

Glas, Fenster und transparente Fassaden im Bestand



Präsentation der Arbeitsunterlagen für Energieberater

-  Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e. V.
-  Bundesverband Flachglas e. V.
-  Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e. V.
-  Gütegemeinschaft Mehrscheiben-Isolierglas e. V.

Wichtig ist die ganzheitliche Betrachtung

- "Es gibt viele Löcher, an denen Häuser Energie verlieren – wir beschäftigen uns mit Glas, Fenstern und transparenten Fassaden"



Quelle: KfW-Förderbank

- 
- 
- 
- 

Wozu dient die Präsentation?

- Diese PRÄSENTATION soll Energieberatern bei der Erstellung des Energieausweises – vornehmlich des bedarfsorientierten – eine Grundlage bieten, um klare Aussagen über das Bauteil Fenster zu treffen. Dabei sind allgemeine Informationen über Fenster und Verglasung ebenso enthalten wie spezifische z. B. über die Dämmqualitäten, und bauphysikalische wie Lüftung und Wärmebrückenthematik bei Fensteranschlüssen.
- Vor allem für die im Energieausweis aufzuführenden Modernisierungsempfehlungen soll die Präsentation ein hilfreicher Ratgeber in Sachen „Fenster und Glas“ sein.

3 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Wozu dient die Präsentation?

- Als Arbeitsgrundlage für Energieberater
 - Auszugsweise zur Dokumentation und als Anlagen für Modernisierungsempfehlungen (Produktdatenblätter)
 - Zur leichteren Erkennung und Zuordnung von Fenstertypen und Verglasungsarten im Bestand
- Zur Aus- und Weiterbildung von Energieberatern speziell zum Thema Fenster und Glas für
 - Institute mit Energieberaterausbildung
 - Energieberaterverbände
 - Betriebe der Fenster- und Glasbranche

4 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Herausgeber (wer wir sind)

- Der VERBAND DER FENSTER- UND FASSADENHERSTELLER e.V. (VFF) mit Sitz in Frankfurt, ist die selbstständige und unabhängige Interessenvertretung der führenden Hersteller von Fenstern und transparenten Fassaden, von Türen und Wintergärten sowie deren Systempartner.

Der Verband ist die Kommunikationsplattform der Branche und ermöglicht den Mitgliedern, werkstoffneutral für alle Rahmenmaterialien, Kompetenz- und Wissensvorsprung bezüglich Produktqualität und Wettbewerbsfähigkeit.

Der VFF fördert die Wettbewerbsfähigkeit seiner Mitglieder durch fachlich kompetente Leistungspakete zu den Themen Lobbying, Normung, Recht, Marketing und Veranstaltungen.

5 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Herausgeber (wer wir sind)

- Der BUNDESVERBAND FLACHGLAS e.V. (BF) mit Sitz in Troisdorf ist die zentrale Interessenvertretung der deutschen Flachglasbranche.

Diese umfasst sowohl die Glasproduktion als auch die Glasveredlung zu Halbzeug wie Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG), Verbund-Sicherheitsglas (VSG) und Beschichtung von Flachglas sowie die Konfektionierung zu Isolierglas, wie es in Fenstern und Glasfassaden verwendet wird.

Mitgliedsunternehmen sind die floatglaserzeugende Industrie, die vorwiegend mittelständisch strukturierten Isolierglasunternehmen und Hersteller und Vertreiber von Bauglasprodukten aller Art.

6 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Herausgeber (wer wir sind)

- Die GÜTEGEMEINSCHAFT FENSTER UND HAUSTÜREN e.V. ist der Zusammenschluss der Hersteller von Fenster, Haustüren, Fassaden und Wintergärten, die sich einer herausragenden Produktqualität verpflichten. Für die Gewährleistung dieser Güte unterwerfen sie sich einer strengen kontinuierlichen Eigen- und Fremdüberwachung und erfüllen anspruchsvolle Güte- und Prüfbestimmungen.
- Die GÜTEGEMEINSCHAFT MEHRSCHEIBEN-ISOLIERGLAS e.V. (GMI) vergibt das RAL-Gütezeichen an qualifizierte Mitgliedsfirmen und zertifiziert deren Isolierglasprodukte im Rahmen ihrer Zulassung.



Herausgeber (wer wir sind)

- Sowohl der VFF als auch der BF verstehen sich als Kommunikationsplattform ihrer jeweiligen Branche. Beide Verbände bekennen sich uneingeschränkt zur Qualitätssicherung und arbeiten dafür eng mit den jeweiligen RAL-Gütegemeinschaften zusammen.
- Durch gezielte Lobbyarbeit in verschiedenen Initiativen vertreten VFF und BF ihre Mitgliedsunternehmen bei der politischen Entscheidungsbildung ebenso wie durch Engagement in den VOB-, DIN- und CEN-Gremien auf nationaler und europäischer Ebene und ist über die EnergieEffizienzInitiative Deutschland (EID) auch Projektpartner der dena.



Rechtliche Hinweise zu den nachfolgenden Folien

- Die nachfolgenden Folien sind ausschließlich zum Zweck der Präsentation der Arbeitsunterlagen erstellt worden und können nicht als ausschließliche Arbeitsgrundlage für die Erstellung von Planungs- und Errichtungsunterlagen verwendet werden.
- Im Hinblick auf die technischen Angaben in der Präsentation gilt, dass die jeweiligen Werte in jedem Einzelfall zu ermitteln sind und dass die auf den Folien angegebenen Werte in keinem Fall ungeprüft und ohne Berücksichtigung des Einzelfalls übernommen werden können.
- Die Angaben in den Folien ersetzen nicht die in jedem Einzelfall gebotenen Berechnungen und Ermittlungen des technischen Beraters.

Inhaltsverzeichnis

- Begrüßung und Einleitung
 - Ziele der Präsentation
 - Ziele der Energieeinsparung
 - Entwicklung EnEV
- Teil 1 – Allgemeine Information zu Fenster und Glas
 - Gebäude- und Fensterbestand
 - U-Werte
 - Isolierglas

Inhaltsverzeichnis

- Teil 2 – Anforderungen an ein Fenster
 - Erklärungen zum Bauteil Fenster und dessen Einbau
 - Produktdatenblätter und deren Verwendung
- Teil 3 – Tipps und Erfahrungen eines Energieberaters zum Thema Fenster, Rollläden
- Links, Downloads
- Kontakt



Glas, Fenster und transparente Fassaden im Bestand



Allgemeine Informationen

Politische Ziele und Maßnahmen Deutschlands zur Steigerung der Energieeffizienz

- 20% Senkung des Energieverbrauches
- 20% Reduzierung des CO₂ Ausstoßes
- 20% Anteil regenerativer Energie
- Verschärfung des Anforderungsniveaus der EnEV 2009 und 2012
- Verstärkung der Förderung im Gebäudebereich
- Intensivierung der Forschung (Forschungsinitiative Zukunft Bau: ca. 30 Mio. € 2006-2009)

13 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Allgemeine Information zur Modernisierung und Sanierung

Wer energetisch modernisiert spart doppelt.
Die Reihenfolge ist wichtig!

Analysephase → **Energieausweis erstellen!**

1. Beratungs- und Baubegleitungszuschuss – max. 1000 EUR pro Wohneinheit
2. Eventuell BAFA Beratungszuschuss beantragen
3. Energiezustand des Gebäudes prüfen
4. Modernisierungspotenzial feststellen

14 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Allgemeine Information zur Modernisierung und Sanierung

Wer energetisch modernisiert spart doppelt.
Die Reihenfolge ist wichtig!

Planungsphase

→ Fördermittel beantragen!

1. Konkretes Maßnahmenbündel schnüren
2. Zeitrahmen und Kosten kalkulieren

Umsetzungsphase

→ Reihenfolge beachten!

1. Die Dämmung der Außenhülle planen
2. Die Fenster entsprechend dieser Planung herstellen und austauschen
3. Die Dämmung der Außenhülle erneuern
4. Die Heizung nach den neuen Bedarfsberechnungen planen und erneuern

15 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Staatliche Förderung energetischer Gebäudemodernisierung

Die Wesentlichsten:

- „Energieeffizient Sanieren“ – KfW – (Wohnungsbestand)
ab 1.4.2009 neu: (Bauantrag < 1.1.1995)
 - WG, die zum KfW-Effizienzhaus 70 oder 100 modernisiert werden (Förderhöchstbetrag 75.000 €/WE)
 - Einzelmaßnahmen bzw. freie Einzelmaßnahmen-Kombi, z. B. neue Fenster U_w max. 1,3 W/m²K (Förderhöchstbetrag 50.000 €/WE)

entweder: **Kreditvariante** inkl. hohem **Tilgungszuschuss**
(bis zu 12,5 %)

oder: **Zuschussvariante** (bis zu 17,5 % = 13.125 €)

16 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Staatliche Förderung energetischer Gebäudemodernisierung

Die Wesentlichsten:

- neu: zinsverbilligte Programmvariante – KfW – „**Altersgerecht Umbauen**“
- „**Investitionspakt**“ Bund, Länder u. Kommunen für Schulen u.a.m.
- **Absetzbarkeit der Lohnkosten von Handwerkerleistungen** neu ab 1.1.2009: **20 % aus 6.000 € = 1.200 € Steuerabzug**
- **Zusätzliche Förderprogramme der Städte, Gemeinden und Kommunen.** (www.foerderdatenbank.de)



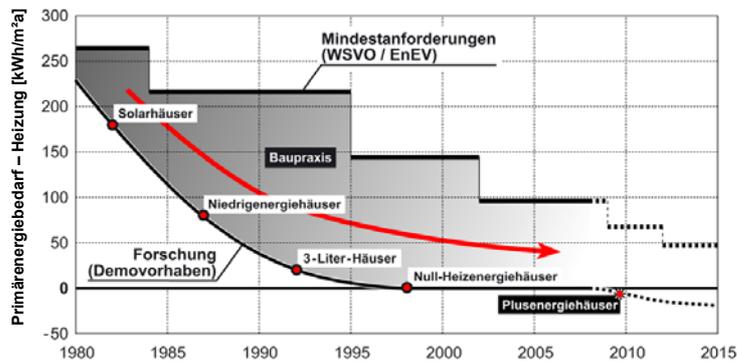
Glas, Fenster und transparente Fassaden im Bestand



Entwicklung der EnEV

Entwicklung der Energieeinsparverordnung im Bau

Entwicklung des energiesparenden Bauens



Quelle: Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, München

19 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Entwicklung der rechtlichen Anforderungen an den Heizenergiebedarf in Deutschland



Quelle: BDir Dipl.-Ing. Hegner, BMVBS, aktualisiert VFF

[kWh/m²a]

20 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Glas, Fenster und transparente Fassaden im Bestand



- Gebäude- und Fensterbestand in Deutschland
- Fenstermarktdaten Deutschland



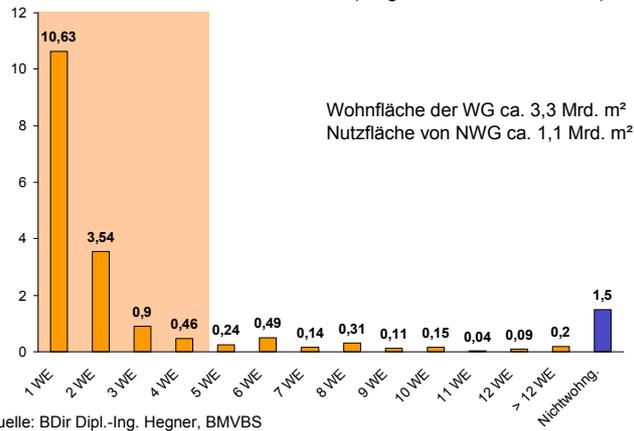
Gebäudebestand

- Der Gebäudebestand in Deutschland beläuft sich auf ca. 17,3 Mio. Wohngebäude und 1,5 Mio. Nicht-Wohngebäude.
- Dabei machen die Wohngebäude „weniger als 5 Wohneinheiten“ mit insgesamt 15,53 Mio. fast 90 Prozent aller Wohngebäude aus.
- Gleichzeitig umfassen diese 17,3 Mio. Wohngebäude mehr als 39 Mio. Wohnungen. Drei Viertel dieser Wohnungen sind vor 1978, d. h. der 1. Wärmeschutzverordnung gebaut.
- Bekanntlich werden 35 Prozent des gesamten Energieverbrauchs für die Beheizung von Gebäuden und die Warmwasseraufbereitung aufgewendet. Zielsetzung der Bundesregierung ist, die gewaltigen Potenziale zur Energieeinsparung und Energieeffizienz-Steigerung im Gebäudebestand zu mobilisieren.



Gebäudebestand in Deutschland 2003

■ Anzahl der Gebäude in Mio. (insges. ca. 17,3 Mio. WG)



23 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Fensterbestand in Deutschland

Fensterbestand in Deutschland 2006
~ 560 Mio. Fenstereinheiten (FE)

mit Wärmedämmglas
~ 220 Mio. FE

ohne Wärmedämmglas
~ 340 Mio. FE

24 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Fensterbestand in Deutschland

Der Fensterbestand in Deutschland 2006

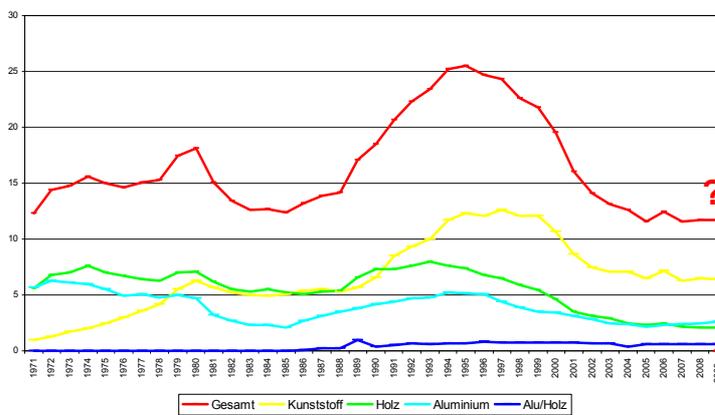
Typ	Art	Mio. FE
Typ 1	Einfachverglaste Fenster	30
Typ 2	Verbund- und Kastenfenster	60
Typ 3	Fenster mit Isolierverglasung	251
Typ 4	Fenster mit Wärmdämmverglasung	223

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

25 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Der Fenstermarkt in Deutschland 1971 - 2009

Entwicklung Rahmenmaterialien in Mio. FE



26 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Glas, Fenster und transparente Fassaden im Bestand



Die U-Werte an einem Fenster

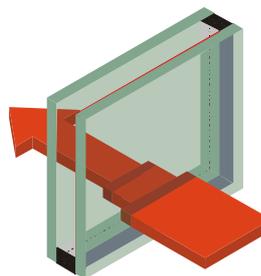


BF



Begriffe und Definitionen: U-Wert

- Wärmedurchgangskoeffizient = U-Wert (früher k-Wert): zentrale Maßeinheit bei der Ermittlung des Wärmeverlustes eines Bauteils
- Wärmemenge, die pro Zeiteinheit durch 1 m² bei einem Temperaturunterschied der angrenzenden Raum- und Außenluft von 1 K hindurchgeht
- Je kleiner der U-Wert, desto größer die Wärmedämmung
- Die Maßeinheit ist W/(m²K)

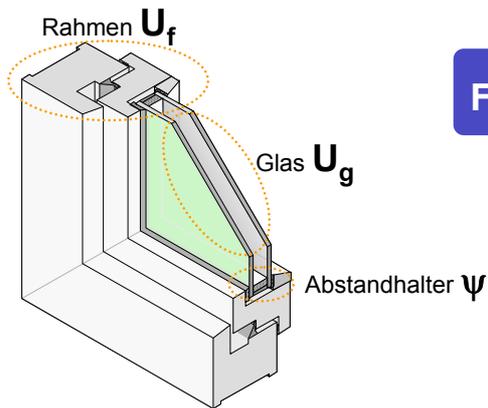


BF



U-Werte eines Fensters

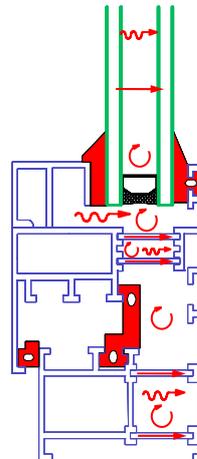
- Die U-Werte an einem Fenster



29 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Wärmetransportmechanismen

-  Wärmeleitung
 -  Geringe Leitfähigkeit der Materialien
-  Wärmestrahlung
 -  niedrige Emissivität der Oberflächen
 - $\epsilon_n = 0,1$ preßblank, unbehandelt
 - $\epsilon_n = 0,9$ eloxiert, lackiert, pulverbeschichtet
-  Konvektion
 -  kleine eingeschlossene Luftvolumen, abhängig von der Kammergeometrie



ACHTUNG !!!
Ohne Temperaturdifferenz kein Wärmetransport!

30 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Welche U-Werte am Fenster?

Man unterscheidet:

- U_g -Wert (g = glass):
 - Wärmedurchgangskoeffizienten nur der Verglasung
- U_f -Wert (f = frame):
 - Wärmedurchgangskoeffizienten nur des Fensterrahmens
- U_w -Wert (w = window)
 - Wärmedurchgangskoeffizienten des Bauteils Fenster einschließlich Verglasung
- U_{cw} -Wert (cw = curtain wall)
 - Wärmedurchgangskoeffizienten des Bauteils Vorhangfassade

Wie setzt sich der U-Wert des Fensters zusammen?

- Früher wurde ein Mittelwert der U-Werte von Rahmen und Verglasung verwendet. Da diese Berechnung die Wärmebrücken nicht berücksichtigt und diese beim Fenster eine erhebliche Rolle spielen, wurde in der EN ISO 10077-1 ein erweitertes Verfahren definiert:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \psi_g}{A_f + A_g}$$

U_w : U-Wert des Fensters [m²]
(w=Window, engl. Fenster)
 A_w : Fläche des gesamten Fensters inkl. Rahmen
 A_g : sichtbare Verglasungsfläche [m²]
(g=glass, engl. Verglasung)
 U_g : ungestörter Glas U-Wert [W/m²K]

A_f : Fläche des Rahmens [m²]
(f=Frame, engl. Rahmen)
 U_f : U-Wert des Rahmens [W/m²K]
 l_g : Umfang der Verglasung
 ψ_g : Wärmebrückenverlustkoeffizient des Glasrandes in W/mK

Passive solare Gewinne ein wesentlicher Aspekt

- Anforderung orientiert sich an U-Werten, dabei werden g- und τ_v -Wert nicht betrachtet
- Jedoch ist z. B. der g-Wert für passive solare Gewinne unverzichtbar!
- $U_{w,eq}$ -Wert zur Verdeutlichung des tatsächlichen energetischen Verhaltens von Fenstern anwendbar:

$$U_{w,eq} = U_w - S \cdot g$$

S = 2,1 W/(m²K) für Südorientierung
S = 1,2 W/(m²K) für Ost- und Westorientierung
S = 0,8 W/(m²K) für Nordorientierung
(Ansatz gem. VFF-Merkblatt ES.01)



Glas, Fenster und transparente Fassaden im Bestand



Isolierglas



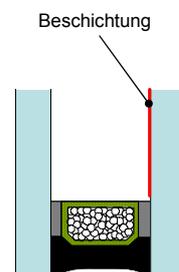
Funktionseigenschaften von Isolierglas

- Mehrscheiben-Isolierglas erfüllt vielerlei Aufgaben, die über den transparenten Raumabschluss hinausgehen, zum Beispiel
 - Wärmedämmung
 - Sonnenschutz
 - Schalldämmung
 - Einbruchschutz
 - Verletzungsschutz
 - Brandschutz
 - Gestaltung/Design

35 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Beschichtungen - Funktion

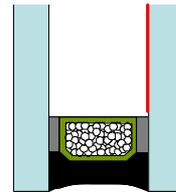
- Zur Erzielung bestimmter Funktionen kann man die Oberfläche einer oder beider Scheiben mit einer Edelmetall- bzw. Metalloxidschicht versehen
- Diese Schichten sind extrem dünn (ca. 100 µm), transparent, farblich neutral oder getönt und verändern die strahlungsphysikalischen Eigenschaften



36 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Wie funktioniert eine Isolierverglasung?

- Beschichtetes Isolierglas besteht aus mindestens zwei (in Zukunft drei) gleich großen, parallelen Glasscheiben, die an den Rändern durchgehend luft-, gas- und feuchtigkeitsdicht miteinander verbunden sind.

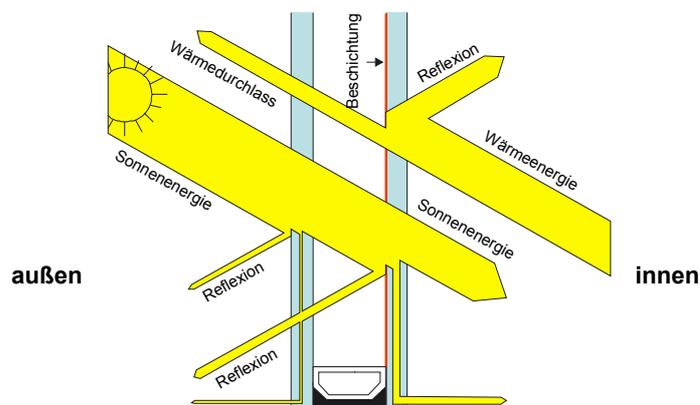


- Der Scheibenzwischenraum ist mit Luft- oder Edelgasfüllung (Argon, Krypton) – nicht Vakuum – befüllt



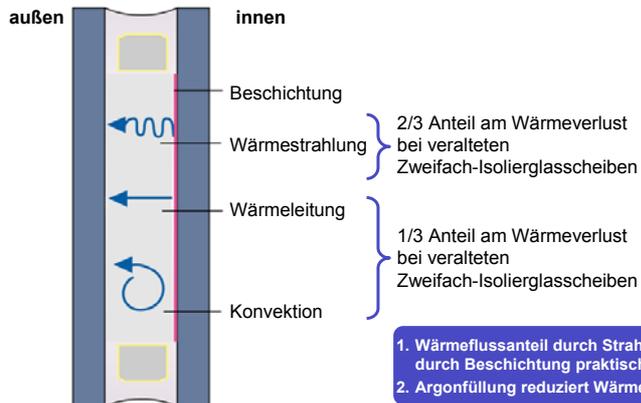
37 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Energietransport im beschichteten Isolierglas



38 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Physikalische Grundlagen für beschichtetes Isolierglas (Wärmedämmglas)



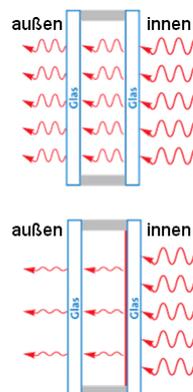
39 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Ein bisschen Physik ...

Wie funktioniert beschichtetes Wärmeschutzglas (Low-E)?

■ Wärmestrahlung:

- Emissivität der normalen Glasscheibe ist $\varepsilon = 0,84$, d. h. 84 % der absorbierten Wärme wird wieder abgestrahlt
- Emissivität eines Wärmedämmglases ist $\sim \varepsilon = 0,03$, d. h. nur noch ein Bruchteil wird wieder abgestrahlt

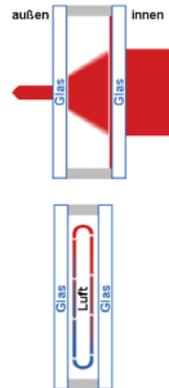


40 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Ein bisschen Physik ...

Was bewirkt die Edelgasfüllung im SZR?

- Luft zwischen den Isolierglasscheiben leitet die Wärme schlecht
 - durch Edelgas wird die Wärmeleitung nochmals halbiert (macht ca. $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ aus)
- Der Abstand zwischen den Scheiben ist für das jeweilige Füllgas optimiert
 - die Konvektion wird unterdrückt

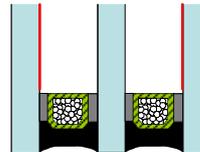


41 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Ein bisschen Physik ...

Die Zukunft: 3-fach-Wärmedämmglas

- Optimum der Emissivität der Beschichtungen ist erreicht
- In Zukunft steht praktisch nur Argon als Füllgas für das Standard-Produkt zur Verfügung
- 3-fach-Wärmedämmglas ist die einzige Möglichkeit, U_g weiter zu verbessern



42 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Ein bisschen Physik ...

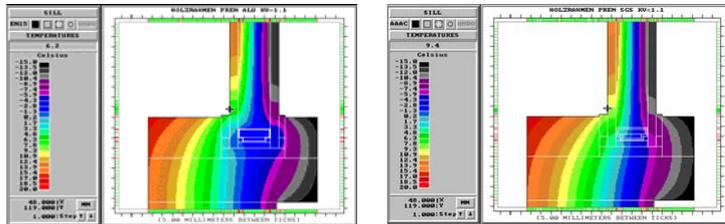
Warm-Edge (warme Kante)

- Der Begriff "Warm-Edge" steht im Isolierglasbereich für thermisch verbesserte Abstandhalter zur Reduzierung von Wärmebrücken
- „thermisch verbessert“ = Abstandhalter mit geringerer Wärmeleitfähigkeit λ als Aluminium ($\lambda_{\text{Alu}} = 200 \text{ W/mK}$)
- Geringe Wärmeleitfähigkeit = verminderter Wärmeverlust im Randbereich
- Kondensation am Scheibenrand wird unterdrückt

43 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Wärmedämmung Warm-Edge

- Vergleich Aluminium-Randverbund – Warm-Edge-Randverbund



Beispiel:
Holzfenster $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $T_e: -15^\circ$, $T_i: 20^\circ$

44 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Die Oberflächentemperatur steigt



Oberflächen- temperatur	... bei Einfachglas	... bei unbeschicht. Isolierglas	... bei beschicht. Wärmedämmglas	... bei Dreischeiben- Wärmedämmglas
außen -5 °C	2 °C	11 °C	16 °C	18 °C
innen +20 °C				
außen -15 °C	- 4 °C	7 °C	15 °C	17 °C
innen +20 °C				

45 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Behaglichkeit

Die Oberflächentemperatur steigt

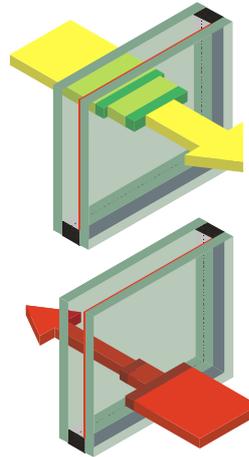
- Die Temperatur an der raumseitigen Scheibenoberfläche ist nun fast so hoch wie die der Raumluft.
- Bedeutet:
 - Mehr Behaglichkeit, keine „Zugerscheinung“ in Scheibennähe mehr
 - Geringerer Heizwärmebedarf
 - Durch höhere Oberflächentemperatur kann bei gleichem Wohlbefinden die Raumtemperatur abgesenkt werden
 - Die Absenkung der Raumlufttemperatur um 1 °C reduziert den Heizenergieverbrauch um ca. 6%!
 - Weniger Heizkosten – mehr Umweltschutz!

46 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Beschichtungen Funktion

Hauptzwecke

- Sonnenschutz
(deutliche Senkung des g-Werts) oder
- Wärmedämmung
(Reduzierung der Heizwärmeverluste U-Wert)



47 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

g-Wert (Gesamtenergiedurchlassgrad)

- Die Summe des direkt durchgelassenen Strahlungsflusses und der sekundären Wärmeabgabe der Verglasung nach innen
- Ermittelt nach DIN EN 410: europäische Norm, geltendes Baurecht nach Energieeinsparverordnung und Bauregelliste



48 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

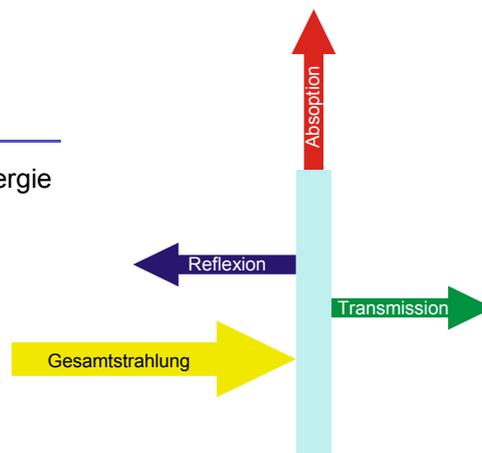
Sonnenschutzgläser

Effekt:

- Beeinflussung des Klimas im Inneren eines Gebäudes (vorwiegend im Sommer, sog. "sommerlicher Wärmeschutz")
- Reduzierung der Kühllasten

Wirkungsweise der Sonnenschutzverglasung

Transmission
+ Absorption
+ Reflexion
= 100% Strahlungsenergie



Zusatzfunktionen von Glas

■ In Verbindung mit Wärmedämmung und Sonnenschutz können Isolierverglasungen auch die nachfolgenden Eigenschaften abdecken:

- Schalldämmung
- Einbruchschutz
- Verletzungsschutz
- Brandschutz
- Gestaltung/Design



Glas, Fenster und transparente Fassaden im Bestand



Allgemeine Informationen zu Fenster und Glas

Fenster und Verglasung

- FENSTER und GLASFASSADEN besitzen hinsichtlich Energie-Einsparung und Energie-Effizienz eine erhebliche Bedeutung. Das Fenster hat sich dank seines transparenten Glasanteils vom Energieverschwender zum Energiespender gewandelt.
- In den dreißig Jahren seit der Einführung der 1. Wärmeschutzverordnung hat sich der U-Wert des Fensters als bestimmende Kenngröße der Wärmedämmung um mehr als 70 Prozent (von ca. 4,9 W/m²K auf ca. 1,4 W/m²K) verbessert.

53 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Fenster und Verglasung

- Zudem ermöglicht das Fenster mit seiner Verglasung kostenlose solare Energiezugewinne und die Nutzung des natürlichen Tageslichts.
- Von dem Fensterbestand in Deutschland sind bislang allerdings noch nicht einmal 40 Prozent energetisch auf dem heutigen technischen Stand (s. Graphik Folie 24).

54 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Annahmen zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Fenstern

- Thermisch verbesserte Fenster: Kunststoff- oder Holzfenster mit Wärmeschutzverglasung ($U_w = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) und besser
- Kosten des Fenstertauschs von 433 €/FE bei Holz- und 374 €/FE Kunststofffenstern
- Erhöhte Energieeinsparung von 362,54 kWh(m²a) gegenüber einfachverglasten Fenstern bzw. 612,70 kWh(m²a) pro FE
- Stark gestiegene Bezugskosten für Heizöl 0,72 €/ je Liter (Stand Ende 2007)
- Erhöhte ökonomische Nutzungsdauer von 30 Jahren
- Auf 3,34 % verringerter effektiver Realzins

55 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Amortisation neuer Fenster

- 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/Liter amortisieren sich neue Fenster nach weniger als 10 bis 12 Jahren.

Stand 31.12.2007

(s. Studie zur energetischen Modernisierung von alten Fenstern, VFF/BF)

56 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Einzelresultate 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 Heizöl (bei 3.000 l)
Preis (EUR), (l)	Holz	Kunststoff	Aluminium	Heiz-Alt	Heizöl / Liter
Preis (EUR), (l)	433,16	373,66	659,26	552,16	
Amortisationsdauer	14,18	11,90	24,24	19,15	0,60
bei variablen Heizölpreisen	13,90	11,68	23,69	18,75	0,61
	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	

57 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Einsparpotenziale Heizöl

- Wenn Fenster mit veraltetem Isolierglas auf moderne Fenster mit Wärmedämmglas umgerüstet werden, macht das im Jahr ca.

- 20 Liter Heizöl
 - 50 kg CO₂
- } pro Quadratmeter Fenster!

- Einsparung nach der Faustformel

$$E = \frac{U_{\text{alt}} - U_{\text{neu}} \cdot F \cdot G \cdot 24}{H \cdot W}$$

U_{alt} / U_{neu} = U-Wert des alten bzw. neuen Bauteils (Glas oder Fenster) in W/m²K

F = Fläche in m²

G = Heizgradtagzahlen nach DIN V 4108-6

24 = Umrechnungsfaktor (24 h/Tag)

H = Heizwert in (W·h)/x ("x" = kg bzw. m³ bzw. kWh, je nach verwendetem Heizmaterial)

W = Wirkungsgrad der Heizungsanlage

58 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Schätzwert für Energieeinsparung

Faustformel:

Eine Reduzierung des U-Wertes um
0,1 W/m²K führt zu einer
Einsparung von
ca. 1,2 l Heizöl oder 1 m³ Erdgas
pro m² Bauteilfläche und Heizperiode



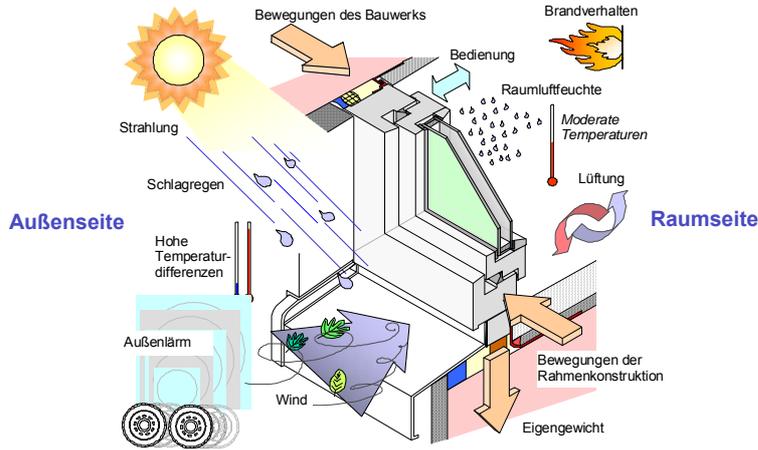
Glas, Fenster und transparente Fassaden im Bestand



Anforderungen an ein Fenster



Das alles wirkt auf ein Fenster



61 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Tabelle aus dem Eignungsnachweis für Fenster und Außentüren

Produktnorm EN 14351-1 generelle / CE	Id. Nr.	1, 2	3	4.1	4.2	5, 6	7	8	9
	Leistungsmerkmale Klasse/Wert	Windlast Klasse	Schneelast *) erfüllt	Brandverhalten *) Klasse	Brandausbreitung *) erfüllt	Schlagregen Klasse	Gef. Substanzen Keine	Stoßfestigkeit Klassen	Sicherheitsbeläge erfüllt
ergänzende	Id. Nr.	10	11	12	13	14			
	Leistungsmerkmale Klasse/Wert	Schalldämmung R_w-Wert	Wärmedurchgang U_w-Wert	Energiedurchlass g-Wert	Licht τ_v-Wert	Luftdurchlässigkeit Klasse			
RAL-GZ 695 glaubwürdig	Id. Nr.	15	16	17	18	19-20	21	22	23
	Leistungsmerkmale Klasse/Wert	Bedienungskräfte Klasse	Mech. Festigkeit Klasse	Lüftung Werte	Durchstoß Klasse	Explosion Klasse	Dauerfunktion Klasse	Differenzklima Klasse	Einbruch Klasse
RAL-GZ 695 glaubwürdig	Leistungsmerkmale Komponenten	Beschläge / Schübsser erfüllt	Isolierglas erfüllt	Dichtungsprofile erfüllt	Rahmenprofile erfüllt	Beschichtungs-system erfüllt	Erweiterung Umwelt und Energie erfüllt		
	Leistungsmerkmale Durchführung	Mindestanforderungen erfüllt	Materialkontrolle erfüllt	Oberflächenbehandlung erfüllt	Konstruktionsmerkmale erfüllt	Anforderung Eigenüberwachung erfüllt	Anforderung Fertigung erfüllt	Anforderung Montage erfüllt	Anforderung Umwelt erfüllt

*) nur bei Dachflächenfenstern

62 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Was muss ein Fenster können?

In Verbindung mit dem Einbau von Fenstern und Außentüren sind der

- (winterliche und sommerliche) Wärmeschutz,
- der Feuchteschutz (Tauwasser, Schimmel und Schlagregen),
- der Schallschutz (Luftschall) und
- der Brandschutz

bauphysikalische Eigenschaften, deren Berücksichtigung auch von Seiten des Gesetzgebers durch baurechtlich eingeführte Regelwerke und Verordnungen verbindlich gefordert wird.

Anforderungen an die Dichtigkeit der Gebäudehülle nach DIN V 4108-7

Die Anforderungen an die Gebäudehülle haben sich geändert



Früher

Gebäude mit natürlicher Belüftung
 $n_{50} = 3,0 \text{ H}^{-1}$ bei 50Pa
Druckdifferenz

EnEV



Heute

Q_{50Pa} 3 mal geringer

Lüftung

Schimmelpilz



ist in erster Linie die Folge von schlechter Dämmung und nicht von zu geringem Lüften.

Alle Oberflächen $> 13\text{ °C}$ bedeuten keine Schimmelpilzbildung – bei normaler Luftfeuchte. Daher ist Stoßlüftung, z. B. nach dem Duschen, Aufstehen oder Kochen nötig.



Glas, Fenster und transparente Fassaden im Bestand



Erklärungen zum Bauteil Fenster und dessen Einbau



Was ist eine Wärmebrücke?

- Eine Wärmebrücke ist ein Bereich, an dem die Wärme deutlich schneller nach außen abfließen kann als beim ungestörten Bauteil.
- Es ergeben sich somit lokal niedrigere Temperaturen der Innenseite des betroffenen Bauteils.



Was ist eine Wärmebrücke?

Dies führt zu:

- höherem Energieverbrauch,
- Feuchtigkeitsproblemen Tauwasser oder sogar Schimmelpilzbildung
- Gefährdung der Bausubstanz
- ungewollten Konvektionserscheinungen



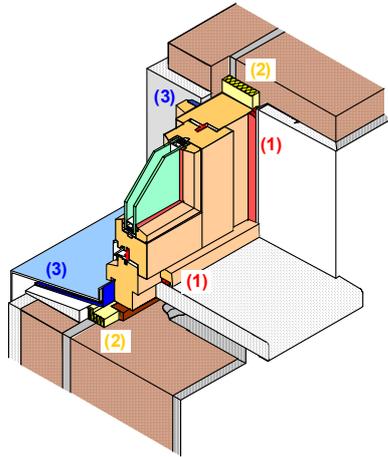
Beispiele der Wärmebrücken

- Wärmebrücken entstehen üblicherweise an den Schnittstellen unterschiedlicher Geometrien (Ecken, Kanten) und Materialien, z. B. Glas, Rahmen und Wandanschluss.
- Sowohl der Fensterrahmen als auch der Isolierglas-Aufbau und der Randverbund sowie die Verglasungstechnik bestimmen gemeinsam die Größe der Wärmebrücke, die mit dem längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ (W/mK) gekennzeichnet wird.
- Einen ψ -Wert nur für die Isolierverglasung gibt es nicht!

Glaseinstand

- Um die Wärmebrücke im Übergangsbereich von Glas und Rahmen zu vermindern, ist ein tieferer Glaseinstand anzustreben.
- In der Regel beträgt der Glaseinstand $2/3$ der Falztiefe h und damit ≈ 18 mm.
- Die Befürchtungen, dass ein tieferer Glaseinstand zu deutlich höheren thermischen Belastungen an der Glaskante führt, haben sich bei aktuellen wissenschaftlichen Untersuchungen nicht bestätigt (s. HIWIN-Studie 2002)

Positionierung des Fensters im Baukörper



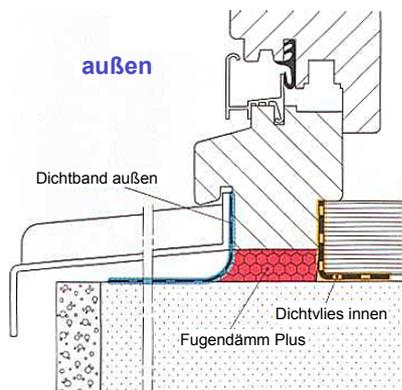
- (1) Trennung von Raum- und Außenklima
- (2) Funktionsbereich
- (3) Wetterschutz

71 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Fensterbankanschluss

Beispiel einer 3-Ebenen-Montage – unterer Anschluss



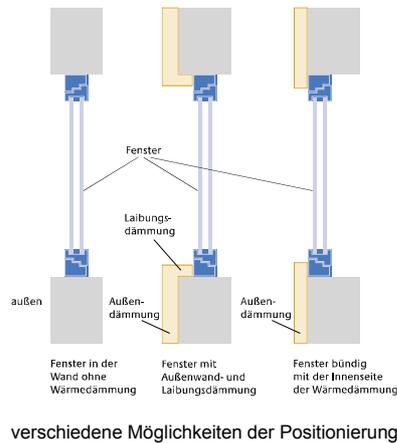
unterer Anschluss bei einschaligem Mauerwerk im Altbau
 dampfdiffusionsoffene Folie außen unter der Fensterbank (blau) (empfohlen)
 Wärmedämmung z. B. PU-Schaum (rot)
 dampfdichte Aluklebebander raumseitig (gelb-schwarz)

72 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Fenstersanierung

Eine Sanierung ohne Vollwärmeschutz kann problematisch sein, da im Laibungsbereich die Wärme an den hochwertigen Fenstern vorbei geleitet wird.



73 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Rahmenbreite

- Im Altbau ist häufig ein sogenannter „Innenanschlag“, das bedeutet das lichte Maß ist innenseitig größer als außen.
- Damit in der Praxis noch genügend Rahmenfläche zum Überdämmen bleibt, sollte der Fensterrahmen mit einer Verbreiterung oder einem breiten Rahmen versehen werden.
- Ein breiter Rahmen hat den Vorteil, dass später innenseitig keine Stoßfuge zu sehen ist.

74 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

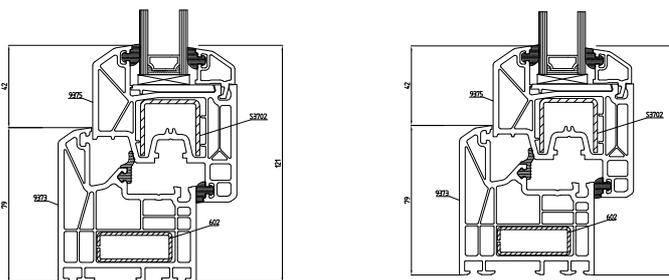
Rahmenbreite Innenanschlag



75 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Rahmenbreite



Standardrahmen

Verbreiteter Rahmen

76 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Leitfaden zur Montage

Alle wichtigen Details zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren finden Sie im (www.window.de)



Leitfaden zur Montage

Glas, Fenster und transparente Fassaden im Bestand



Produktentwicklung und Produktdatenblätter

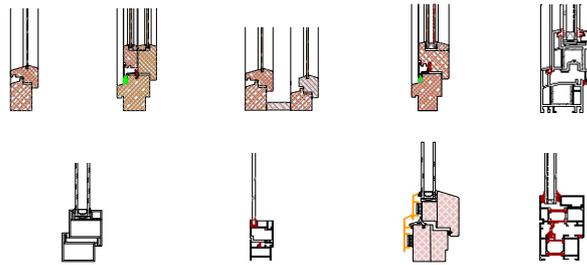
Hinweis: Diese vereinfachten Standardisierungen können nicht als Rechtsgrundlage herangezogen werden

Entwicklung der Fenstertechnik

■ Rahmendicken ↑

■ Verbund-Bauweisen ←

■ Materialdicken →



1966

1976

1986

79 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Tabelle zur U_w -Wert-Bestimmung von Fenstern im Altbau

verglasst mit:	U_g W/(m ² ·K)	U_w W/(m ² ·K)	Fensterbauweisen												
			1.4	1.5	1.6	1.8	1.9	1.9	2.0	2.2	2.2	3.0	3.8	5.0	7.0
Einfachglas	5,6	U_g	4,5					4,6		4,7				5,6	6,2
2 x Einfachglas	2,6		2,5	2,5			2,6	2,6						3,5	
Isolierglas unbeschichtet	2,8	U_g	2,6	1,3*	2,7			2,7	2,8	2,7			3,1	3,3	3,7
2-fach-Wärmedämmglas	1,2		1,5	1,5			1,6				1,7				
3-fach-Wärmedämmglas	0,7		1,1												

* 2 x Iso-Verglasung

80 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Übersicht Produktdatenblätter für Fenster im Bestand

Einfachfenster	Verbundfenster
Holz Kunststoff Metall (2 x)	Holz Kunststoff Metall
Kastenfenster	Isolierglasfenster
Holz Kunststoff	Holz Kunststoff (3 x) Metall (6 x) Holz-Metall (2 x)

Nur Anhaltswerte
Bei Sonderverglasungen z.B. für die Verbesserung der Schalldämmung können sich auch schlechtere U_w -Werte ergeben.
Hinweis: Diese vereinfachten Standardisierungen können nicht als Rechtsgrundlage herangezogen werden

81 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Typ: Holz einfachverglaste Fenster

Rahmenmaterial	Hart-Holz	Weich-Holz
U_w -Wert	4,6 W/(m ² K)	4,5 W/(m ² K)
U_f -Wert	1,9 W/(m ² K)	1,5 W/(m ² K)
U_g -Wert	5,7 W/(m ² K)	5,7 W/(m ² K)

- a-Wert
meist ohne Dichtung dann $> 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{fm})$
Wenn Dichtung vorhanden dann $\leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{fm})$
- Baujahre vor 1978
- Erkennungsmerkmale
Rahmen meist in Bautiefen $< 60 \text{ mm}$, häufig das Glas noch mit Kittfalz,
Glasdicke 3 bis 5 mm, nur eine Scheibe

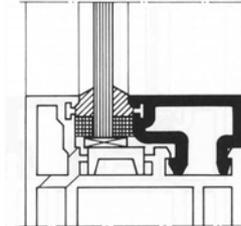


In frühen Baujahren mit Sprossenteilung zur Aufnahme der kleinen Scheibenformate der damaligen Zeit

82 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Typ: Kunststoff einfachverglaste Fenster

Rahmenmaterial	Kunststoff
U _w -Wert	4,7 W/(m ² K)
U _f -Wert	2,2 W/(m ² K)
U _g -Wert	5,7 W/(m ² K)



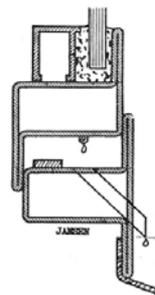
- a-Wert
meist ohne Dichtung dann > 1,0 m³/(h*lfm)
Wenn Dichtung vorhanden dann ≤ 1,0 m³/(h*lfm)
- Baujahre vor 1978
- Erkennungsmerkmale
Rahmen meist in Bautiefen ca. 50 mm, Entwässerungsbohrungen sind sichtbar,
Glasdicke 3 bis 5 mm, nur eine Scheibe



83 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Typ: Metall einfachverglaste Fenster

Rahmenmaterial	Metall
U _w -Wert	6,1 W/(m ² K)
U _f -Wert	7,0 W/(m ² K)
U _g -Wert	5,7 W/(m ² K)



- a-Wert
meist ohne Dichtung dann > 1,0 m³/(h*lfm)
Wenn Dichtung vorhanden dann ≤ 1,0 m³/(h*lfm)
- Baujahre vor 1979
- Erkennungsmerkmale
Rahmen meist in Bautiefen < 50 mm, häufig das Glas noch mit Kittfalz oder in
Gummidichtungen, Glasdicke 3 bis 5 mm, nur eine Scheibe

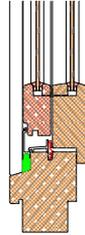


In frühen Baujahren mit Sprossenteilung zur Aufnahme der kleinen
Scheibenformate der damaligen Zeit

84 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Typ: Holz Verbundfenster

Rahmenmaterial	Hart-Holz	Weich-Holz
U_w -Wert	2,6 W/(m ² K)	2,4 W/(m ² K)
U_f -Wert	1,9 W/(m ² K)	1,5 W/(m ² K)
U_g -Wert	2,6 W/(m ² K)	2,6 W/(m ² K)



- a-Wert
meist ohne Dichtung dann $> 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{fm})$
Wenn Dichtung vorhanden dann $\leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{fm})$
- Baujahre vor 1978 selten noch bis 1995
- Erkennungsmerkmale
Rahmen meist in Bautiefen $\geq 60 \text{ mm}$, Flügelrahmen besteht aus 2 zu öffnenden Teilen,
häufig das Glas noch mit Kittfalz, Glasdicke 3 bis 5 mm mit 2 Einzel-Scheiben

Der Scheibenzwischenraum ist meist $> 25 \text{ mm}$, daher ist der U_g -Wert besser als bei den ersten Isolierverglasungen

85 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Typ: Kunststoff Verbundfenster

Rahmenmaterial	Kunststoff
U_w -Wert	2,4 W/(m ² K)
U_f -Wert	1,6 W/(m ² K)
U_g -Wert	2,6 W/(m ² K)



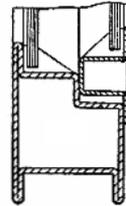
- a-Wert
Wenn Dichtung vorhanden dann $\leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{fm})$
- Baujahre vor 1978 selten noch bis 1985
- Erkennungsmerkmale
Rahmen meist in Bautiefen ca. 60 mm, Flügelrahmen besteht aus 2 zu öffnenden Teilen,
häufig das Glas noch mit Kittfalz, Glasdicke 3 bis 5 mm mit 2 Einzel-Scheiben

86 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Typ: Metall Verbundfenster

Rahmenmaterial	Metall
U _w -Wert	4,0 W/(m ² K)
U _f -Wert	7,0 W/(m ² K)
U _g -Wert	2,6 W/(m ² K)



- a-Wert
meist ohne Dichtung dann > 1,0 m³/(h*fm)
Wenn Dichtung vorhanden dann ≤ 1,0 m³/(h*fm)
- Baujahre vor 1978, selten noch bis 1984
- Erkennungsmerkmale
Rahmen meist in Bautiefen ≥ 50 mm, Flügelrahmen besteht aus 2 zu öffnenden Teilen, häufig das Glas noch mit Kittfalz, Glasdicke 3 bis 5 mm mit 2 Einzel-Scheiben

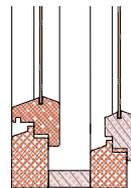
Der Scheibenzwischenraum ist meist > 25 mm, daher ist der U_g-Wert besser als bei den ersten Isolierverglasungen

87 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Typ: Holz Kastenfenster

Rahmenmaterial	Hart-Holz	Weich-Holz
U _w -Wert	2,5 W/(m ² K)	2,3 W/(m ² K)
U _f -Wert	1,6 W/(m ² K)	1,2 W/(m ² K)
U _g -Wert	2,6 W/(m ² K)	2,6 W/(m ² K)



- a-Wert
meist ohne Dichtung dann > 1,0 m³/(h*fm)
Wenn Dichtung vorhanden dann ≤ 1,0 m³/(h*fm)
- Baujahre vor 1978 selten noch bis 1985
- Erkennungsmerkmale
Zwei verbundene Fenster meist in Bautiefen von je ≥ 50 mm, mit einem Abstand zwischen den Fenstern von ca. 10 bis 15 cm häufig das Glas noch mit Kittfalz, Glasdicke 3 bis 5 mm

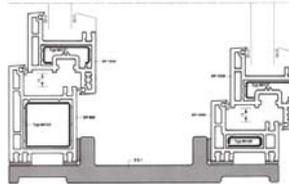
Der Scheibenzwischenraum ist meist > 10 cm, daher ist der U_g-Wert besser als bei den ersten Isolierverglasungen

88 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Typ: Kunststoff Kastenfenster

Rahmenmaterial	Kunststoff
U_w -Wert	2,6 W/(m ² K)
U_f -Wert	1,9 W/(m ² K)
U_g -Wert	2,6 W/(m ² K)



- a-Wert
Dichtung vorhanden dann $\leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{l}\cdot\text{fm})$
- Baujahre vor 1978 selten noch bis 1995
- Erkennungsmerkmale
Zwei verbundene einfachverglaste Fenster meist in Bautiefen von je ca. 50 mm, mit einem Abstand zwischen den Fenstern von ca. 5 bis 10 cm, Glasdicke 3 bis 5 mm

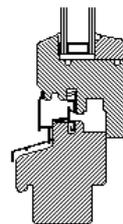
Der Scheibenzwischenraum ist meist $> 10 \text{ cm}$, daher ist der U_g -Wert besser als bei den ersten Isolierverglasungen. Manchmal aus 2 verbundenen Fenstern mit Isolierverglasung, dann U_w -Wert: 1,3 W/(m²K)

89 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Typ: Holz Isolierglasfenster

Rahmenmaterial	Hart-Holz	Weich-Holz
U_w -Wert	2,7 W/(m ² K)	2,6 W/(m ² K)
U_f -Wert	1,9 W/(m ² K)	1,5 W/(m ² K)
U_g -Wert	2,8 W/(m ² K)	2,8 W/(m ² K)



- a-Wert
mit Dichtung vorhanden dann $\leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{l}\cdot\text{fm})$
selten ohne Dichtung dann $> 1,0 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{l}\cdot\text{fm})$
- Baujahre ab 1978 bis 1995 selten später, dann nur in Nebenräumen, die nicht zum ständigen Aufenthalt von Personen gedacht sind, z. B. Treppenh., Keller, Garagen etc.
- Erkennungsmerkmale
Rahmen meist in Bautiefen von 68 mm, frühe Fenster dieser Bauart noch mit 58 mm, fest verbundene Isolierglaseinheit ohne Wärmedämmschicht (LOW-E). Glasdicke 4 mm mit 2 Scheiben und einem Abstand von 12 bis 16 mm

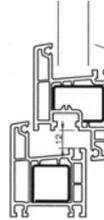
90 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Typ: Kunststoff Isolierglasfenster

Rahmenmaterial Kunststoff ≤ 50 mm (3 Kammer)

U_w -Wert	2,8 W/(m ² K)
U_f -Wert	2,2 W/(m ² K)
U_g -Wert	2,8 W/(m ² K)



- a-Wert
muss mit Dichtung $\leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{fm})$ sein, Dichtungen sind bei älteren Fenstern häufig in den Ecken nicht geschlossen (geschrumpft)
- Baujahre ab 1975 bis 1985 selten später, dann nur in Nebenräumen, die nicht zum ständigen Aufenthalt von Personen gedacht sind, z. B. Treppenh., Keller, Garagen etc.
- Erkennungsmerkmale
Rahmen in Bautiefen von ca. 50 mm Entwässerungsbohrungen sind vorhanden, fest verbundene Isolierglaseinheit ohne Wärmedämmschicht (LOW-E), Glasdicke 4 mm mit 2 Scheiben und einem Abstand von 12 bis 16 mm

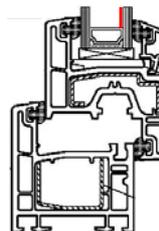


91 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Typ: Kunststoff Isolierglasfenster mit LOW-E

Rahmenmaterial Kunststoff ≤ 60 mm (3 Kammer)

U_w -Wert	1,6 W/(m ² K)
U_f -Wert	1,8 W/(m ² K)
U_g -Wert	1,2 W/(m ² K)



- a-Wert
muss mit Dichtung $\leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{fm})$ sein
- Baujahre ab 1995
- Erkennungsmerkmale
Rahmen in Bautiefen von ca. 60 mm, fest verbundene Isolierglaseinheit mit Wärmedämmschicht (LOW-E), Glasdicke 4 mm mit 2 Scheiben und einem Abstand von 16 mm

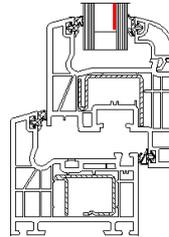


Eine Beschichtung der Verglasung erkennen Sie mit einem speziellen Testgerät oder an der farbig anders reflektierenden Spiegelung einer Feuerzeugflamme an der Scheibe (Position 2 oder 3)

92 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Typ: Kunststoff Isolierglasfenster mit LOW-E

Rahmenmaterial	Kunststoff 70 mm (5 Kammer)
U_w -Wert	1,5 W/(m ² K)
U_f -Wert	1,5 W/(m ² K)
U_g -Wert	1,2 W/(m ² K) 2. Generation



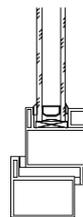
- a-Wert
muss mit Dichtung $\leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{fm})$ sein
- Baujahre ab 2000
- Erkennungsmerkmale
Rahmen in Bautiefen von max. 70 mm, fest verbundene Isolierglaseinheit mit Wärmehemmschicht (LOW-E), Glasdicke 4 mm mit 2 Scheiben und einem Abstand von 16 mm

Eine Beschichtung der Verglasung erkennen Sie mit einem speziellen Testgerät oder an der farblich anders reflektierenden Spiegelung einer Feuerzeugflamme an der Scheibe (Position 2 oder 3). Das ist annähernd der heutige übliche Standard.

93 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Typ: Metall Isolierglasfenster

Rahmenmaterial	Metall (ohne therm. Trennung)
U_w -Wert	4,1 W/(m ² K)
U_f -Wert	7,0 W/(m ² K)
U_g -Wert	2,8 W/(m ² K)

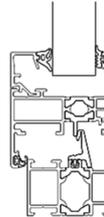


- a-Wert
mit Dichtung vorhanden dann $\leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{fm})$
selten ohne Dichtung dann $> 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{fm})$
- Baujahre ab 1975 bis 1985 selten später, dann nur in Nebenräumen, die nicht zum ständigen Aufenthalt von Personen gedacht sind, z. B. Treppenh., Keller, Werkst. etc.
- Erkennungsmerkmale
Rahmen meist in Bautiefen von 50 mm, homogenes Material, meist Aluminium, fest verbundene Isolierglaseinheit ohne Wärmehemmschicht (LOW-E), Glasdicke 4 mm mit 2 Scheiben und einem Abstand von 12 bis 16 mm

94 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Typ: Metall Isolierglasfenster

Rahmenmaterial	Metall (mit therm. Trennung)
U _w -Wert	3,1 W/(m ² K)
U _f -Wert	3,8 W/(m ² K)
U _g -Wert	2,8 W/(m ² K)



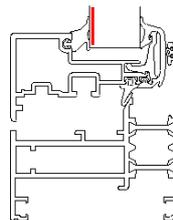
- a-Wert
mit Dichtung vorhanden dann $\leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{lfm})$
selten ohne Dichtung dann $> 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{lfm})$
- Baujahre ab 1978 bis 1987 selten später, dann nur in Nebenräumen, die nicht zum ständigen Aufenthalt von Personen gedacht sind, z. B. Treppenh., Keller, Werkst. etc.
- Erkennungsmerkmale
Rahmen meist in Bautiefen von 50 bis 60 mm, die thermische Trennung ist meist ein schwarzer Kunststoffsteg, fest verbundene Isolierglaseinheit ohne Wärmedämmschicht (LOW-E), Glasdicke 4 mm mit 2 Scheiben und einem Abstand von 12 bis 16 mm



95 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Typ: Metall Isolierglasfenster mit LOW-E

Rahmenmaterial	Metall (mit therm. Trennung)
U _w -Wert	2,0 W/(m ² K)
U _f -Wert	3,0 W/(m ² K)
U _g -Wert	1,2 W/(m ² K)



- a-Wert
mit Dichtung vorhanden dann $\leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{lfm})$
selten ohne Dichtung dann $> 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{lfm})$
- Baujahre ab 1978 bis 1995 selten später, dann nur in Nebenräumen, die nicht zum ständigen Aufenthalt von Personen gedacht sind, z. B. Treppenh., Keller, Werkst. etc.
- Erkennungsmerkmale
Rahmen meist in Bautiefen von 50 bis 60 mm, die thermische Trennung ist meist ein schwarzer Kunststoffsteg, fest verbundene Isolierglaseinheit ohne Wärmedämmschicht (LOW-E), Glasdicke 4 mm mit 2 Scheiben und einem Abstand von 12 bis 16 mm

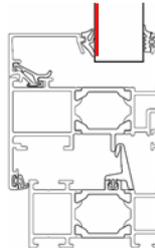
Eine Beschichtung der Verglasung erkennen Sie mit einem speziellen Testgerät oder an der farbig anders reflektierenden Spiegelung einer Feuerzeugflamme an der Scheibe (Position 2 oder 3).



96 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Typ: Metall Isolierglasfenster mit LOW-E

Rahmenmaterial	Metall (mit therm. Trennung)
U _w -Wert	1,8 W/(m ² K)
U _f -Wert	2,2 W/(m ² K)
U _g -Wert	1,2 W/(m ² K) 2. Generation



- a-Wert
mit Dichtung $\leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{fm})$
- Baujahre ab 1995
- Erkennungsmerkmale
Rahmen meist in Bautiefen 70 mm und mehr, die thermische Trennung ist meist ein schwarzer Kunststoffsteg (wenn nicht farbig beschichtet), fest verbundene Isolierglaseinheit mit Wärmedämmschicht (LOW-E), Glasdicke 4 mm mit 2 Scheiben und einem Abstand von 16 mm

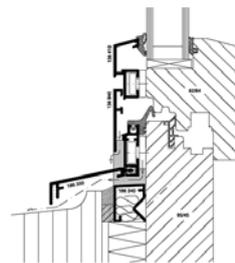
Eine Beschichtung der Verglasung erkennen Sie mit einem speziellen Testgerät oder an der farbig anders reflektierenden Spiegelung einer Feuerzeugflamme an der Scheibe (Position 2 oder 3).

97 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Typ: Holzfenster mit Metallvorsatzschale Isolierglasfenster

Rahmenmaterial	Hart-Holz-Metall	Weich-Holz-Metall
U _w -Wert	2,7 W/(m ² K)	2,6 W/(m ² K)
U _f -Wert	1,9 W/(m ² K)	1,5 W/(m ² K)
U _g -Wert	2,8 W/(m ² K)	2,8 W/(m ² K)



- a-Wert
mit Dichtung vorhanden dann $\leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{fm})$
selten ohne Dichtung dann $> 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{fm})$
- Baujahre ab 1978 bis 1995 selten später
- Erkennungsmerkmale
Rahmen meist in Bautiefen von 68 mm, frühe Fenster dieser Bauart noch mit 58 mm, mit einer Aluminium/Metall-Außenschale, fest verbundene Isolierglaseinheit ohne Wärmedämmschicht (LOW-E), Glasdicke 2 x 4 mm Scheiben und einem Abstand von 12 bis 16 mm

98 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI



Typ: Holzfenster mit Metallvorsatzschale Isolierglasfenster mit LOW-E

Rahmenmaterial	Hart-Holz-Metall	Weich-Holz-Metall
U _w -Wert	1,6 W/(m²K)	1,5 W/(m²K)
U _r -Wert	1,9 W/(m²K)	1,5 W/(m²K)
U _g -Wert	1,2 W/(m²K)	1,2 W/(m²K)



- a-Wert
mit Dichtung vorhanden dann $\leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{lfm})$
selten ohne Dichtung dann $> 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{lfm})$
- Baujahre ab 1995
- Erkennungsmerkmale
Rahmen meist in Bautiefen von 68 mm, frühe Fenster dieser Bauart noch mit 58 mm, mit einer Aluminium/Metall-Außenschale, fest verbundene Isolierglaseinheit mit Wärmedämmschicht (LOW-E), Glasdicke 2 x 4 mm Scheiben und einem Abstand von 12 bis 16 mm

Eine Beschichtung der Verglasung erkennen Sie mit einem speziellen Testgerät oder an der farbig anders reflektierenden Spiegelung einer Feuerzeugflamme an der Scheibe (Position 2 oder 3).



Glas, Fenster und transparente Fassaden im Bestand



Tipps und Erfahrungen eines Energieberaters zum Thema Fenster, Rollläden



Luftdurchlässigkeit von alten Fenstern

Fenster ohne Dichtung oder mit defekter Dichtung:

- Luftdurchgang $\geq 4\text{-}5 \text{ m}^3 \text{ Luft/lfm Fuge/h}$
(Fuge ist Riss zwischen Rahmen und Flügel)
- Das entspricht bei einem durchschnittlichen Fenster (1,20 x 1,40 m) 5 lfm. Fuge und eine Luftmenge von 20-25 $\text{m}^3/\text{h}/\text{FE}$.
- Bei einem Raumvolumen von 50 m^3 (4 x 5 x 2,50 m) entspricht das einer Luftwechselrate von 0,5 pro h.
Bei 2 Fenstern dieser Größe = LWR 1,0/lfm/h.



101 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Luftdurchlässigkeit von alten Fenstern

- Mit neuen Fenstern und doppelten Dichtungssystem ändert sich die Dichtheit

- 0,1 m^3 Luft/lfm Fuge/h

Das bedeutet:

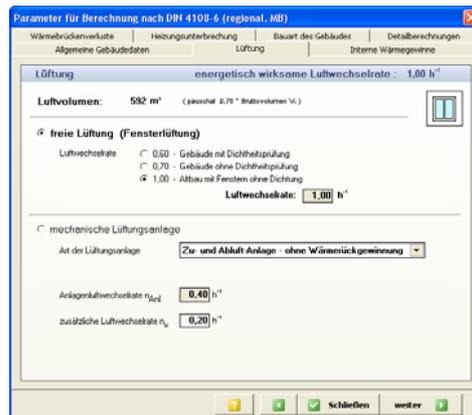
Ändern Sie im Berechnungsprogramm Ihrer Software nach einer Sanierung mit neuen Fenstern die LWR von 1,0 auf 0,7 bzw. mit Dichtheitsprüfung (BlowerDoor-Test) auf 0,6 m^2/h



102 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Tipps und Hinweise Energieausweis-Software

- Software z. B. Hottgenroth



103 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Fensterbänke im Altbau

- Problem**
Fensterbank ist bauseits
bereits vorhanden, soll
nicht ausgetauscht werden



Alte Steinbänke bis weit unter den alten Fensterrahmen stellen eine erhebliche Wärmebrücke dar.

Die alten Steinfensterbänke sollten mit der Außenwand bündig abschließen, dabei wird die alte Steinbank abgespitzt oder abgeflext.

Der verbleibende Stein wird überdämmt.

Das neue Fenster erhält eine neue Fensterbank, die über der alten Steinfensterbank am neuen Fensterrahmen befestigt wird.

104 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Fensterbank

- Berücksichtigung der inneren und äußeren Fensterbank bei der Montage und Abdichtung. Auch den unteren Fensteranschluss dämmen.
- Die seitlichen An- und Abschlüsse müssen so ausgebildet werden, dass ein Eindringen von Wasser verhindert und die Längenänderungen, insbesondere bei Metallfensterbänken, berücksichtigt werden.
- Die Neigung muss ausreichend sein, um das Wasser abzuleiten. Bei Metallfensterbänken ist auf die Ausbildung von Dehnstößen, die Befestigung und die Beschichtung mit Antidröhnmaterialien unter der Fensterbank zu achten. Dehnstöße sind im Abstand von maximal 3000 mm vorzusehen.



Rollläden im Bestand

- Zusätzliche Dämmung durch Rollläden
- Klassifizierung und Berechnung
- Unterscheidung der Rollladenkasten-Konstruktionen
- Rollladenkasten als Wärmebrücke
- Sanierungsvorschläge



Übersicht Rollläden

Bei der thermischen Bewertung von Rollladensystemen muss unterschieden werden

- Der Rollladen selbst, also Panzer (Behang) und Führungsschienen und seine Wirkung auf den Wärmedurchgang des Fensters.
- Der Rollladenkasten mit seinen verschiedenen Ausführungen und dem Baualter.

Quelle:  Bundesverband Rollläden + Sonnenschutz e. V.

Zusätzliche Wärmedämmung Rollläden

- Die zusätzliche Wärmedämmung von Rollläden kann entweder gemessen oder nach DIN EN ISO 10077-1 in Verbindung mit DIN EN 13125 berechnet werden.
- Die Werte sind abhängig vom Wärmedurchgangswiderstand R_{sh} des Panzers und der Dichtheit.
- Für die Dichtheit gibt es 5 Klassen, abhängig von der umlaufenden Fugenbreite, wobei nur die Klassen 3 – 5 für Rollläden relevant sind.
- Je nach Ausführungen des Rollladenkastens (siehe dort) hat dieser Einfluss auf die zusätzliche Wärmedämmung oder nicht.

Zusätzliche Wärmedämmung Rollläden

- Bei den R_{sh} -Werten sind entweder Herstellerangaben (existieren nur vereinzelt) oder Standardwerte zu verwenden:

Rollläden aus Aluminium allgemein	0,01 m ² K/W
Rollläden aus Holz oder Kunststoff	0,10 m ² K/W
Rollläden aus Alu dünnwandig ausgeschäumt	0,10 m ² K/W



Produktdatenblatt Rollladen Klasse 3

- Charakteristik: Rollläden mit geschlossenen Luftöffnungen **ohne Dichteinlagen in den Führungsschienen** (Fugenbreite zwischen 8 und 15 mm gemäß DIN EN 13125 bzw. DIN EN ISO 10077-1)

$$U_{ws} = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + \Delta R}$$

U_{ws} Wärmedurchgangskoeffizient Fenster + Rollläden
 $\Delta R = 0,55 R_{sh} + 0,11$ (m²K/W)

- Beispiel:
Kunststoffrollladen, Fenster $U_w = 1,4$ W/m²K
 $\Delta R = 0,16$ m²W/K $U_{ws} = 1,1$ W/m²K (1,14 gerundet)

Diese Klasse ist im Zweifelsfall zu verwenden



Produktdatenblatt Rollladen Klasse 4

- Charakteristik: Rollladen mit geschlossenen Luftöffnungen **mit Dichteinlagen in den Führungsschienen** (Fugenbreite ≤ 8 mm gemäß DIN EN 13125 bzw. DIN EN ISO 10077-1)

$$U_{ws} = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + \Delta R}$$

U_{ws} Wärmedurchgangskoeffizient Fenster + Rollladen
 $\Delta R = 0,8 R_{sh} + 0,14$ (m²K/W)

- Beispiel:
Kunststoffrollladen, Fenster $U_w = 1,4$ W/m²K
 $\Delta R = 0,22$ m²W/K $U_{ws} = 1,1$ W/m²K (1,07 gerundet)



Produktdatenblatt Rollladen Klasse 5

- Charakteristik: Rollladen mit geschlossenen Luftöffnungen **mit Dichteinlagen in den Führungsschienen, Schlussstab mit abdichtendem Profil, Bürsten- oder Lippendichtungen** am Panzerauslassschlitz bzw. Andruckfeder mit Dichtmaterial an der Innenseite des Rollladenkastens

$$U_{ws} = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + \Delta R}$$

U_{ws} Wärmedurchgangskoeffizient Fenster + Rollladen
 $\Delta R = 0,95 R_{sh} + 0,17$ (m²K/W)

- Beispiel:
Kunststoffrollladen, Fenster $U_w = 1,4$ W/m²K
 $\Delta R = 0,27$ m²W/K $U_{ws} = 1,0$ W/m²K (1,02 gerundet)



Einteilung Rollladenkästen

- **Vorbaurolladenkasten:** Der Rollladenkasten wird zusammen mit dem Rollladen als komplettes Element vor das eingebaute Fenster oder die Fassade montiert.
- **Aufsatzrolladenkasten:** Der Rollladenkasten liegt über dem Fenster und wird als komplettes Element zusammen mit dem Rollladen am Fenster befestigt und auch mit diesem eingebaut. Es wird unterschieden zwischen Mini-Aufsatzkasten und „großem“ Aufsatzkasten, der in der Regel beidseitig überputzt oder verkleidet wird.
- **Neubau- oder Einbaukasten:** Wird bei der Rohbauerstellung mit eingesetzt, teilweise als Sturzersatz. Je nach Baualter kann auch nur ein bauseitiger Sturz vorhanden sein, die innere Verkleidung ist entweder eine Holzkonstruktion oder ein Rabitzkasten.



113 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Rollladenkästen

Rollladenkästen können eine erhebliche Wärmebrücke darstellen.



Maßnahmen

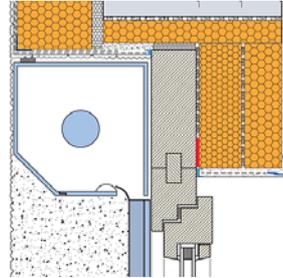
- Dämmung und Abdichtung des alten Rollladenkastens, wenn keine baulichen Veränderungen bzw. kein zusätzlicher Sanierungsaufwand gewünscht wird
- Integration eines Rollladenaufsatzkastens
- Montage eines Vorbaurolladen



114 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Vorbaurolladenkasten

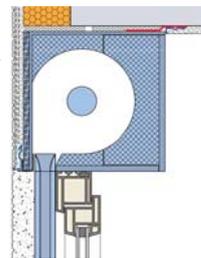
- Der Vorbaurolladen befindet sich vor der Rahmenverbreiterung über dem Fenster. Er hat keinen Einfluss auf den U_w -Wert des Fensters. Der Rollladen (Behang) selbst wirkt sich bei geschlossenem Zustand auf den U_{ws} -Wert aus.
- Energetische Verbesserungen: nur im Bereich des Fensterstocks möglich (Zusatzdämmung), abgedichtete Durchführung der Bedienelemente nachrüsten.



115 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Aufsatzrolladenkasten

- Einfluss U-Werte:
Auf das Fenster aufgesetzte Mini-Rollladenkästen werden dem Fenster zugeordnet. Der Rollladenkasten wird flächenmäßig und mit dem jeweiligen U-Wert des Rollladenkastens berücksichtigt, oder er fließt als Wärmebrücke in die Berechnung ein. Der Rollladen (Behang) selbst wirkt sich bei geschlossenem Zustand auf den U_{ws} aus.
- Energetische Verbesserungen:
aus konstruktiven Gründen (wenig Platz) kaum möglich; evtl. abgedichtete Durchführung der Bedienelemente nachrüsten.



116 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Neubau- oder Einbaurollladenkasten

- Einfluss U-Werte:
 - Kein Einfluss auf U_w . Der Rollladen (Behang) selbst wirkt sich bei geschlossenem Zustand auf den U_{ws} aus
- Energetische Verbesserungen (Beispiele):
 - Abdichtung undichter Rollladenkästen
 - zusätzliche Dämmung (wenn Platz vorhanden)
 - Rollladen mit geringerem Wickeldurchmesser einsetzen, um mehr Platz für Dämmung zu erzielen
- Mindestanforderungen nach Bauregelliste (Ü-Zeichen)
 - Wärmedurchgangskoeffizient $U_{sb} \leq 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Temperaturfaktor $f_{Rsi} \geq 0,70$



117 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Neubau- oder Einbaurollladenkasten

- Mindestanforderungen nach DIN 4108-2:
 - Wärmedurchgangswiderstand Kasten $R = 1,0 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - Kastendeckel $R = 0,55 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - evtl. Gleichwertigkeitsnachweis DIN 4108 Beiblatt 2

Beidseitig überputzte oder verkleidete „große“ Aufsatzrollladen-
kästen zählen energetisch auch zu dieser Gruppe



118 | Arbeitsunterlagen für Energieberater | © 2009 VFF, BF, GFH, GMI

Verbesserung der Wärmedämmung im Altbau

- Rollladenkästen fließen üblicherweise als Wärmebrücke in die Berechnungen ein
- Ein Altbau-Rollladenkasten (wenig oder nicht gedämmt) weist bei einem zum Zeitpunkt des Einbaus üblichen Wandaufbau einen Ψ -Wert von 0,6 - 0,85 W/mK auf (dichte Ausführung vorausgesetzt!).
- Durch den Einbau einer 3-seitigen Dämmmatte (unten, raumseitig und oben) mit 30 mm Dicke kann ein Ψ -Wert von ca. 0,3 W/mK erreicht werden, das ist fast Neubau-Niveau.



Glas, Fenster und transparente Fassaden im Bestand



- Links
- Downloads



Wichtige Links

www.bmvbs.de

www.kfw-foerderbank.de

www.deutsche-energie-agentur.de

www.foerderdatenbank.de

www.energiepass-initiative-deutschland.de

www.energiesparen-mit-glas.de

www.modernisierungs-kompass.de



Downloads

Über www.window.de im Fensterratgeber

- Flyer Der neue Energieausweis 2008
- Flyer Neue Marktchancen 2009
„Energetisch Sanieren mit Glas und Fenster“
- Florpost Steuerbonus
- Studie zur energetischen Modernisierung von alten Fenstern
- Geld vom Staat



Glas, Fenster und transparente Fassaden im Bestand



Kontakt



Herausgeber (wo wir sind)

Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e. V.

Walter-Kolb-Str. 1-7
60594 Frankfurt am Main

www.window.de

Bundesverband Flachglas e. V.

Mülheimer Str. 1
53840 Troisdorf

www.bundesverband-flachglas.de



Herausgeber (wo wir sind)

Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e. V.

Walter-Kolb-Str. 1-7
60594 Frankfurt am Main

www.window.de

Gütegemeinschaft Mehrscheiben-Isolierglas e. V.

Mülheimer Str. 1
53840 Troisdorf

www.gmiev.de



Glas, Fenster und transparente Fassaden im Bestand



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit