



## Fenstersanierung:

Möglichkeiten, was ist zu beachten:

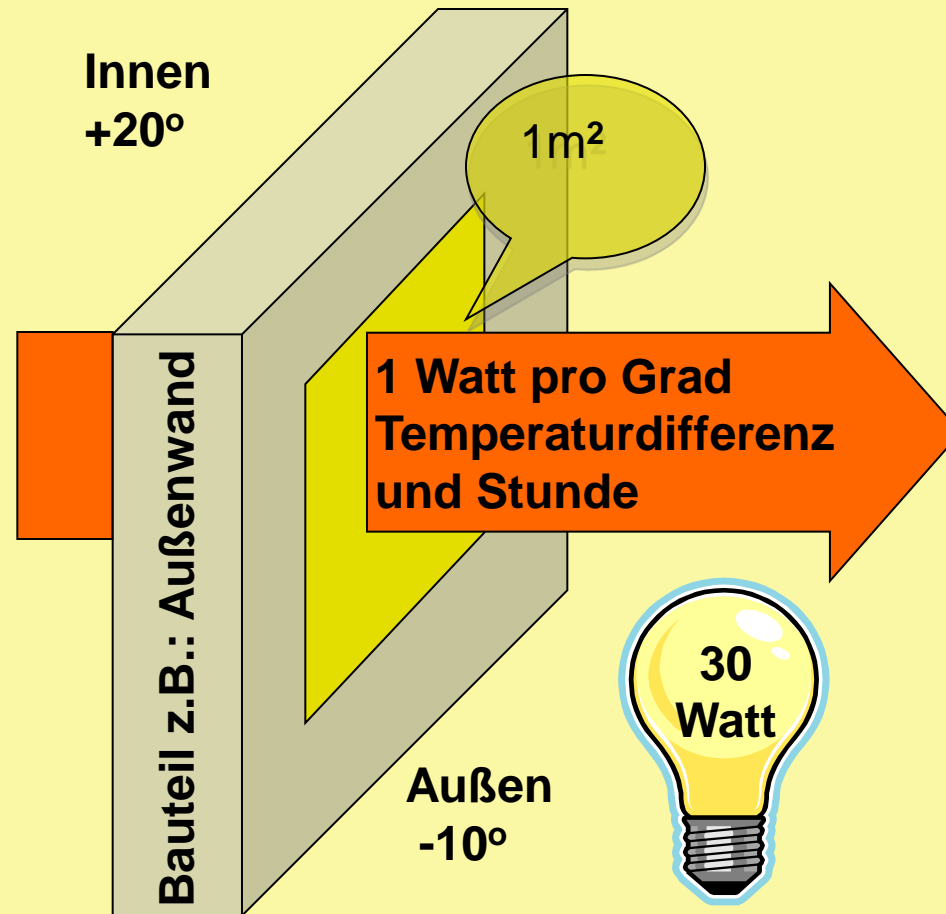
- Anforderungen an Fenster
- Fenstertypen, Kennwerte
- Wärme- und Schallschutz
- Sanierung: Motivation, Möglichkeiten
- Verbesserung der Luftdichtheit
- Austausch der Verglasung
- Zusatzscheiben
- Fenstertausch
- Qualität bei Kauf und Einbau
- Feuchteprobleme
- Wirtschaftlichkeit



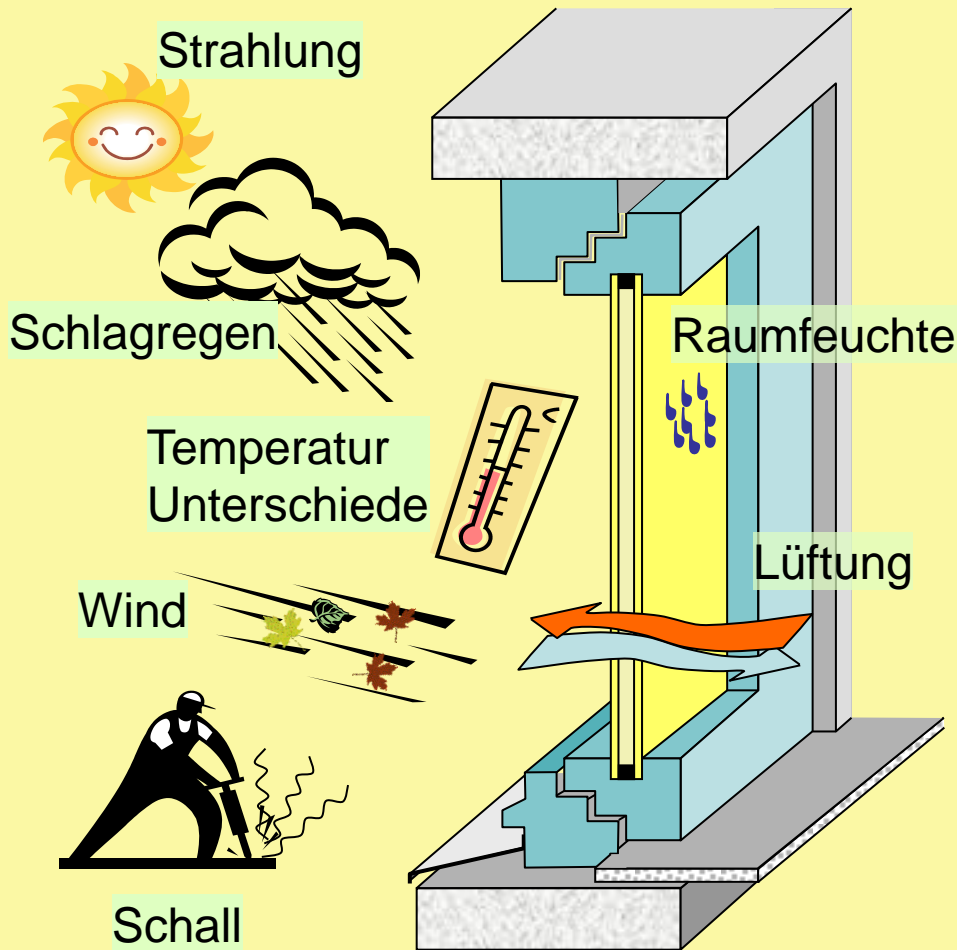
Dipl. Ing. (FH) Uwe Junge

[www.ing-büro-junge.de](http://www.ing-büro-junge.de)

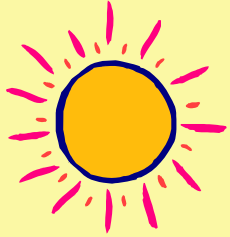
Außenwand mit dem U-Wert 1 [W/m<sup>2</sup>\*K]



# Anforderungen an Fenster



- Sonnenlicht und -wärme ins Gebäude bringen.
- Schutz vor wechselnden Witterungseinflüssen, Außenlärm und vor Eindringversuchen
- Wärme im Haus halten
- Manuelle kontrollierte Lüftung
- Bestand gegen thermische- und Feuchte-Belastungen
- ansprechendes Äußeres
- Pflegeleicht
- Beitrag zu einem behaglichen Wohnklima.



Solare Gewinne

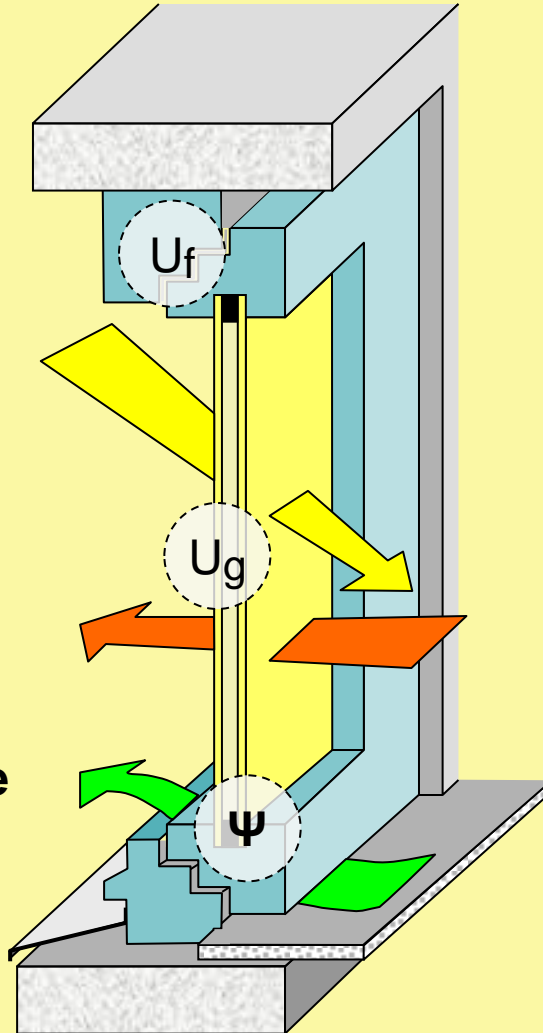
**g-Wert** ↑ ↓

Transmissions-  
wärmeverluste

**U-Wert** ↓ ↑

Lüftungsverluste

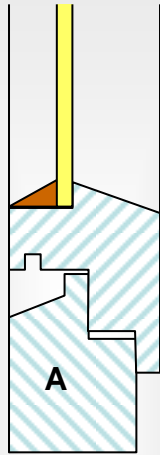
**a-Wert** ↓ ↑



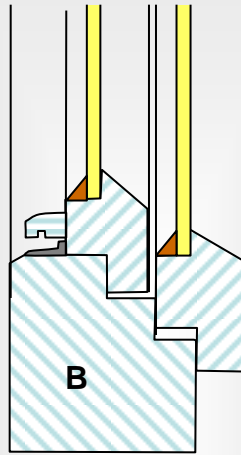
- Gesamtenergie Durchlassgrad g-Wert, [%]
- Wärmedurchlasskoeffizient U-Wert, [W/(m<sup>2</sup>\*K)]:
- Ein Fenster hat 3 verschiedene Teile U-Werte und einen resultierenden gesamt U-Wert:
  - **U<sub>g</sub>** ist der U-Wert des Glases (glas)
  - **U<sub>f</sub>** ist der U-Wert des Rahmens (frame)
  - **Ψ** (Phi), linearer Wärmedurchgang der Glaskante [W/(m\*K)]

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

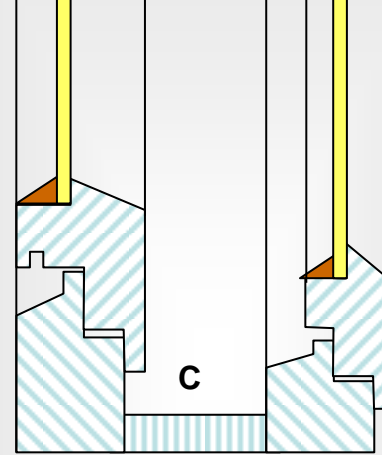
Entwicklung  
der Fenster  
und ihrer  
Kennwerte



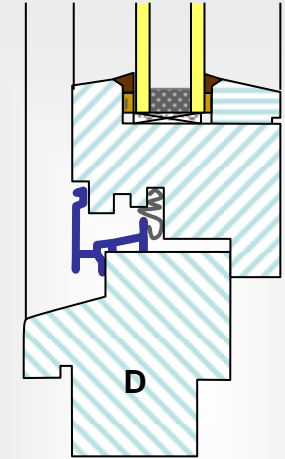
Einscheiben  
Fenster: vor  
1970.



Verbundfenster, 2x  
Einfachverglasung:  
bis 78 z.T. bis 95.

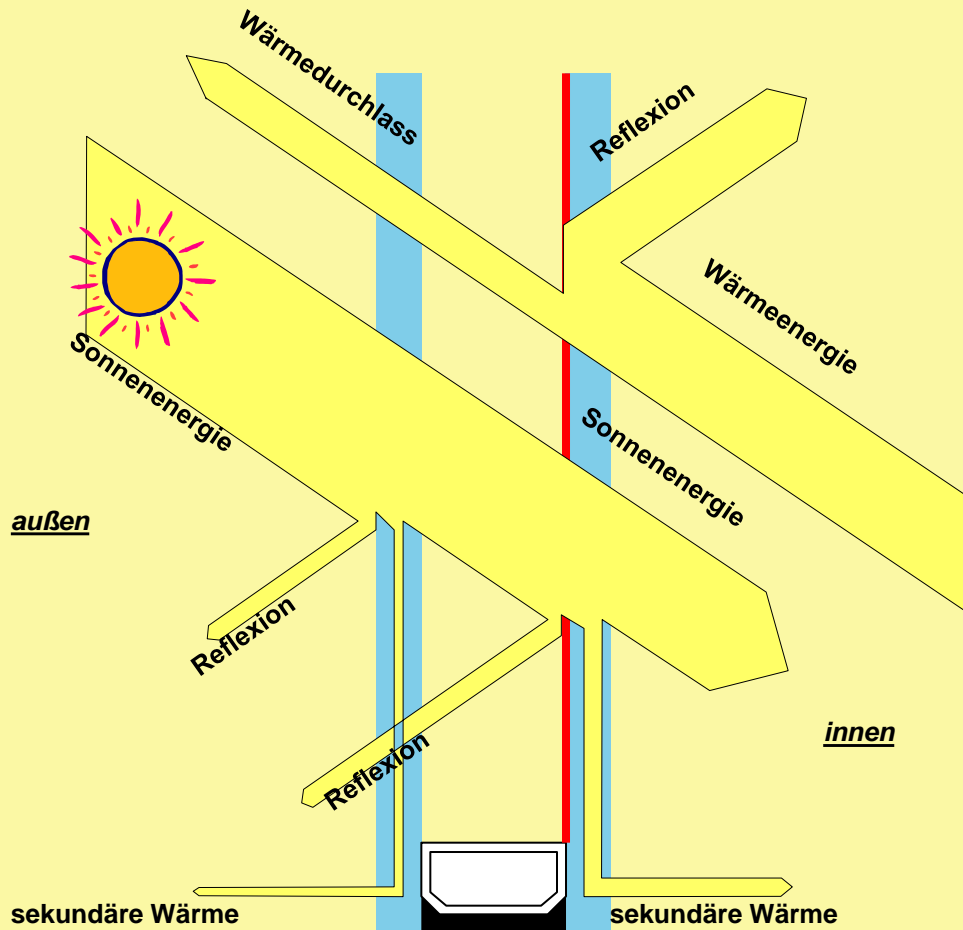


Kastenfenster, 2x  
Einfachverglasung. bis  
ca. 1978 selten später.



Isolierglasfenster 78-95  
Wärmeschutzverglasung  
2 Scheiben, ab 1995  
3 Scheiben ab 2004

	Einscheiben Fenster: vor 1970.		Verbundfenster, 2x Einfachverglasung: bis 78 z.T. bis 95.		Kastenfenster, 2x Einfachverglasung. bis ca. 1978 selten später.		Isolierglasfenster 78-95 Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, ab 1995 3 Scheiben ab 2004		
							Isolier	WSV 2	WSV 3
g [%]		~ 0,9			~ 0,8		~ 0,7	0,6-0,65	0,5-0,6
U <sub>w</sub> [W/(m <sup>2</sup> *K)]		4,5-6,2			2,4-3,5		2,6-2,8	1,2-1,5	0,7-1,2
U <sub>g</sub> [W/(m <sup>2</sup> *K)]		5,8			2,6-2,8		2,8	1,1-2,4	0,5-1,1



Sonnenwärme reinlassen







- Sonnenstrahlung (sichtbares Licht -> Beleuchtung)
  - Bei Auftreffen aus Gegenstände -> Umwandlung in Wärme
- Je besser der g-Wert je mehr kommt innen an.

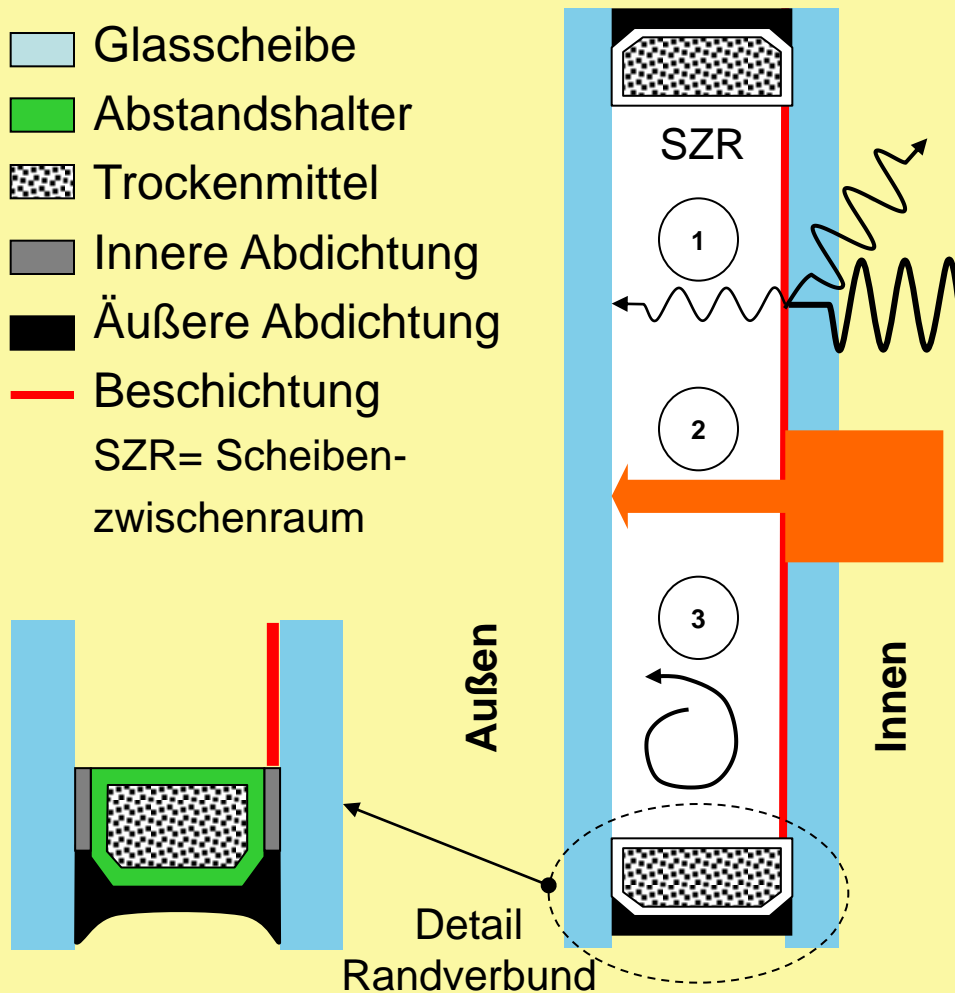
Raumwärme im Raum halten  
Verminderung von

- Wärmeabstrahlung
- Wärmeleitung
- Wärmeübertragung durch Konvektion

Je besser dies gelingt, je besser der Ug-Wert

# Wärmeschutzglas

-  Glasscheibe
  -  Abstandshalter
  -  Trockenmittel
  -  Innere Abdichtung
  -  Äußere Abdichtung
  -  Beschichtung
- SZR= Scheiben-  
zwischenraum



Die Raumwärmeabgabe durch das Fenster erfolgt durch:

Wärmestrahlung (1)

- Beschichtung des Glases (Edelstahlschicht) reflektiert bis 97% der raumseitigen Strahlung

Wärmeleitung (2)

- Füllung des SZR mit Edelgas (Argon, Krypton, Xenon: Schlechte Wärmeleiter)
- Verbesserter Randverbund
- Tiefer Glaseinstand

Konvektion (3).

- Optimierung der Breite des SZR (Minimierung der Konvektion)

**Verbesserung der thermischen Eigenschaften des Wärmeschutzglases gegenüber dem Isolierglas um bis zu Faktor 3.**



## Geforderte Schallschutz- klasse für Fenster in Räumen

Lärmpegel- bereich	Außenlärm- Pegel in dB(A)	Schallschutz- klasse		
		Kranken- haus	Wohnung	Büro
I	<=55	3	2	-
II	51-55	3	2	2
III	56-60	4	3	2
IV	61-65	5	4	3
V	66-70	6	5	4
VI	71-80	1)	6	5
VII	>80	1)	1)	6

1) nach örtlichen Gegebenheiten festzulegen

- Fenster sind die größten Schwachstellen (Schall)
- Alte 1-Scheiben Fenster bewirken eine Schalldämmung (ca. 25 dB),
  - Die ist 1000 mal ( $W/m^2$ ) geringer, als bei einer guten Außenwand (55 dB).

Ein Mensch nimmt einen Unterschied von 10 dB als Halbierung / Verdoppelung des Lärmpegels wahr.

Fenster werden Schallschutzklassen zugeordnet: Klassen umfassen jeweils Bereiche von 5 dB:

- beginnend mit <25 für Schallschutzklasse 0
- und endend mit >49 für Schallschutzklasse 6.

Scheibentyp	Schallschutzklasse
Verbundfenster mit 2 x 1-Scheiben	3 – 5 <sup>1)</sup> (35 - 50 dB)
Kastenfenster mit 2 x 1-Scheiben	5 <sup>1)</sup> und 6 <sup>1)</sup> (45-60 dB)
Alte Isolierglasfenster:	2 (32 bis 35 dB)
Wärmeschutzglas 2-3 Scheiben :	5 und 6 <sup>1)</sup>
1) Besondere Maßnahmen erforderlich	



Die Schalldämmeigenschaften von Fenstern sind im wesentlichen abhängig von

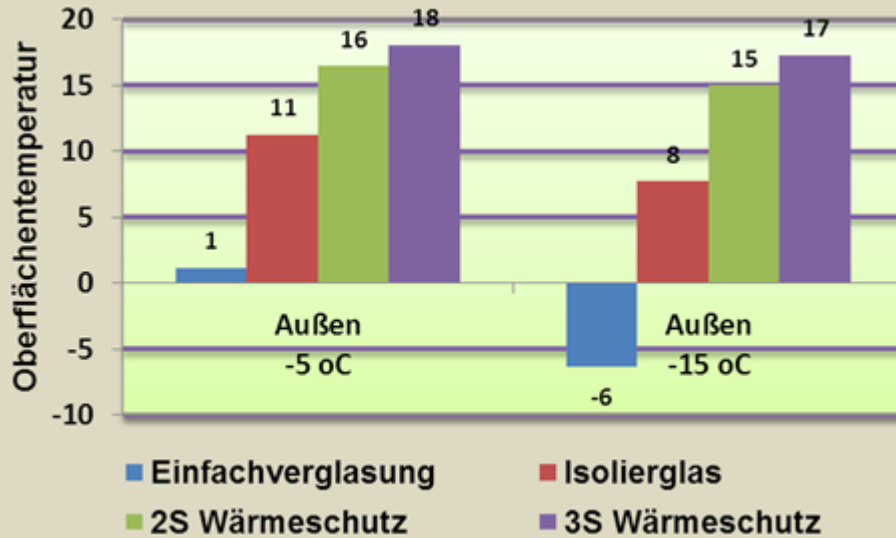
- Dicke und Aufbau der Verglasung
- Schalltechnische Qualität des Rahmens (Aufbau)
- Qualität des Einbaus (Anschluss ans Mauerwerk)
- Fugendichtheit (Flügelrahmen an Blendrahmen)

Spezielle Maßnahmen am Fenster zur Verbesserung des Schalldämmmaßes:

- Scheibendicke bis zu 10mm
- Unterschiedlich dicke Scheiben (innen, außen) führt zu unterschiedlichen Resonanzfrequenzen.
- Vergrößerung des Scheibenzwischenraums.
- Verbundglasscheiben (elastische verbindende Zwischenschicht)
- Monoglas Vorsatzschale (Sanierung)



# Oberflächentemperatur Lüftungsverluste



Innentemperatur 20 °C

Endenergieverbrauch (ohne Hilfsenergie) bei unterschiedlichen Luftwechselraten				
Luft-Wechsel	Energieverbrauch		Verbrauchs Delta	
	[kWh/a]	[€]	[€]	[%]
0	48.054	3.844	0	0,00%
0,2	50.633	4.051	206	5,37%
0,4	53.183	4.255	410	10,67%
0,7	57.061	4.565	721	18,74%
1	60.883	4.871	1.026	26,70%
1,5	67.084	5.367	1.522	39,60%

- Höhere Oberflächentemperaturen des Fensters vermindern Zugserscheinungen und erhöhen die Behaglichkeit beträchtlich
- Eine Senkung der Raumtemperatur um 2 bis 3 Grad kann ohne Komforteinbuße möglich sein.

- Sehr undichte Fenster führen zu erhöhten Lüftungsverlusten und verminderter Behaglichkeit.
- Durchschnittliche Altbau Fenster stellen in der Regel nur die notwendige Lüftung sicher. Allerdings nicht immer bedarfsgerecht.



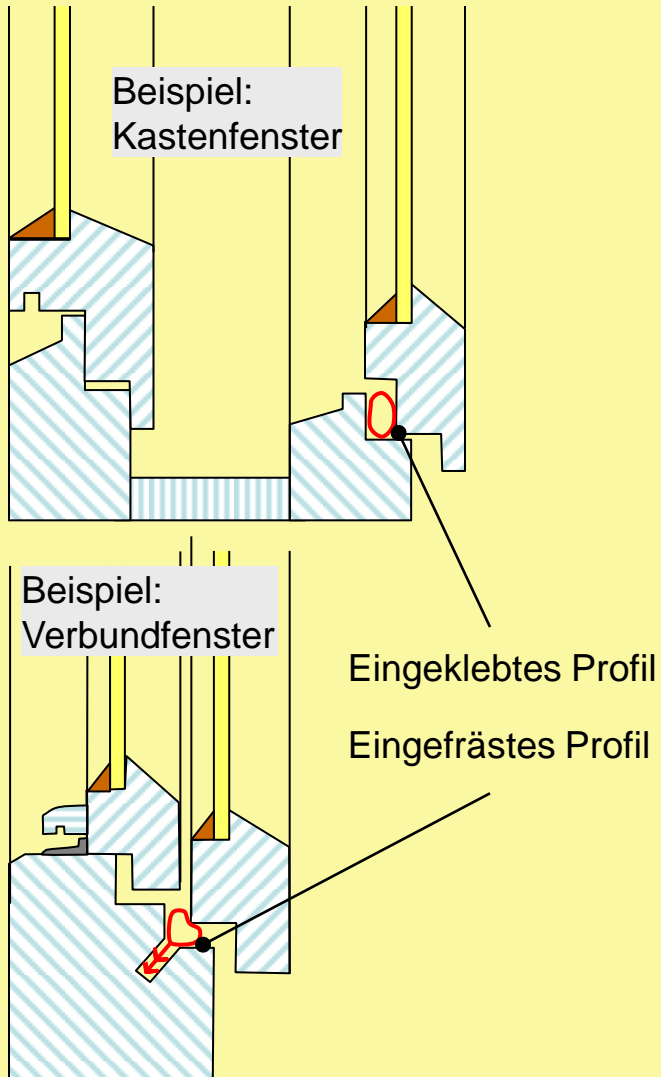
Je nach Zustand des alten Fensters empfehlen sich verschiedene Maßnahmen:

- Verbesserung / Wiederherstellung der Luftdichtheit.
- Verbesserung der Verglasung alter Fenster.
- Zusatzscheiben zu einem bestehenden Fenster.
- Kompletter Austausch des alten Fensters.



## Was wird damit erreicht:

- Alle Maßnahmen erhöhen den Wohnwert des Gebäudes tragen zu mehr Behaglichkeit bei und vermindern die Wärmeverluste des Gebäudes z.T. erheblich.
- Mit dem Austausch des Glases / Fensters können weitere spezielle Eigenschaften insbesondere der Verglasung erreicht werden:
  - Verbesserter Sonnenschutz,
  - erhöhter Schallschutz, Sichtschutz,
  - verbesserter Schutz gegen Einbruch
  - Schirmung elektromagnetischer Strahlung.
- Zudem bietet die Vielfalt der heute möglichen Rahmenfarben und die Integration von Sprossen und Verschattungseinrichtungen erweiterte Gestaltungsmöglichkeiten.
- Auch dem Bedienungskomfort sind mit neuartigen Beschlägen kaum mehr Grenzen gesetzt.



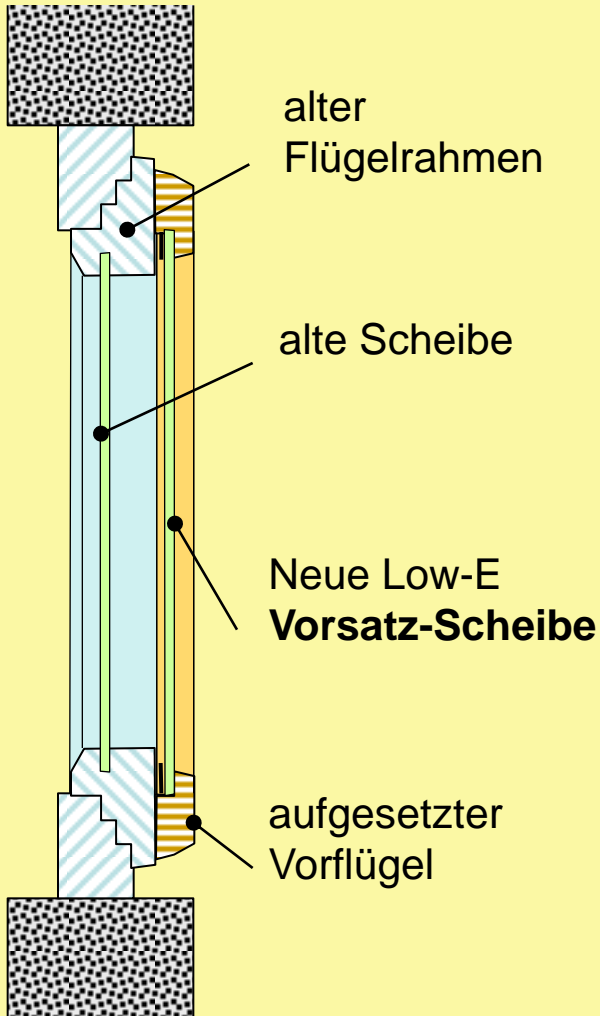
- Geeignet:
  - Verbundfenster,
  - Kastenfenster
  - Isolierglasfenster ohne Dichtung
- Voraussetzung: intakter Rahmen
- Holzfenster
  - Einfräsen einer Nut
  - Einbau eines handelsüblichen Fenster-Dichtprofils.
- Metall- Kunststofffenster:
  - Einkleben
- Einbau in Rahmen oder im Flügel.
- Bei Kasten- oder Verbundfenster im inneren Flügel (Beschlagen der Außenscheibe).
- Große Auswahl geeigneter Profile (einsteckbar oder klebbar)
- Kosten ca. 15€ bis 30€ pro lfm abhängig von notwendigen Zusatzarbeiten wie z.B.: Einstellarbeiten, Beschlagtausch..



- Verbleibende Lebensdauer der Rahmen noch mindestens 15 Jahre sein
- Umlaufende wirksame Dichtung sollte vorhanden sein, bzw. nachgerüstet werden.
- Varianten :
  - Tausch einer unbeschichteten Einzelscheibe gegen eine beschichtete Scheibe
    - Sinnvoll für die Innenscheiben von Verbund oder Kastenfenstern
    - Macht aus dem alten Fenster ein "Wärmedämmfenster".
    - EnEV Forderung für das neue Glas: Emissivität  $\epsilon_n < 0,2$ .
  - Tausch von Isolierglas gegen 2-Scheiben Wärmedämmglas
    - EnEV Forderung  $U_g \leq 1,1$
    - Kosten: Im Mittel ca. 250,- €, pro Quadratmeter Fensterfläche; (regional unterschiedlich).

**Es lassen sich:**

- **Heizkosten einsparen**
- **der Schallschutz verbessern**
- **weitere spezielle Eigenschaften heutiger Verglasungen nutzen.**



## •Vorsatzscheibe:

- Der Flügelrahmen des alten Fensters sollte solide und in gutem Zustand sein.
- Einsatz eines Glases mit Wärmereflektierender Beschichtung und einer Emissivität  $\epsilon_n \leq 0,20$ .
- Die Vorsatzscheibe sollte zu öffnen sein
- Verbesserung U-Wert um bis zu 40 % möglich

## •Fensterfolien :

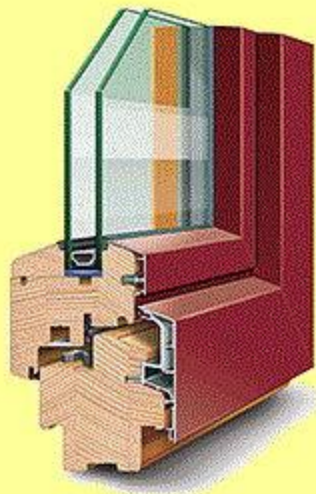
- Wird in einigen Baumärkten angeboten
- Ähnlich Frischhaltefolie auf der Innenseite über den gesamten Fensterflügel ziehen und mit Warmluft aus einem Föhn spannen.
- Empfindlich gegen Beschädigungen.

## •Zusatzfenster einbauen

- Zusätzlich zum vorhandenen Fenster mit Einfachverglasung wird ein zweites (Wärmeschutzglas-Fenster) in die innere Laibung eingebaut (Kastenfenster).



Holzfenster  
(Bayerwald)



Holz/Aluminium-  
fenster (Bayerwald)



Alufenster mit thermischer  
Trennung (ALUPROF)



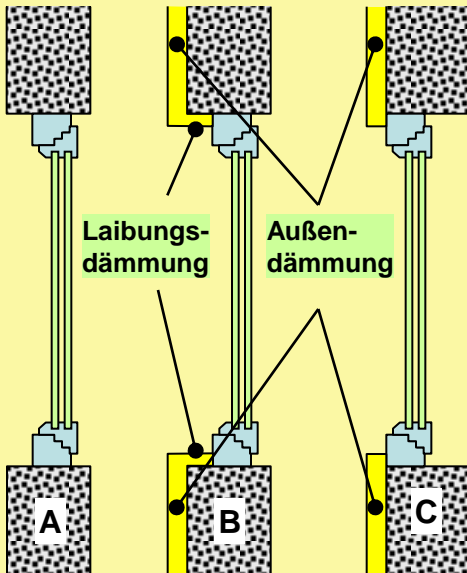
Kunststoff/Alu-  
fenster (WERU)



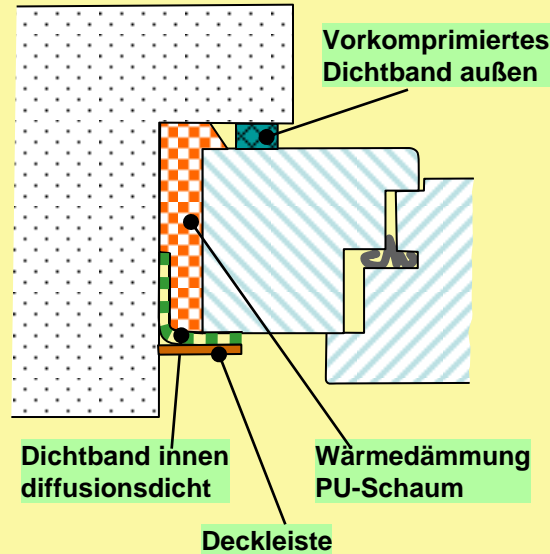
Kunststofffenster  
(WERU)

	Kunststoff	Holz	Aluminium
<b>Beständigkeit</b>	Keine Beschichtung erforderlich	Beschichtung erforderlich (Lasur)	Bei guter Eloxierung in hohem Maß beständig
<b>Wartung</b>	-	Erneuerung des Anstrichs	-
	Beschläge und Dichtungen jährlich prüfen (fetten, ölen , Dichtungen: Talkum auftragen)		
<b>Haltbarkeit</b>	gute Haltbarkeit	bei guter Pflege sehr gut	nahezu unbegrenzt
<b>Design</b>	zweckmäßig, breite Farbpalette	Wohnlich, behaglich	kühl elegant, breite Farbpalette
<b>Wärmedämmung</b>	+	++	+
<b>Preisrelation</b>	1	1,2	1,6

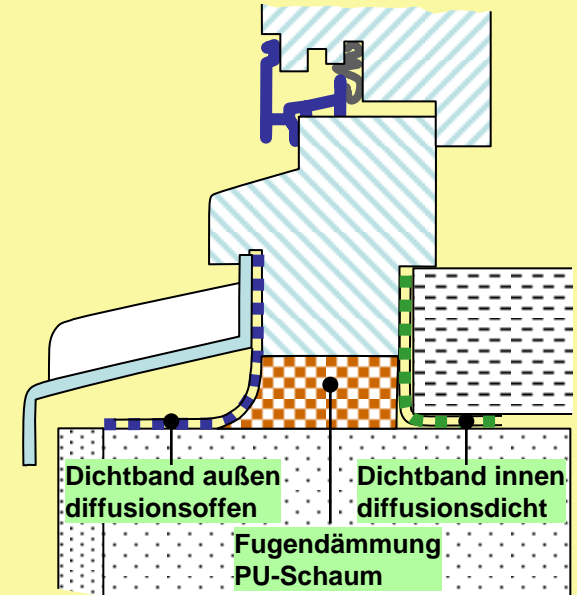
## Einbaupositionen eines Fensters



## Seitlicher Fenster-Anschluss

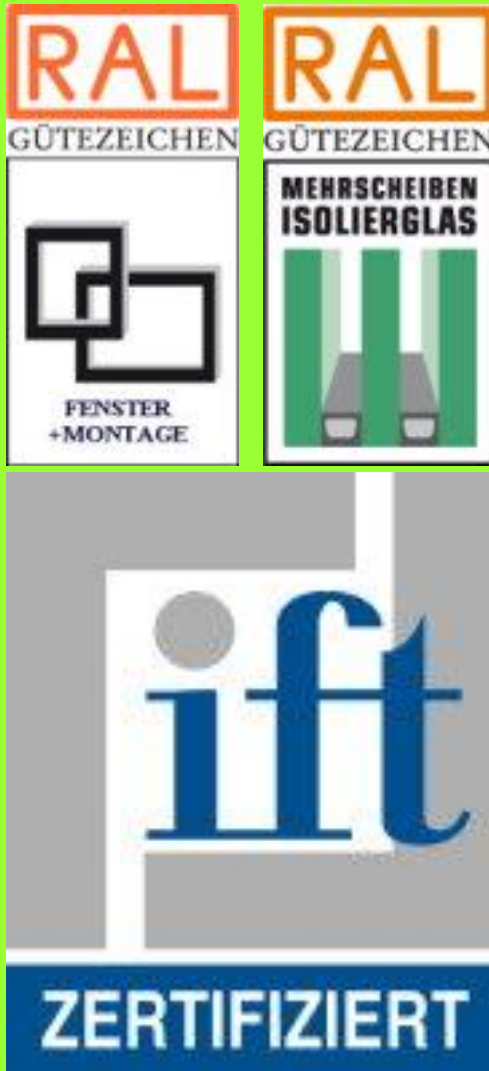


## Fensterbankanschluss



Die Fensterabdichtung umfasst drei Abdichtungsebenen:

- äußere: muss schlagregendicht und Dampfdiffusionsoffen ausgeführt werden.
- mittlere: dient der Schall- und Wärmedämmung und ist Schall- und Wärmebrückenfrei auszuführen.
- innere: muss luftdicht und Dampfdiffusionsdichter sein als die äußere Abdichtung.
- Zusätzlich muss der Einbau derart gestaltet werden, dass Bewegungen zwischen Fensterrahmen und Wand, die durch Dehnung, Wärmespannungen, Erschütterungen oder Wind auftreten können, dauerhaft aufgefangen und ausgeglichen werden können.



- Der Bauherr sollte sich an Fenstern und Türen mit dem RAL-Gütezeichen orientieren. Auch der Einbau muss sich an die RAL Empfehlungen halten.
- Das [RAL-Gütezeichen für Fenster](#) garantiert eine definierte Qualität des Produktes.
- Zertifizierte Firmen die einen [RAL konformen Einbau](#) garantieren dürfen den Gütesiegel Zusatz „+Montage“ führen
- Weitere Sicherheit schafft eine Produktzertifizierung durch das [ift Rosenheim, Institut für Fenstertechnik e.V.](#) Eine Liste mit zertifizierten Produkten ist auf der Homepage des ift einsehbar.



Neue Fenster sind Luftdicht

- Die Feuchte Abfuhr erfolgt nicht mehr wie bisher gewohnt
- Bei gleichem Lüftungsverhalten folgt:
  - Höhere Luftfeuchtigkeit → Schimmel

Kondensation erfolgt nicht mehr am Fenster

- höhere Luftfeuchtigkeit → Schimmel an den Wänden

Gegenmaßnahmen:

- Häufigeres bedarfsgerechtes Lüften
- Einbau von mechanischen Lüftungshilfen
- Vor oder gemeinsam mit Fenstertausch: Dämmung der Außenwände

Bei:

- Austausch von mehr als 1/3 der Fenster (EFH / MFH)
- Abdichtung von mehr als 1/3 der Dachfläche (EFH)

Muss der Fachunternehmer ein Lüftungskonzept erstellen:.

- Sicherstellung des Mindestluftwechsels zum Feuchteschutz
- Empfehlung weiterer Lüftungstechnischer Maßnahmen
- Aufklärung über notwendige manuelle Lüftung





# Fenstertausch Wirtschaftlichkeit

Fall	Kosten Invest [€]	Energieein-sparung [kWh]	Energieein-sparung [€]	Amortisa-tion statisch [a]	Kosten pro eingesp. kWh [€]
a)	Ausgangszustand Einfachverglasung				
1) WSG 2	18.566	9.768	955	19,45	0,036
2) WSG 3	20.840	9.477	929	22,44	0,073
b)	Ausgangszustand Isolierverglasung				
1) WSG 2	18.566	4.254	414	45	0,145
2) WSG 3	20.840	3.963	388	54	0,175

Diese Rechnung kann für einen anderen Fall auch unterschiedlich ausfallen.

- Abweichende Produkteigenschaften ( $U_w$ ,  $g$ )
- Niedrigere / höhere Energiekosten (hier 80 Cent)
- Abweichende Produkt- Handwerkerkosten
- Sowieso Kosten wurden nicht berücksichtigt



## **Qualität**

- Glas und Rahmen (RAL, zertifiziert)
- Einbau (RAL: Luftdicht, Wärmebrückenfrei)

## **Gesetzliche Vorschriften, Fördervoraussetzungen**

- U-Werte
- Fenster Werkstoff
- Denkmalschutz

## **Spezielle Fenstereigenschaften berücksichtigen**

- Sonnenschutz
- Schallschutz
- Sichtschutz

## **Potenzielle Feuchteprobleme vorausschauend angehen**

- Lüftungskonzept
- Erst Außenwanddämmung, dann Fenster

## **Sonstiges**

- Wirtschaftlichkeit auf Basis konkreter Angebote mit betrachten
- Sanierung der Rollladenkästen, Klappläden mitplanen



***Danke für Ihre Aufmerksamkeit***



**Dipl. Ing. (FH) Uwe Junge**

**[www.ing-büro-junge.de](http://www.ing-büro-junge.de)**