster



Bestand beim Typ P2



Bestand bei Schallschutzfenster

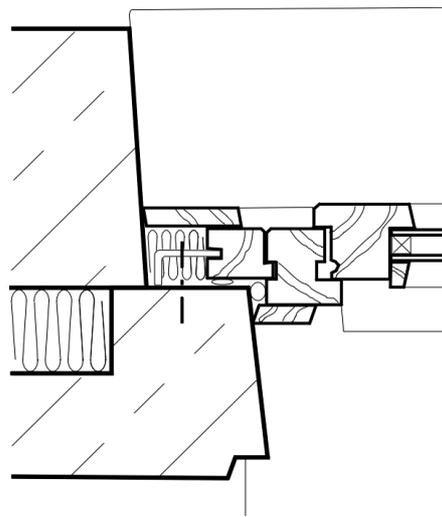


Angaben zur Einbausituation Typ WBS 70 Ratiostufe I

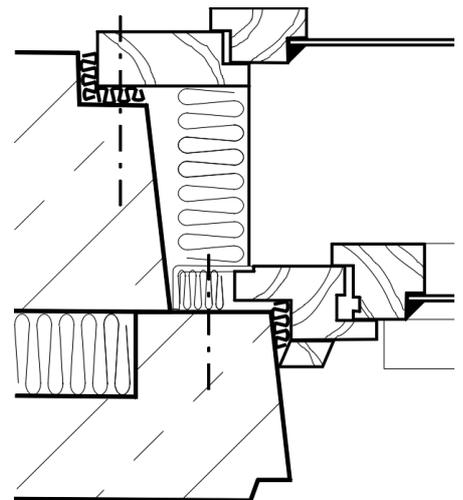
Gebäude der Ratiostufe I aus der Typenserie WBS 70 haben einen dreischichtigen Wandaufbau mit einer inneren Tragschale, einer Dämmung und einer äußeren Wetterschale. Die äußere Schale ist zur Bildung der Fensterlaibung nach innen vor die Dämmschicht abgewinkelt. Damit ergibt sich eine konstruktive Wärmebrücke, die nur mit einer zusätzlichen Außendämmung wirksam vermieden werden kann. Ohne diese Dämmung werden neue Fenster stark durch Kondensatbildung im Bereich der Wärmebrücke gefährdet und können schon nach wenigen Jahren zum Sanierungsfall werden.

Die innere Laibung verläuft konisch nach innen öffnend. Die vorhandenen Fenster sind an der äußeren Wetterschale mit Stahlwinkel, Holzschrauben und Spreizdübeln befestigt. Die Befestigung der neuen Fenster hat aus konstruktiven und dämmtechnischen Gründen an der inneren Schale zu erfolgen.

Dort, wo in der Ratiostufe I Schallschutzfenster eingebaut wurden, liegt nach dem Ausbau alter Fenster die innere Schale der Wand frei und muss bearbeitet oder mit geeigneten Profilen verkleidet werden. In der Ausschreibung sollten die Bereiche, in denen bisherige Schallschutzfenster eingebaut waren, getrennt aufgelistet und beschrieben werden.

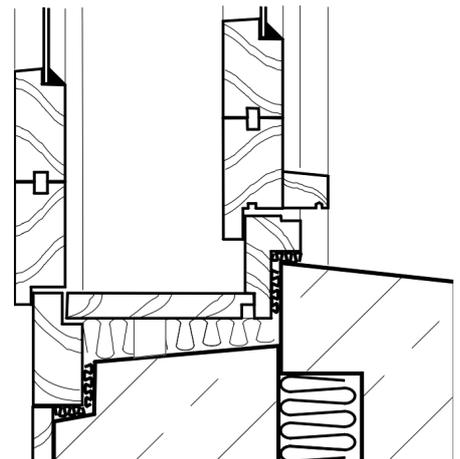


Bestand beim Typ WBS 70 RS II



Bestand bei Schallschutzfenster

Türsituation Ratiostufe I bei Einbau von Schallschutzfenster

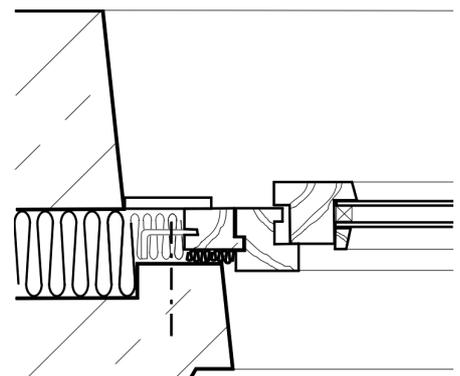


Angaben zur Einbausituation Typ WBS 70 Ratiostufe II

Bei der zweiten Variante des Typs WBS 70, der Ratiostufe II wurde die Abwinkelung der äußeren Schale vor die Dämmung wesentlich geringer dimensioniert und damit die konstruktive Wärmebrücke weitgehend vermieden. Bei dieser Konstruktion wird beim Ausbau der alten Fenster die Dämmschicht offengelegt und muss, soweit bei der Demontage beschädigt, nachgestopft werden.

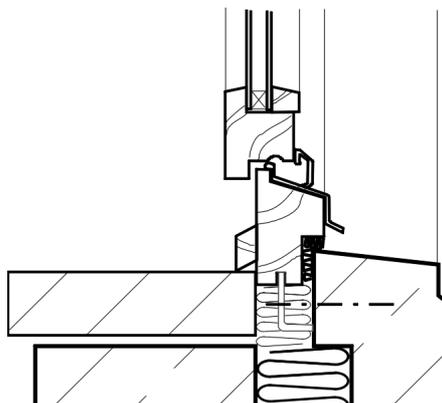
Die innere Laibung verläuft konisch nach innen öffnend. Die vorhandenen Fenster sind an der äußeren Wetterschale mit Stahlwinkel, Holzschrauben und Spreizdübeln befestigt. Die Befestigung der neuen Fenster hat aus konstruktiven und dämm-

Wandaufbau mit Isolierglasfenster

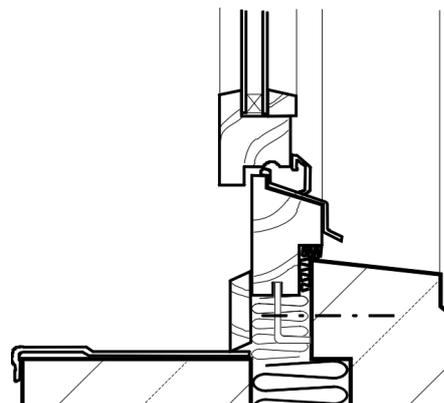


technischen Gründen an der inneren Schale zu erfolgen.

In einem Teil der Wohnungen wurden bei den Türen innen ein Antritt aus Betonwerkstein eingebaut. Da die Befestigung der Türelemente im Bereich des Antritts liegt, muss er bei dem Ausbau der alten Elemente herausgenommen werden. Die freiwerdende Fläche muss entweder mit einer neuen Schwelle oder durch Oberflächenbeschichtung der frei liegenden Betonfläche abgedeckt werden.



Türsituation Ratiostufe II mit Antritt



Türsituation ohne Werkstein-Antritt

Angaben zu Rückbau und Entsorgung

Beim Ausbau der alten Fenster wurde deutlich, dass die ausgehärteten Dichtstoffe der auszubauenden Fenster zum Teil sehr stark am Mauerwerk haften, was zum Ausbruch von Teilen des Anschlages führte. Um bei der Montage der neuen Fenster die für eine einwandfreie Abdichtung und Dämmung am Anschlag notwendige durchgehende und ebene Fläche zu erhalten muss in der Ausschreibung deshalb eine Eventualposition zur Ausbesserung von Ausbrüchen an den Fensteranschlagen mit geeigneten Baustoffen (z.B. Schnellzement) enthalten sein.



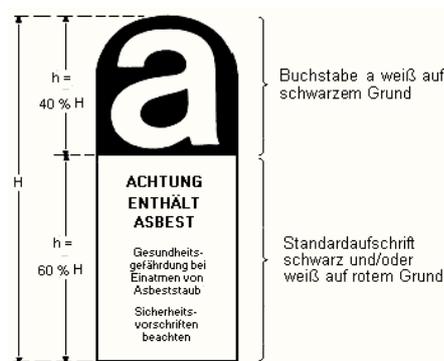
Ausbruch durch Demontage der Fenster

Asbesthaltiger Fugenkitt (z.B. Morinol)

Beim Rückbau von Fenstern in Gebäuden des Großtafelbaus muss vor der Ausschreibung durch einen entsprechenden Gutachter geklärt werden, ob Fugenmaterialien mit Asbestfasern (z.B. Morinol) vorhanden sind. Werden diese Materialien mit falschen Techniken ausgebaut, kann es zu erheblichen Belastungen der Bewohner kommen. Um ordnungsgemäße Leistungen und vergleichbare Angebote zu erhalten, muss bei der Ausschreibung auf Art und Umfang der nötigen Verfahren und den Anfall besonders überwachungsbedürftiger Abfälle hingewiesen werden.

Der Ausbau asbesthaltigen Fugenkitts hat nach der BGI 664, Verfahren mit geringer Exposition gegenüber Asbest bei Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten (bisher ZH 1/511) zu erfolgen. Die BGI 664 nennt in Teil 20 die Verfahren und Gefahrenhinweise für den Ausbau von Fensterrahmen und Türen mit asbesthaltigem Fugenkitt (Morinol). Gefordert ist die Benennung eines sachkundigen Verantwortlichen nach TRGS 519, die einmalige unternehmensbezogene Anzeige vor Aufnahme der Arbeiten an zuständige Aufsichtsbehörde

und Berufsgenossenschaft gemäß § 37 Gefahrstoffverordnung bzw. Nummer 3.2 TRGS 519, das Erstellen einer Betriebsanweisung und Unterweisung der beim Umgang mit asbesthaltigen Gefahrstoffen beschäftigten Arbeitnehmer nach § 20 Gefahrstoffverordnung, eine Arbeitsausführung nur durch fachkundige und in das Arbeitsverfahren eingewiesene Personen. Die Entsorgung hat gemäß den Anforderungen des Merkblatts "Entsorgung asbesthaltiger Abfälle" der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) zu erfolgen. Asbesthaltige Abfälle dürfen grundsätzlich nicht geworfen, geschüttet, zerkleinert oder geschreddert werden. Sie sind entsprechend den Annahmebedingungen des zuständigen Abfallbeseitigers unter Beachtung der gefahrgutrechtlichen Bestimmungen zu verpacken (luftdicht in reißfesten Behältnissen) und entsprechend Nummer 9.3 Abs. 2 der TRGS 519 (siehe nebenstehende Abbildung) zu kennzeichnen.



Kennzeichnung für asbesthaltige Abfälle

Kontrolle der Einbauergebnisse

Nur mit einer zeitnahen und fachkundigen Kontrolle der Montage der Fenster kann die Einhaltung der geforderten Qualität und die damit zu erzielende Nutzungsdauer gewährleistet werden. Es reicht nicht aus, die Fenster nach der Montage im Rahmen der Abnahme zu kontrollieren, da z.B. die Qualität der Bauwerksanschlüsse in diesem Stadium nicht mehr einsehbar ist. Deshalb sollten im Verlauf einer Fenstermontage die wichtigsten Arbeitsschritte stichprobenartig kontrolliert werden.

Während der Demontage der Fenster sind die Einhaltung der Sicherheitsvorkehrungen bei z.B. asbesthaltiger Fugenmassen, danach die Ausbesserung von Ausbrüchen in der Laibung besonders zu kontrollieren. Bei der Montage der Fenster sollte auf die Handhabung der Verstopfung bzw. Dämmung der Bauteilanschlüsse und auf die Klotzung der Befestigungspunkte geachtet werden. Wärmebrücken auf Grund mangelhafter Dämmung sind nach dem Verschließen der Anschlüsse nur noch durch aufwendige thermographische Messungen nachweisbar. Die Abdichtung unterhalb der Fensterbänke ist ebenfalls nur vor der Beendigung der Montage einsehbar.

Die Einhaltung der in der RAL-Montageanleitung geforderten Abstände der Befestigung und der Einsatz falscher Befestigungsmittel sind im Rahmen der Mängelbeseitigung nur mit erheblichen Aufwand zu korrigieren und sollte deshalb schon bei der Montage der ersten Fenster kontrolliert werden.

Im Rahmen der Untersuchung wurden eine Reihe wiederkehrender Montagefehler beobachtet, die zu aufwendigen Nacharbeiten mit zusätzlichen Belastungen der Mieter führen. Durch einen frühzeitigen Hinweis bei der Montage z.B. auf Transportschäden oder Beschädigungen der Oberflächen können sie noch im ersten Durchgang und nicht erst im Rahmen einer Mängelabarbeitung behoben werden.

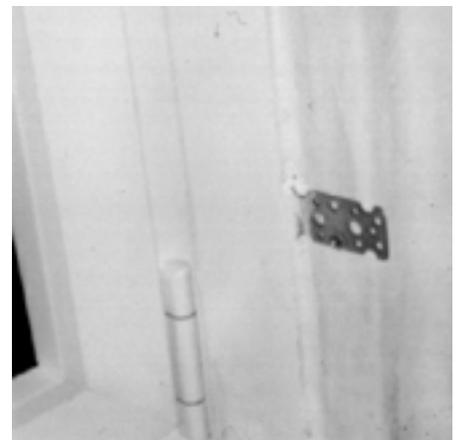
In der Fensterskizze auf der nächsten Seite werden die für die Abnahme relevanten Bereiche des Fensters gekennzeichnet und in einer Checkliste aufgeführt. Auf der nachfolgenden Kontrollliste werden die wichtigsten Prüfungsmerkmale für die einzelnen Punkte aufgezählt. Unter Berücksichtigung der auf der Liste aufgeführten Anforderungen können Ausführungsqualität und eventuell bestehende Mängel festgehalten werden.



Ausfüllen von Ausbrüchen mit Dichtstoff



Risse im Lack nach der Befestigung

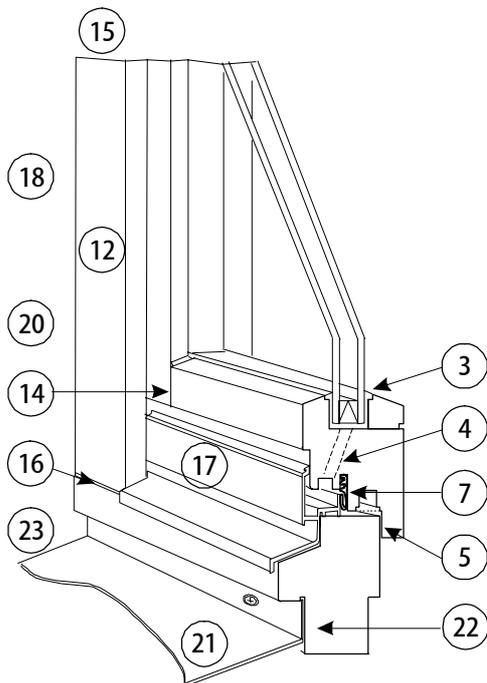
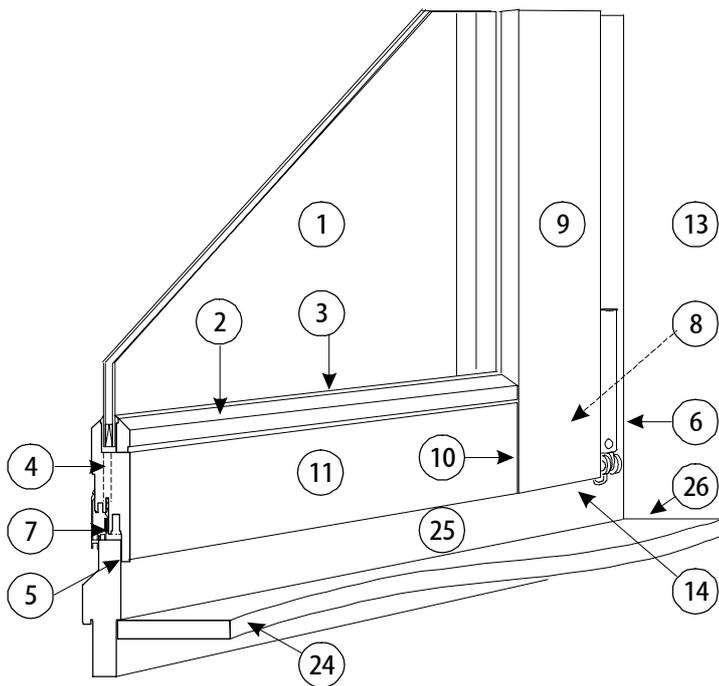


überstehende Befestigungswinkel



sichtbare Verschämung unter Fensterbrett

Checkliste Abnahme - Holzfenster -



In den Skizzen sind nicht alle aufgelisteten Bereiche dargestellt.

- ① Glasscheibe
- ② Glasleisten
- ③ Glasdichtung
- ④ Dampfdruckausgleich
- ⑤ Sitz des Flügels im Rahmen
- ⑥ Gängigkeit von Griff und Beschlügen
- ⑦ Sitz der Flügeldichtung
- ⑧ Flügeldichtung, Eckverbindung
- ⑨ Holzprofile
- ⑩ Flächenversatz
- ⑪ Lackauftrag
- ⑫ Zustand der Oberfläche
- ⑬ Sitz der Beschlüge am Flügelprofil
- ⑭ Flügelprofilverbindung
- ⑮ Sitz der Beschlüge am Rahmen
- ⑯ Rahmenprofilverbindung
- ⑰ Wetterschiene
- ⑱ Abdichtung außen
- ⑲ Verleistung außen
- ⑳ Zustand der Laibung
- ㉑ Ausführung Fensterblech/Antritt
- ㉒ Befestigung Fensterblech/Antritt
- ㉓ Anschlussdichtung Fensterblech/Antritt
- ㉔ Ausführung Fensterbank innen
- ㉕ Anschlüsse Fensterbank innen
- ㉖ Abdichtung innen
- ㉗ Deckleisten, Laibungsverkleidung

Liste der Prüfungserfordernisse bei der Abnahme von Holzfenstern

1	Glasscheibe:	Trübung, Kondensat oder Beschädigungen, innere Abdichtung	<input type="checkbox"/>
2	Glasleisten:	Fugen zum Rahmen, Zustand der Gehrungen	<input type="checkbox"/>
3	Glasdichtung:	Sitz des Vorlegebandes, bei gespritzter Dichtung - Fehlstellen oder negative Neigung, bei Trockenverglasung - Sitz des Verglasungsprofils	<input type="checkbox"/>
4	Dampfdruckausgleich:	Öffnung vorhanden und frei	<input type="checkbox"/>
5	Sitz des Flügels im Rahmen:	Andruck am Rahmen, streifende Dichtungen	<input type="checkbox"/>
6	Griffe und Beschlägen:	Gängigkeit bei Schließ- und Kippfunktion	<input type="checkbox"/>
7	Sitz der Flügeldichtung:	Sitz in der Nut und/oder Klebung auf dem Profil	<input type="checkbox"/>
8	Flügeldichtung, Eckverbindung:	geklebt/geschnitten, Spannung auf den Ecken	<input type="checkbox"/>
9	Holzprofile:	Ausrisse, Keilzinkung, Maserung unter Lack sichtbar	<input type="checkbox"/>
10	Flügel-/Rahmenprofil:	Flächenversatz bei den Verbindungen	<input type="checkbox"/>
11	Lackauftrag:	Schichtdicke auf Oberfläche, Überdeckung der Kanten	<input type="checkbox"/>
12	Zustand der Oberfläche:	Poren, Blasen, Risse, Verfärbungen im Lack	<input type="checkbox"/>
13	Sitz der Beschläge am Flügelprofil:	Beschädigung durch Montage, Schrauben abgedeckt	<input type="checkbox"/>
14	Flügelprofilverbindung:	Verleimung, Schlitz/Zapfen, Brüstungsfugen	<input type="checkbox"/>
15	Sitz der Beschläge am Rahmen:	Beschädigung durch Montage, Schrauben abgedeckt	<input type="checkbox"/>
16	Rahmenprofilverbindung:	Verleimung, Brüstungsfugen, Pfostendübelung, Kopplungen	<input type="checkbox"/>
17	Wetterschiene / Wetterschenkel:	Sitz und Befestigung, Tropfkanten	<input type="checkbox"/>
18	Abdichtung außen:	Sitz des Kompribandes / Ausführung des Dichtstoffes	<input type="checkbox"/>
19	Verleistung außen:	Befestigung, Abdeckung von Nägeln	<input type="checkbox"/>
20	Zustand der Laibung:	Reparatur von Ausbrüche durch Ausbau	<input type="checkbox"/>
21	Ausführung Fensterblech/Antritt:	Abkantung, Scharfkantigkeit, Neigung	<input type="checkbox"/>
22	Befestigung Fensterblech/Antritt:	Verklebung, Verschraubung, Entdröhnung	<input type="checkbox"/>
23	Fensterblech/Antritt:	Anschlussdichtung, Dichtstoff / Dichtprofil	<input type="checkbox"/>
24	Ausführung Fensterbank innen:	Oberfläche, Neigung, Kanten	<input type="checkbox"/>
25	Anschlüsse Fensterbank innen:	Fugen geschlossen, Dichtstofffugen, Unterseite geschlossen	<input type="checkbox"/>
26	Abdichtung innen:	sichtbar, durchgehend, ohne Risse	<input type="checkbox"/>
27	Deckleisten, Laibungsverkleidung	genagelt / geklebt, dicht anliegend, Oberfläche	<input type="checkbox"/>

Wartung der Fenster

Wie zuvor ausgeführt, waren bei den untersuchten Fenstern schon im ersten Jahr nach dem Einbau eine Reihe von Veränderungen an den Beschlägen und Dichtungen zu beobachten, mit denen eine Beeinträchtigung des Gebrauchs verbunden war. Diese Veränderungsmerkmale verstärkten sich von Jahr zu Jahr überall dort, wo keine Wartungshandlungen ausgeführt wurden. Die Erfahrungen der Untersuchung zeigen eindeutig, dass ein bis maximal zwei Jahre nach dem Einbau eine erste Wartung erfolgen muss. Da innerhalb des Untersuchungszeitraumes keine systematische Wartung erfolgte, können im Rahmen dieser Studie keine weiteren Aussagen zu Wartungsintervallen getroffen werden. Das ift Rosenheim empfiehlt für Holzfenster im Wohnungsbau ein- bis zweijährige Wartungsintervalle⁸. Mit einem Kontroll- und Wartungsgang ein Jahr nach dem Einbau könnten nicht nur die ersten Schäden frühzeitig beseitigt werden, sondern auch die kritischen Bereiche eines Systems bzw. eines Auftragnehmers identifiziert, im Rahmen der Gewährleistung beseitigt oder nötigenfalls frühzeitig instandgesetzt werden. Aus den Erfahrungen der Begehungen erscheint es sinnvoll, bei Kontrolle, Wartung und Instandhaltung im Großtafelbau folgende Bereiche zu unterscheiden:

1. Beschläge = Funktion
2. Fensterrahmen = Profile / Eckverbindungen
3. Verglasung
4. Oberflächen
5. Bauwerksanschlüsse

Als Wartung werden all die Arbeiten bezeichnet, mit denen die Funktion der Fenster aufrechterhalten wird und die mit einem kleinen Satz an Werkzeug von einem entsprechend geschulten Mitarbeiter ausgeführt werden können. Zu den Wartungsarbeiten gehören:

- Bänder und Griffe von starken Verschmutzungen reinigen und die beweglichen Teile fetten
- Beschläge mit entsprechendem Werkzeug nachjustieren
- Dichtungsprofile, die aus ihrer Nut gerissen sind, zurückdrücken
- Lose Verschraubungen an Rahmen, Wetterschiene und Beschlägen nachziehen

- Kleine Fugen an Eckverbindungen bei Holzfenstern abdichten (Acrylat)
- Kleine Beschädigungen der Beschichtung reparieren

Im Bereich Rahmen und Eckverbindungen ist die einzig mögliche Wartungshandlung die Versiegelung von offenen Brüstungsfugen. Im Bereich Verglasung können verschlossene oder verstopfte Öffnungen zum Dampfdruckausgleich geöffnet werden. Bei der Beschichtung sollten kleine Beschädigungen mit einem Reparaturlack getupft werden, um ein weiteres Eindringen von Feuchtigkeit zu unterbinden. Bei größeren Schäden in der Oberfläche muss allerdings im Rahmen einer Instandhaltung die Erneuerung der Oberfläche erfolgen.

Die Wartung der Fenster wird sinnvoller Weise mit einer Kontrolle gekoppelt. Die Menge und Aufteilung der für die Wartung und Instandhaltung relevanten Merkmale sollte so erfolgen, dass bei der wiederholten Kontrolle Veränderungen nachvollzogen werden können.

Unter Instandsetzung werden die Arbeiten verstanden, bei denen zu Erhaltung der Funktion ein Teil des Fensters ausgewechselt werden muss:

- Beschläge und Griffe austauschen
- Flügeldichtung austauschen
- gerissener oder gelöster Dichtstoff herausnehmen und neu einbringen
- austretendes oder verhärtetes Kompriband austauschen
- Vorlegebänder austauschen
- Glasscheiben austauschen
- Wetterschenkel oder Wetterschiene austauschen
- Oberfläche überstreichen (oder)
- Oberfläche erneuern

Instandsetzungsarbeiten können nicht im Rahmen einer Wartung, sondern müssen von entsprechend geschulten Mitarbeiter aus dem jeweiligen Gewerk ausgeführt werden. Bei einer Instandsetzung müssen die auszutauschenden Teile mitgeführt oder die Teile ausgebaut und nach der Reparatur wieder montiert werden. Eine Instandhaltung erfolgt auf Grund einer Meldung durch Mieter oder nach einem Kontrollgang.



Beschädigung am Rahmen durch nicht nachgestellte Beschläge

Ist das Fenster stark beschädigt und die Instandhaltung zu aufwendig, erfolgt ein Austausch des Bauteils.

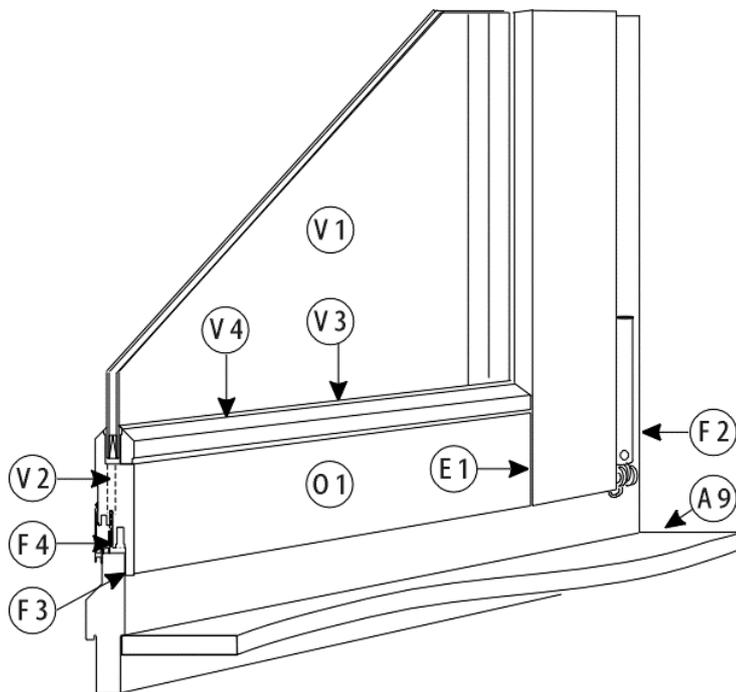
In den Fensterskizzen auf der nächsten Seite sind die Bereiche am Holzfenster, die bei einer Wartung zu begutachten sind, gekennzeichnet. In der zugehörigen Checkliste sind die jeweils zu erwartenden Veränderungen benannt. In der Kontrollliste werden diesen Merkmalen die notwendigen Handlungen zugeordnet.

Hängenden Flügel führen zu gerissener Eckdichtung



⁸ Alterung und Instandhaltung von Holzfenstern; ift Rosenheim im Auftrag der DGfH, München 1993; Wartungsvertrag S.2

Checkliste Wartung - Holzfenster -



F - Funktion

- F 1. Griff leichtgängig
- F 2. Bänder leichtgängig
- F 3. Flügel schließt ohne Widerstand
- F 4. Flügeldichtung streift nicht
- F 5. Flügeldichtung fest in der Nut
- F 6. Flügeldichtung löst sich auf
- F 7. Eckverbindung Flügeldichtung gerissen
- F 8. Wetterschiene reibt am Flügel
- F 9. Wetterschiene gelöst

V - Verglasung

- V 1. Scheibe muss gewechselt werden
- V 2. Dampfdruckausgleich offen
- V 3. Vorlegeband lose
- V 4. Dichtstoff/Dichtprofil innen Ablösung/Fuge
- V 5. Dichtstoff/Dichtprofil außen Ablösung/Fuge

E - Eckverbindung

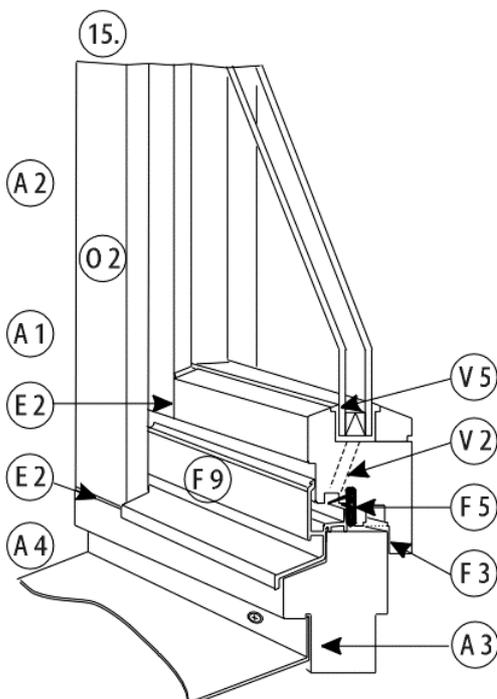
- E 1. Brüstungsfugen sichtbar
- E 2. Brüstungsfugen offen

O - Oberfläche

- O 1. Feinrisse im Lack
- O 2. Risse, Blasen, Abplatzungen

A - Anschlüsse

- A 1. Komprimband lose, ausgetreten, ausgehärtet
- A 2. Dichtstoff außen löst sich
- A 3. Befestigung Fensterblech
- A 4. Abdichtung Fensterblech
- A 5. Fensterblech zerstört
- A 6. Befestigung Antritt
- A 7. Abdichtung Antritt
- A 8. Antritt durchgetreten
- A 9. Abdichtung innen gerissen



In den Skizzen sind nicht alle aufgelisteten Bereiche dargestellt.

Liste der Kontrollfragen bei der Wartung von Holzfenstern

Bereiche	Kontrollfragen	Kontrolle	Wartung	Instandhaltung
F - Funktion	1. Griff leichtgängig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. Bänder leichtgängig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. Flügel schließt ohne Widerstand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4. Flügeldichtung streift nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5. Flügeldichtung fest in der Nut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6. Flügeldichtung löst sich auf	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	7. Eckverbindung Flügeldichtung gerissen	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	8. Wetterschiene reibt am Flügel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	9. Wetterschiene gelöst	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V - Verglasung	1. Scheibe muss gewechselt werden	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	2. Dampfdruckausgleich offen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. Vorlegeband lose	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4. Dichtstoff/Dichtprofil innen Ablösung/Fuge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5. Dichtstoff/Dichtprofil außen Ablösung/Fuge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E - Eckverbindung	1. Brüstungsfugen sichtbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	2. Brüstungsfugen offen	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
O - Oberfläche	1. Feinrisse im Lack	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	2. Risse, Blasen, Abplatzungen	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
A – Anschlüsse	1. Kompriband lose, ausgetreten, ausgehärtet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. Dichtstoff außen löst sich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. Befestigung Fensterblech	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4. Abdichtung Fensterblech	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5. Fensterblech zerstört	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	6. Befestigung Antritt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	7. Abdichtung Antritt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	8. Antritt durchgetreten	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	9. Abdichtung innen gerissen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Zusammenfassung

Im Geltungsbereich der Wohnungsbauförderungsbestimmungen 1990 (WFB 90) des Landes Berlin wurde die Verwendung schwermetallhaltiger Kunststoffenster verboten und die Verwendung von Aluminiumfenstern eingeschränkt. Daraus ergab sich die Aufgabenstellung, den Einsatz von Holzfenstern alternativ zu Kunststoff- und Metallfenstern zu prüfen und hinsichtlich der ökologischen, technischen, ökonomischen und sozialen Anforderungen zu bewerten.

Als zu untersuchender Einsatzbereich bot sich aufgrund des hohen Modernisierungsbedarfes die Fenstermodernisierung im Großtafelbau der ehemaligen DDR an.

Im Auftrag der Senatsbauverwaltung wurde 1995 das Projekt einer Fenstersanierung durch die Gesellschaft für ökologische Bautechnik (GFÖB Berlin mbH) und dem Institut für Fenstertechnik in Rosenheim (ift) in Kooperation mit der Wohnungsbaugesellschaft Marzahn begonnen

Das Projekt umfasste folgende Fragestellungen:

1. Welches Fensterrahmenmaterial bzw. welche Materialkombination kann hinsichtlich der Investitionskosten bei der Sanierung und der Instandhaltungskosten bei der zu erwartenden Lebensdauer zum Einsatz in industriell errichteten Wohngebäuden besonders empfohlen werden?
2. Welche Instandhaltungsmaßnahmen und -kosten sind für die Erhaltung der Fenster auch über einen längeren Zeitraum (ca. 10 Jahre) zu erwarten?
3. Bei welchem Material ist der geringste Instandhaltungsaufwand zu erwarten, und welche Instandhaltungszyklen und -maßnahmen sind zu empfehlen?
4. Wie sind die einzusetzenden Materialien ökologisch zu bewerten?
5. Wie sind die technischen Unterschiede beim Einsatz im Mietwohnungsbau zu bewerten, welche technischen Anforderungen sind bei der Ausschreibung an Neufenster zu stellen?

Zu Beginn des Projektes wurden die zur Untersuchung vorgesehenen Fenstervarianten in Holz-, Kunststoff-, und Holz-Aluminiumausführung ausgewählt. Nach Festlegung der Prüfkriterien, der Ausschreibungs-, Herstellungs- und Einbautechniken wurden insgesamt ca. 500 Fenster 1996 eingebaut. Nach erfolgtem Einbau wurden die Fenster genau dokumentiert.

In den Jahren 1997 bis 1999 wurden sämtliche Fenster einmal jährlich an Hand einer umfangreichen Checkliste auf mögliche Veränderungen gegenüber dem Einbauzustand überprüft.

Nach Vorliegen der Forschungsberichte 1995 und 1997 wurde die Beobachtungszeit um ein Jahr verlängert, so dass die Fenster erneut 2001 noch einmal geprüft wurden.

Die Ergebnisse insbesondere Bewertungskriterien als Entscheidungshilfen und Checklisten als Arbeitshilfen wurden in einem umfangreichen Schlussbericht dargestellt und sind in dieser Broschüre in Kurzform zusammengefasst.

Zur Zeit ist geplant, die Fenster nach einer Standzeit von ca. 8 Jahren noch einmal zur Erfassung des Langzeitverhaltens in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Holzforschung WKI zu überprüfen.