



Verband der Fenster- und
Fassadenhersteller e.V.
Walter-Kolb-Straße 1-7
60594 Frankfurt

Telefon +49 69 955054-0
Telefax +49 69 955054-11

www.window.de
vff@window.de



Bundesverband Flachglas e.V.
Mülheimer Straße 1
53840 Troisdorf

Telefon +49 2241 8727-0
Telefax +49 2241 8727-10

www.bundesverband-flachglas.de
info@Bundesverband-Flachglas.de

In neuem Licht: Studie zur energetischen Modernisierung von alten Fenstern

Stand 31.12.2007



In neuem Licht: Energetische Modernisierung von alten Fenstern

Gliederung

Vorwort

Zusammenfassung

1. Energetische Eigenschaften von Fenstertypen (1950 bis 2006)
2. Modernisierungspotenzial in Deutschland Ende 2006
3. Zur Wirtschaftlichkeit neuer Fenster
4. Austausch von Fenstern lohnt sich
5. Literatur

- Anhang 1 Grunddaten zum Fenstermarkt in Deutschland (1971-2006)
Anhang 2 Einzelergebnisse der Amortisationsrechnung 2007
Anhang 3 Verfahren zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit

Vorwort

Die vorliegende Studie baut auf einer Studie des VFF von 2002 und dem gemeinsamen Bericht von VFF und BF aus dem Jahr 2005 über die „Wirtschaftlichkeit von neuen Fenstern bei Nachrüstverpflichtung“ auf.¹

Anlass der Überarbeitung ist zum einen die Anpassung an den aktuellen Datenbestand im Bereich von Bau-tätigkeit und Wohnen mit Stand Ende 2006, zum anderen wird eine Unterteilung des Fensterbestands vor 1978 nach Fenstertypen vorgenommen. Damit kommen die Herausgeber auch Forderungen aus dem Kreis politischer Entscheidungsträger zur Abbildung des heutigen Fensterbestands nach der tatsächlichen Wärmedämmleistung nach.

Außerdem wurden aktuelle Preisentwicklungen bei Neufenstern ebenso berücksichtigt wie der Anstieg der Mehrwertsteuer und der Energiepreise.

¹ Vgl. VFF (2002), VFF-BF (2005).

Die Studie wurde erstellt von Dr. Andreas Brandt (Dr. Brandt GmbH, Mettmann) in Zusammenarbeit mit dem Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V. (VFF) und dem Bundesverband Flachglas e.V. (BF).

Zusammenfassung

In der Nachkriegszeit ergeben sich drei Phasen im Fensterbau, die eng mit der ökonomischen Entwicklung und den veränderten Rahmenbedingungen im Wärmeschutz zusammenhängen. Von 1950 bis 1978 dominierten einfachverglaste Fenster sowie Kasten- und Verbundfenster mit zwei Einzelscheiben. Ab 1978 kamen mit der Wärmeschutzverordnung (WSchV) verstärkt Isolierglasfenster auf den Markt. Ab 1995 setzte sich dann die beschichtete Wärmedämmverglasung (LOW-E) durch.

Abb. 1 Gesamtmengen von Fenstern in Deutschland

Fensterbestand in Deutschland		Mio. FE
Typ 1	Einfachverglaste Fenster	30
Typ 2	Verbund- und Kastenfenster	60
Typ 3	Fenster mit Isolierung	251
Typ 4	Fenster mit Wärmedämmverglasung (LOW-E)	223
Gesamt		564

Bestand in Fenstereinheiten (1 FE = 1,3 m x 1,3 m = 1,69 m²). Angaben gerundet.

Quellen: VFF, eigene Berechnungen auf der Basis von: Statistisches Bundesamt (2006a), (2007b), (2007c) und (2007e). Stand: Ende 2006.

Von besonderem Interesse für einen raschen Austausch sind Fenster mit Einfachverglasung vom Typ 1, die nach Einschätzung von VFF und BF noch rund 30 Millionen Fenstereinheiten ausmachen. Dieser Bestand weist im Durchschnitt aller Baujahre einen sehr ungünstigen Wärmedurchgangskoeffizienten von 4,6 W/m²K und schlechter auf. Moderne Fenster mit Wärmedämmverglasung vom Typ 4 bringen es im Vergleich auf 1,4 W/m²K und besser im Jahr 2006. Pro Fenstereinheit würden bei einem Austausch der einfachverglasten Fenster im Jahr rund 61 Liter Heizöl eingespart.²

Das gesamte Einsparpotenzial für Fenster mit Einfachverglasung liegt damit bei rund 18,2 Milliarden Kilowattstunden. Das entspricht dem durchschnittlichen Energieverbrauch von 4,1 Millionen 4-Personen-Haushalten pro Jahr.

Der Austausch alter Fenster mit Einfachverglasung lohnt sich aber nicht nur ökologisch sondern ist auch in hohem Maße wirtschaftlich. Denn bei den derzeitigen Heizölpreisen von 72 Ct/Liter³ amortisieren sich neue Fenster nach weniger als 10 bis 12 Jahren.

² Berechnung ohne solare Gewinne.

³ Stand 31.12.2007

1. Energetische Eigenschaften von Fenstertypen

Die energetischen Eigenschaften eines Fensters werden durch seinen Wärmedurchgangskoeffizienten⁴ gemessen. Dieser Wert hat sich in den letzten 50 Jahren um rund 70 % verbessert, wie die nachstehende Tabelle zeigt. Je niedriger der Koeffizient, umso besser ist dies, da die Wärmeverluste geringer ausfallen.

Abb. 2 Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern

Wärmedurchgangskoeffizienten U_W in W/m^2K nach Fenstertypen		
Fenstertypen	Hauptsächlich verbaut von ... bis ...	Durchschnittlicher U_W - Wert im Bestand in W/m^2K
Fenster mit Einfachverglasung	bis 1978	4,6
Verbund- und Kastenfenster	bis 1978	2,4
Fenster mit Isolierverglasung	1978-1995	2,6
Fenster mit Wärmedämmverglasung (LOW-E)	1995-2002	1,8
	2003-2005	1,5
	ab 2006	1,4

U_W -Wert ohne solar Gewinne. Der angegebene U_W -Wert ist als Durchschnittswert des Bestands dieser Baujahre berechnet. Der Bestand setzt sich aus Fenster mit Rahmen unterschiedlicher Bautiefe und Wärmedämmleistung, sowie aus Verglasungen mit verschiedenen Wärmedurchgangskoeffizienten zusammen.

Quelle: VFF

Moderne Wärmedämmfenster weisen eine beschichtete Isolierverglasung auf, die auch als Wärmedämmverglasung bekannt ist. Sie besitzen in Verbindung mit der hochentwickelten Dämm- und Dichtungstechnik des Rahmens dreimal bessere Wärmedämmwerte als Fenster mit Einfachverglasung.

Der Fensterbestand besteht aus Fenstern vieler Größen, deren Rahmen unterschiedliche Bautiefen und Bauarten aufweisen. Dazu kommen Verglasungen mit verschiedenen Wärmedurchgangskoeffizienten. In die Berechnung durchschnittlicher U_W -Werte gehen daher die Wärmedurchgangskoeffizienten von Glas und Rahmen ein, wobei der jeweilige Anteil der Rahmen- und Glasarten berücksichtigt wird.

2. Modernisierungspotential in Deutschland Ende 2006

Von besonderem Interesse in der aktuellen umweltpolitischen Zielsetzung sind neben dem Neubau die Energieeinsparpotentiale im Gebäudebestand (Wohn- und Nichtwohnbau).

Das Potential zur Energieeinsparung zeigt die nachfolgende Übersicht im Einzelnen auf. Auch ohne Berücksichtigung solarer Energieeinträge wird deutlich, dass vor allem die Modernisierung im Bereich der Fenster mit Einfachverglasung lohnt, da hier das größte Einsparpotential realisierbar ist. Verbunden mit anderen Maßnahmen an der Gebäudehülle (z.B. Verbesserung der Außendämmung) lohnt auch der Austausch von Verbund- und Kastenfenstern sowie isolierverglasten Fenstern ohne Wärmedämmglas (LOW-E Beschichtung).

⁴ Der Wärmedurchgangskoeffizient wird in W/m^2K angegeben. Generell gilt: je niedriger der Wärmedurchgangskoeffizient, desto besser ist das Fenster gedämmt.

Abb. 3 Energetisches Sanierungspotential von Fenstern in Deutschland

Energetisches Sanierungspotential von Fenstern in Deutschland		Wärmedämmglas (LOW-E)	Isolierglas mit Luftzwischenraum über 10 mm bis 16 mm	Verbund- und Kastenfenster	Einfachverglaste Fenster	Summen	Einheit
Fensterbestand in Fenstereinheiten (FE) (1 FE = 1,69 m ²)		222,5	251,0	60,2	29,6		Mio. FE
Hauptsächlich verbaut von bis							
Berechnung für eine Fenstereinheit	U _w -Wert 1950 - 1978				4,6		W/m ² K
	U _w -Wert 1950 - 1978			2,4			W/m ² K
	U _w -Wert 1978 - 1994		2,6				W/m ² K
	U _w -Wert ab 1995	1,8-1,4					W/m ² K
	Reduzierung des Fenster-U _w -Wertes bei einem Austausch des Fensters auf den technischen Stand 2006 mit einem UW-Wert von 1,42 um:	0,00-0,38	1,19	0,96	3,21		W/m ² K
	Bezogen auf eine Fensterfläche von 1,69 m ² ergibt sich		2,01	1,62	5,42		W/1,69m ² *K
	Bei einer Heizgradtagzahl von 3.500 und einem Jahresnutzungsgrad von Heizungsanlagen bezogen auf die eingesetzte Energie von 75 % ergibt sich die Einsparung von Transmissionswärmeverlusten ohne solare Gewinne als EINSPARUNG IN L HEIZÖL		22,7	18,3	61,3		Liter / FE
	Umrechnung in Kilowattstunden	Austausch energetisch nicht sinnvoll	227,2	183,2	612,7		kWh/FE
	Energetische Sanierungs-Potentiale Bei 3.600 Kilojoule (kJ) pro Kilowattstunde (kWh) multipliziert mit der Anzahl der Fenster und einer Umrechnung auf Petajoule (PJ)		205,3	39,7	65,3	310,3	Petajoule
	Äquivalent in Mrd. Liter Heizöl		5,7	1,1	1,8	8,6	Mrd. Liter Heizöl
	Äquivalent in Mio. Tonnen CO ₂		17.789	3.442	5.659	26.889	Mio. Tonnen CO ₂
Äquivalent in Mrd. kWh		57,2	11,1	18,2	86,4	Mrd. kWh	

Quellen: Interpane (2007), Gestalten mit Glas, hrsg. von Interpane Glas Industrie AG, 7. Aufl., Lauenförde, S. 319. VFF, eigene Berechnungen.

3. Zur Wirtschaftlichkeit neuer Fenster

Von Bedeutung für die Forderung nach einem Austausch alter Fenster mit Einfachverglasung ist unter anderem auch der Nachweis der Wirtschaftlichkeit einer solchen Maßnahme.

Dabei hängen die Berechnungen von drei Annahmen ab: Den Kosten eines neuen Fensters, den aktuellen und erwarteten Energiepreisen sowie den finanzmathematischen Annahmen über Zinsen und Inflationsraten (siehe Anhang 3).

Wir gehen bei unseren Berechnungen von Standardfenstern aus Kunststoff, Holz, Holz-Aluminium und Aluminium mit marktüblicher, durchschnittlicher Ausstattung ohne Extras (z.B. Schlösser, besondere Sicherheitsmerkmale und mechatronische Steuerung sowie Sprossen etc.) aus. Berücksichtigt sind die Montagekosten ohne Ausbau und Entsorgung sowie die Mehrwertsteuer (19%).

Abb. 4 Preise für Standardfenster

Preise für Fenster der Größe 1,3 m x 1,3 m nach Rahmenarten inkl. Montage und Mehrwertsteuer				
	Nettopreis	Montage	MwSt.	Gesamt
Kunststoff	210,00	104,00	59,66	373,66
Holz	260,00	104,00	69,16	433,16
Holz-Aluminium	360,00	104,00	88,16	552,16
Aluminium	450,00	104,00	105,26	659,26

Quelle: VFF, durchschnittliche Marktpreise für Standardfenster (Stand Dez. 2008).

Da die Energiepreise seit Jahren sehr stark steigen, zurzeit (Ende Dezember 2007) kostet Heizöl 0.72 € je Liter, unterstellen wir neben dem aktuellen Preis ein Szenario von Heizölpreisen zwischen 0.60 € und 0.80 € je Liter.

Der zugrunde liegende Kalkulationszins orientiert sich am Zins für zehnjährige Hypotheken, der im Jahr 2007 durchschnittlich 4.8% betrug. Die jahresdurchschnittliche Inflationsrate wird mit 2.2% angenommen.

Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, dass sich Kunststoff- und Holzfenster beim aktuellen Heizölpreis nach 9,7 bzw. 11,4 Jahren amortisieren. Damit rechnet sich die Investition für den Austausch auch nach ökonomischen Gesichtspunkten, zumal neue Fenster eine Lebensdauer von mehr als 30 Jahren haben.

4. Austausch von Fenstern lohnt sich

Der Austausch alter, einfachverglaster Fenster, umweltpolitisch ohnehin notwendig, drängt sich wirtschaftlich für jeden Haus- und Wohnungseigentümer sowie für Eigentümer von Nichtwohngebäuden geradezu auf.

Das gleiche gilt auch für Verbund- und Kastenfenster sowie für alte isolierverglaste Fenster ohne Wärmedämmverglasung (LOW-E) in Verbindung mit Modernisierungsmaßnahmen am Gebäude, z.B. an der Außenwand oder im Badezimmer.

Bei Fenstern der Generation vor 1995, deren Rahmen und Dichtungen qualitativ noch sehr hochwertig sind, lohnt das Auswechseln unbeschichteter Isolierverglasungen gegen modernes LOW-E Wärmedämmglas.

Die verschiedenen von der Bundesregierung aufgelegten Förderprogramme sind bei der Realisierung der energetischen Gebäudemodernisierungsmaßnahmen durchaus hilfreich. Verstärkte und ausgeweitete Anreizprogramme bis hin zu einer gesetzlichen Austauschverpflichtung sind hinsichtlich der notwendigen Energieeinsparung und des gewünschten Klimaschutzes geboten.

5. Literatur

- Interpane (2007), Gestalten mit Glas, hrsg. von Interpane Glas Industrie AG, 7. Aufl., Lauenförde
- Statistisches Bundesamt (2006a), Gebäude und Wohnungen - Lange Reihen ab 1968 – 2005, Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (2007a), Bautätigkeit und Wohnungen, Fachserie 5, Reihe 1, Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (2007b), Baugenehmigungen/Baufertigstellungen - Lange Reihen z. T. ab 1960, Juni 2007, Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (2007c), Baugenehmigungen/Baufertigstellungen - Lange Reihen z. T. ab 1949, Juni 2007, Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (2007d), Bautätigkeit und Wohnungen – Bestand an Wohnungen, Fachserie 5, Reihe 3, August 2007, Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (2007e), Baugenehmigungen/Baufertigstellungen von Nichtwohngebäuden - Lange Reihen z. T. ab 1980, Juni 2007, Wiesbaden
- VFF (2002), Aufschwung schaffen - Gesamtwirtschaftliche und ökologische Wirkungen der Förderung von Investitionen zur Verbesserung der Wärmedämmung von Fenstern, Gutachten von Meyer, B. und Wolter, M. I., Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbh (GWS Osnabrück). Herausgegeben vom Verband der Fenster- und Fassadenhersteller (VFF), Frankfurt a. M.
- VFF (2004), Grunddaten zum Fenstermarkt, Arbeitstabellen des Verbandes der Fenster- und Fassadenhersteller, unveröffentlicht. Herausgegeben vom Verband der Fenster- und Fassadenhersteller (VFF), Frankfurt a. M.
- VFF-BF (2005), Wirtschaftlichkeit von neuen Fenstern bei Nachrüstverpflichtung, Herausgegeben vom Verband der Fenster- und Fassadenhersteller (VFF) und dem Bundesverband Flachglas (BF), Frankfurt a. M. und Troisdorf

6. Anhang

Anhang 1

Produzierte Fenster in der BRD U-Werte, Stand 12-2007		1971	1972	1973	1974	1975	1976	
Fenstermarkt BRD * Produktionszahlen		71	72	73	74	75	76	
In Mio.Einheiten* * 1 Einheit = 1,69 m ²								
Holz		5,6	6,8	7	7,6	7	6,7	
Kunststoff		1	1,3	1,7	2	2,5	3	
Aluminium		5,7	6,3	6,1	6	5,5	4,9	
Holz-Metall		0	0	0	0	0	0	
Markt gesamt		12,3	14,4	14,8	15,6	15,0	14,6	
* Quelle: VFF								
Marktanteile Glastypeen								
Einfachglas	U _g = 5,8 W/m ² K	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	
Kasten- / Verbundfenster	U _g = 2,8 W/m ² K	70,0%	70,0%	70,0%	70,0%	70,0%	70,0%	
Isolierglasglas 4/12/4	U _g = 2,8 W/m ² K							
Wärmedämmglas 1.Generation	U _g = 1,4 W/m ² K							
Wärmedämmglas 2.Generation	U _g = 1,2 W/m ² K							
Wärmedämmglas 3.Generation	U _g = 1,1 W/m ² K							
3-fach Wärmedämmglas	U _g = 0,7 W/m ² K							
Menge Einfachglas		3,9	4,6	4,7	4,9	4,8	4,6	
Menge Kasten- / Verbundfenster		9,1	10,6	10,9	11,5	11,1	10,8	
Menge Isolierglasglas 4/12/4		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Menge Wärmedämmglas 1.Generation		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Menge Wärmedämmglas 2.Generation		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Menge Wärmedämmglas 3.Generation		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Menge 3-fach Wärmedämmglas		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Mittl. U_g-Wert	W/m²K	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	
U-Werte Rahmentypen								
Holz-Einfachfenster (Hartholz)	U _f = 1,9 W/m ² K	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	
Holz-Einfachfenster (Weichholz)	U _f = 1,5 W/m ² K	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
Holz-Kasten- u. Verbundfenster (Hartholz)	U _f = 1,6 W/m ² K	70,0%	70,0%	70,0%	70,0%	70,0%	70,0%	
Mittl. U_f-Wert	W/m²K	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	
Kunststoff-Fenster 2-kammrig	U _f = 2,2 W/m ² K	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
Kunststoff-Fenster 3-kammrig	U _f = 1,8 W/m ² K							
Kunststoff-Fenster mehrkammrig	U _f = 1,4 W/m ² K							
Mittl. U_f-Wert	W/m²K	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	
Alu-Fenster Rahmenmaterialgruppe 3	U _f = 7,0 W/m ² K	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
Alu-Fenster Rahmenmaterialgruppe 2.3	U _f = 5,0 W/m ² K							
Alu-Fenster Rahmenmaterialgruppe 2.2	U _f = 3,8 W/m ² K							
Alu-Fenster Rahmenmaterialgruppe 2.1	U _f = 3,0 W/m ² K							
Alu-Fenster Rahmenmaterialgruppe 1	U _f = 2,2 W/m ² K							
Alu-Fenster heute	U _f = 1,9 W/m ² K							
Mittl. U_f-Wert	W/m²K	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	
Holz-Metall-Fenster	U _f = 1,7 W/m ² K	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
Mittl. U_f-Wert	W/m²K	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	
Alle Fensterrahmenmaterialien	Mittl. U_f-Wert	W/m²K	4,2	4,1	3,9	3,8	3,7	3,6
Mittlerer U _w -Wert aller Fenster nach Tab.	W/m²K	3,85	3,81	3,77	3,73	3,71	3,66	
Durchschnittlicher U_w-Wert 1971-1978		3,70						
Durchschnittlicher U_w-Wert 1979-1994								
Durchschnittlicher U_w-Wert 1995-2001								
Durchschnittlicher U_w-Wert 2002-2006								

1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
8	7,6	7,368	6,775	6,488	5,872	5,44	4,61	3,51	3,473	2,82	2,83	2,3	2,5
10	11,7	12,316	12,055	12,635	12,109	12,065	10,699	8,63	8,061	7,19	7,23	6,5	7,2
4,8	5,2	5,17	5,069	4,42	3,856	3,535	3,466	3,13	2,612	2,58	2,37	2,2	2,3
0,6	0,7	0,67	0,802	0,78	0,781	0,771	0,762	0,69	0,574	0,64	0,62	0,6	0,6
23,4	25,2	25,5	24,7	24,3	22,6	21,8	19,5	16,0	14,7	13,2	13,1	11,6	12,6
83,0%	66,0%	41,0%	20,0%	17,0%	15,0%	9,0%	5,0%	5,0%	4,0%				
17,0%	34,0%	59,0%	80,0%	83,0%	85,0%	45,0%	30,0%	20,0%	6,0%				
						46,0%	65,0%	75,0%	90,0%	100,0%	90,0%	75,0%	26,0%
											10,0%	20,0%	65,0%
												5,0%	9,0%
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20,5	17,6	11,1	5,2	4,4	3,6	2,1	1,0	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
4,2	9,1	15,9	20,9	21,3	20,3	10,4	6,2	3,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6	13,4	12,6	14,0	14,0	12,4	9,2	3,5
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	2,4	8,6
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,2
2,6	2,3	2,0	1,7	1,6	1,6	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1
60,0%	60,0%	60,0%	60,0%	60,0%	60,0%	60,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%
40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	60,0%	60,0%	60,0%	60,0%	60,0%	60,0%	60,0%
0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
90,0%	85,0%	80,0%	70,0%	60,0%	50,0%	40,0%	30,0%	20,0%	10,0%	5,0%	5,0%		
10,0%	15,0%	20,0%	30,0%	40,0%	50,0%	60,0%	70,0%	80,0%	90,0%	95,0%	95,0%	100,0%	100,0%
1,8	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
100,0%	100,0%	100,0%	95,0%	90,0%	85,0%	80,0%	70,0%	65,0%	45,0%	30,0%	15,0%	0,0%	0,0%
		0,0%	5,0%	10,0%	15,0%	20,0%	30,0%	35,0%	50,0%	55,0%	65,0%	50,0%	30,0%
									5,0%	15,0%	20,0%	50,0%	70,0%
3,0	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5	2,4	2,3	2,1	2,0
100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6
2,59	2,43	2,18	1,96	1,92	1,88	1,75	1,67	1,66	1,60	1,54	1,52	1,49	1,43
					1,86								
										1,52			

Anhang 2

Einzelergebnisse der Amortisationsrechnung 2007

Einsparung Heizöl pro Jahr für Einscheibenfenster					61,3 Liter
Durchschnittlicher Preise für den Fensterersatz inkl. Montage und MwSt. (Quelle: VFF, 2007)					Preise für leichtes
Preis (EUR), (I)	Holz 433,16	Kunststoff 373,66	Aluminium 659,26	Holz-Alu 552,16	Heizöl (bei 3.000 l) EUR / Liter
Amortisationsdauer	14,18	11,90	24,24	19,15	0,60
bei variablen	13,90	11,68	23,69	18,75	0,61
Heizölpreisen	13,63	11,46	23,17	18,37	0,62
	13,38	11,25	22,68	18,00	0,63
in Jahren	13,13	11,05	22,20	17,65	0,64
je Fenstereinheit	12,89	10,85	21,75	17,31	0,65
	12,66	10,66	21,31	16,98	0,66
Dynamische Berechnung	12,44	10,48	20,89	16,66	0,67
	12,22	10,31	20,49	16,36	0,68
	12,01	10,13	20,10	16,07	0,69
	11,82	9,97	19,73	15,79	0,70
	11,62	9,81	19,38	15,52	0,71
	11,44	9,66	19,03	15,25	0,72
	11,26	9,51	18,70	15,00	0,73
	11,08	9,36	18,38	14,75	0,74
	10,91	9,22	18,07	14,52	0,75
	10,75	9,09	17,77	14,29	0,76
	10,59	8,95	17,48	14,06	0,77
	10,43	8,83	17,20	13,85	0,78
	10,28	8,70	16,92	13,64	0,79
	10,13	8,58	16,66	13,44	0,80
Durchschnittliche Amortisationsdauer	11,94	10,07	19,99	15,97	

Die Tabelle zeigt die Amortisationsdauer in Jahren nach unterschiedlichen Rahmenmaterialien für neue Fenster in einem Spektrum unterschiedlicher Heizölpreise.

Unterstellt man künftig weiter steigende Preise, kann über die einzelnen Werte der Tabelle für jede Rahmenart ein Durchschnittswert gebildet werden. (Zum Rechenverfahren siehe Anhang 3.)

Anhang 3

Verfahren zur Berechnung der Amortisation

Der Nachweis der Wirtschaftlichkeit des Austauschs von alten einfachverglasten Fenstern gegen moderne Wärmeschutzfenster erfordert ein finanzmathematisches Rechenverfahren, wobei der dynamische Ansatz das genauere Ergebnis liefert.

Statische Amortisationsrechnung

Bei der statischen Amortisationsrechnung wird auf einfache Weise geprüft, nach wie vielen Jahren die Anschaffungsausgaben A_0 eines neuen Holz- oder Kunststofffensters durch den Erlös e_0 des eingesparten Primärenergieverbrauchs bezahlt werden:

$$A_0 \leq \sum_{n=1}^{30} e_0$$

Hier werden einfach alle (erwarteten) Erlöswerte eingesparter Energie addiert und mit den Anschaffungsausgaben verglichen. Sind letztere niedriger lohnt die Anschaffung.

Dynamische Amortisationsrechnung

Die dynamische Amortisationsrechnung berücksichtigt zusätzlich, dass künftige Ersparnisse aus heutiger Sicht weniger wert sind, je später sie in der Zukunft anfallen. Dazu wird der eingesparte Primärenergieverbrauch eines jeden Jahres n mit dem Realzinssatz abdiskontiert:

$$A_0 \leq \sum_{n=1}^{30} e_0 * (r_{\text{real}})^{-n}$$

Der Realzinssatz (r_{real}) wird aus dem nominalen Zinssatz für langfristige Hypothekendarlehen (r_{nom}) und der durchschnittlichen Preissteigerungsrate (i) berechnet, wobei

$$r_{\text{real}} = (1 + r_{\text{nom}}) / (1 + i) - 1$$

Den Berechnungen liegen folgende Annahmen⁵ zugrunde:

- Nominalzinssatz von 4,8 %
- Preissteigerungsrate von 2,2 %
- Preisspanne für leichtes Heizöl von 0.60 – 0.80 € je Liter.
Ende Dezember 2007 wurden 0.72 € je Liter bezahlt.

Realzinssatz und Preissteigerungsrate werden auch künftig Schwankungen unterliegen. Wirtschaftlichkeitsberechnungen stellen daher immer eine aktuelle Sichtweise dar und können keine Gewähr für zukünftige Entwicklungen bieten.

⁵ Seit 1999 sind die nominalen Zinsen für Hypothekendarlehen mit 10-jähriger Bindung im Trend kontinuierlich von ca. 6 % auf 4,3 % in 2005 gesunken und seitdem wieder auf ein Niveau von durchschnittlich 4,8 % gestiegen. Der Verbraucherpreisindex wird mit einem Wert von 2,2 % angenommen und orientiert sich an der Zielmarke des Europäischen Zentralbanksystems von rund 2 %.

Frankfurt am Main, 31.12.2007