

Verringerung der Verluste der Gebäudehülle

Wärmeschutz Fenster

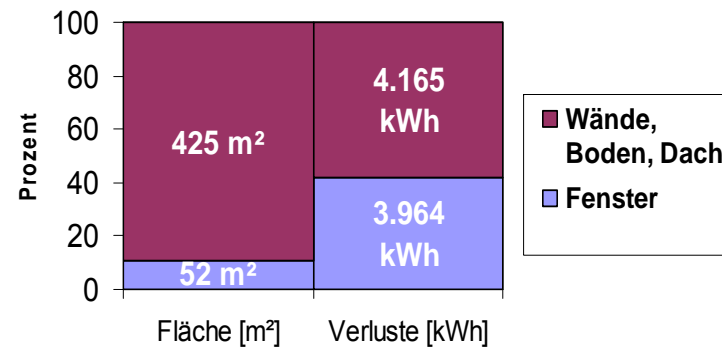
Das Fenster - ein anspruchsvolles Bauteil

3.2.1

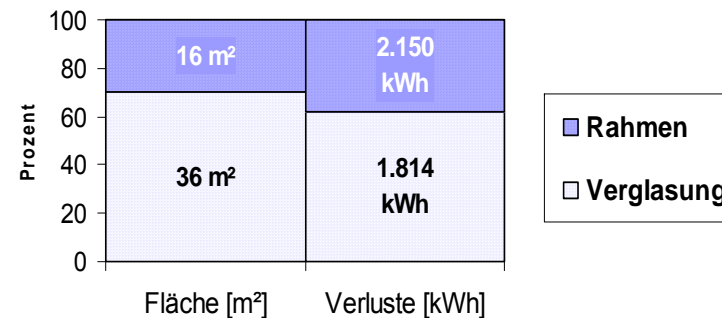


Quelle: Text

Gebäudehülle:



Fenster:



Nomenklatur EN 10077 und Zertifizierung durch PHI

3.2.2

Passivhaus-Anforderungen

$$U_g - 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) * g < 0$$

$$U_w \text{ maximal } 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

oder

$U_{w,\text{eingeb}}$ maximal $0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ mit
Verglasung $U_g=0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (siehe
nächste Folie)

Nomenklatur EN 10077

U_w Fenster U-Wert (w = window)

U_f Rahmen U-Wert (f = frame)

U_g Glas U-Wert (g = glas)

Ψ_{RV} Wärmebrücken-Verlustkoeffizient
Glasrand (Ergänzung RV nicht
nach Norm)

Weitere Begriffe und Kürzel

Ψ_{ein} Wärmebrücken-Verlustkoeffizient
Einbausituation

$U_{w,\text{eingeb}}$ Fenster U-Wert unter
Berücksichtigung der
Wärmebrückenverluste aufgrund
der Einbausituation

Quelle: EN 10077, Passivhaus Institut Darmstadt

Zertifizierung durch PHI – wärmebrückenfreier Anschluss

3.2.3

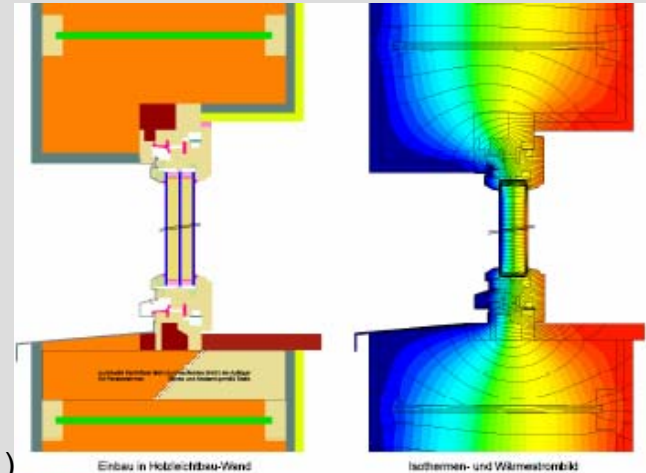
Passivhaus-Anforderungen – Wärmebrückenfreier Anschluss

$U_{w, \text{eingeb}}$ maximal 0,85 W/(m²K) mit Verglasung
 $U_g = 0,7$ W/(m²K)

$$(U_g \times A_g) + (U_f \times A_f) + (\Psi_{RV} \times L_{RV}) + (\Psi_{\text{Einb.}} \times L_{\text{Einb.}})$$

$$U_{w \text{ eingeb}} = \frac{\text{-----}}{(A_g + A_f)}$$

wird der wärmebrückenfreie Einbau
nachgewiesen, so entfällt die Passivhaus-
Anforderung von U_w max. 0,8 W/(m²K)

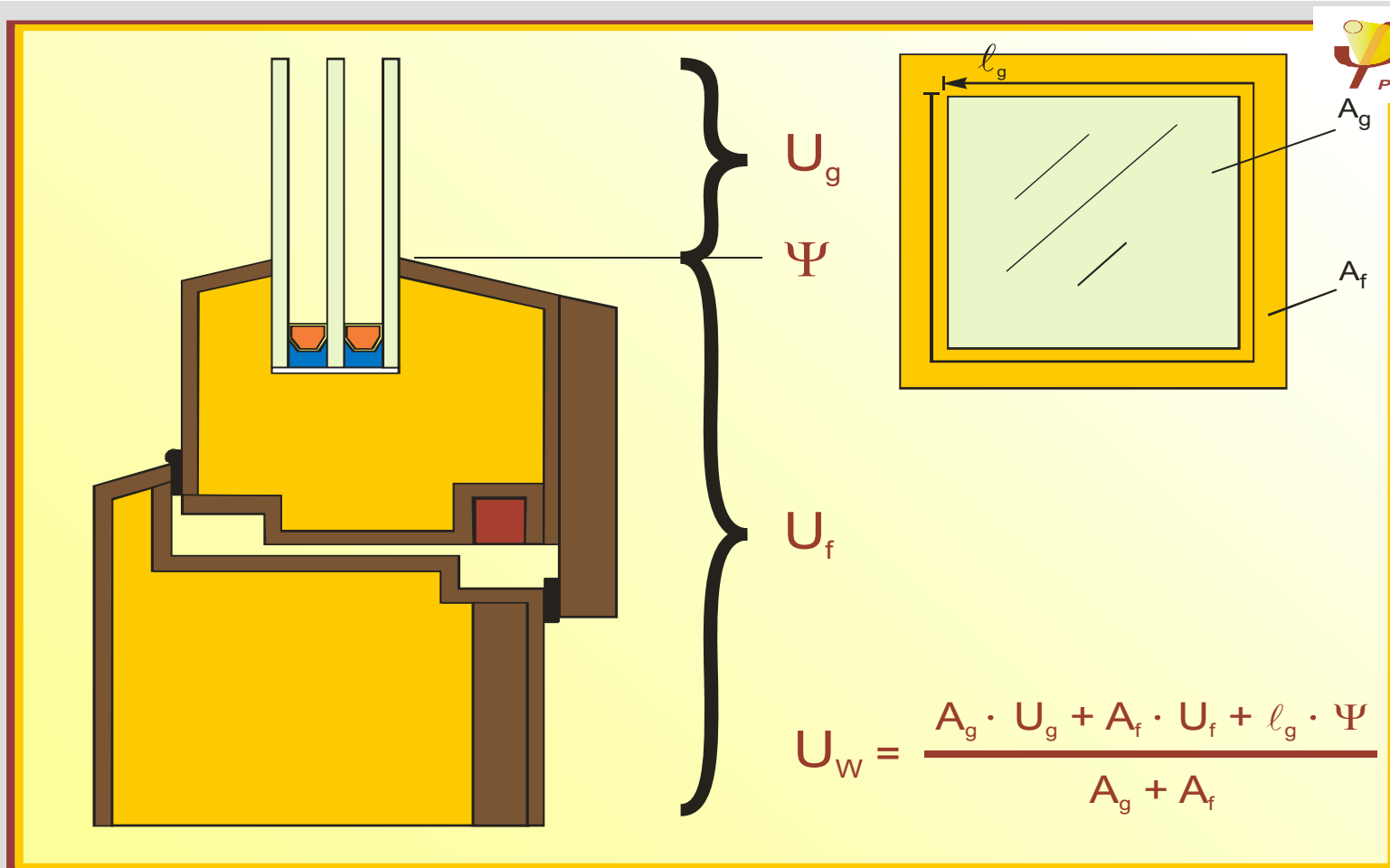


OPTIWIN GmbH 'Alu2Holz'		Laibung	Brüstung
Rahmen Holz mit Dämmstoffeinlagen aus Kork und Holzweichfaser. Verglasung 44 mm mit $U_g = 0,7$ W/(m ² K) ; (4/16/4/16/4) Entwässerung über Aluprofil. Vollständig überdämmter Rahmen in Laibung und Sturz. Nur punktuelle Auflager gemäß Statik zur Befestigung, kein durchlaufendes Laibungsholz.			
Rahmenkennwerte	U_r [W/(m ² K)]	0,93	1,03
	Ansichtsbreite [mm]	119	114
Randverbund: Swisspacer V	Ψ_g [W/(mK)]	0,028	0,028
Glaselstand	d [mm]	19	19
U_w -Wert (Fenster nicht eingebaut; 1,23 m x 1,48 m)	U_w [W/(m ² K)]	0,85	
Einbau in Holzleichtbau-Wand ($U_{\text{Wand}} = 0,11$ W/(m ² K))	Ψ_{Einbau} [W/(mK)]	-0,003	-0,008
	$U_{w, \text{eingebaut}}$ [W/(m ² K)]	0,84	
Hersteller:	OPTIWIN GmbH Wildblicherstraße 1, A 6431 Ebbs email: office@optwin.info		Tel.: 0043(0)5373-46046-12 Internet: www.optwin.net
Berechnung:	Passivhaus Institut 2004		

Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt

Erläuterungen zur Nomenklatur der EN 10077

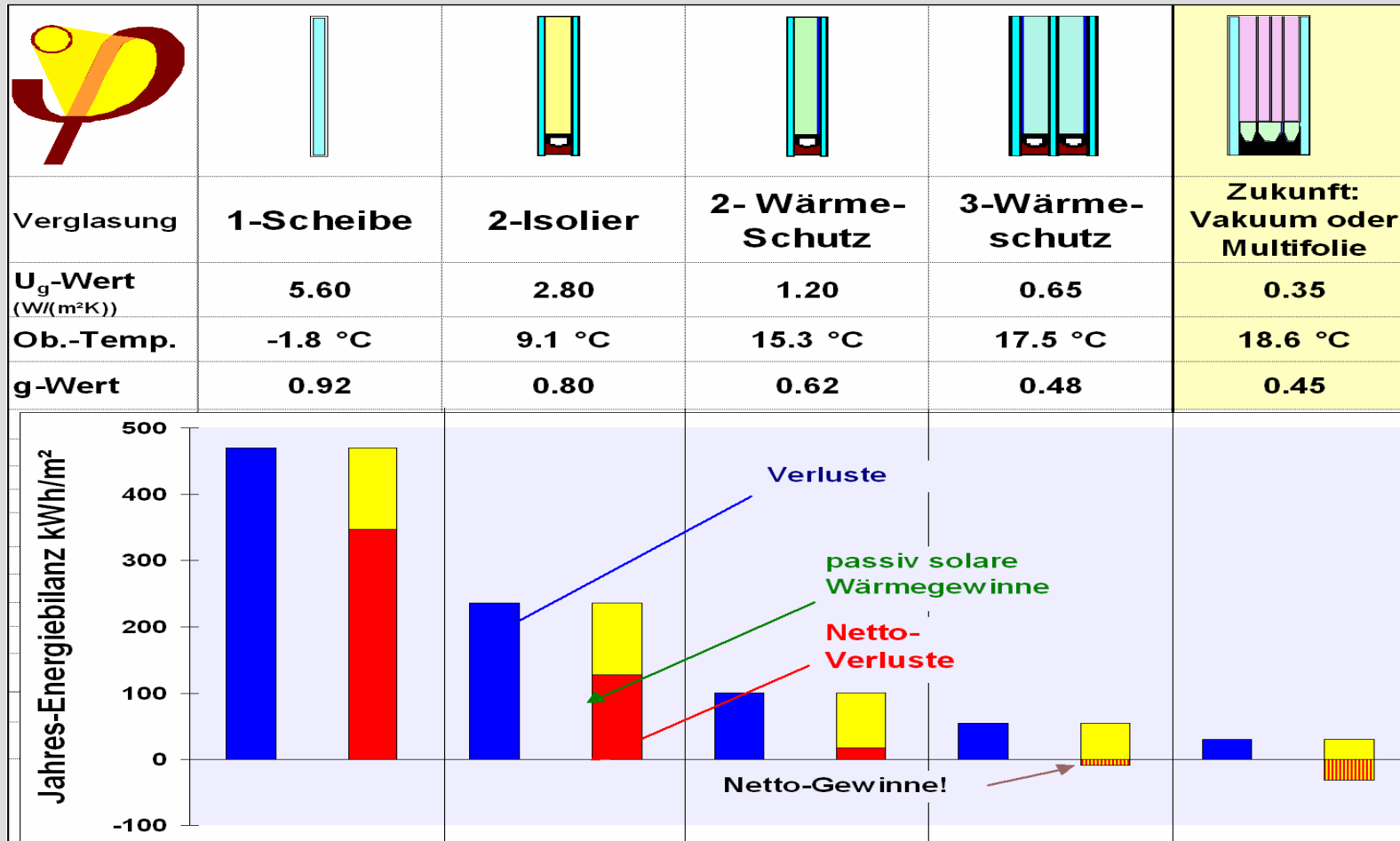
3.2.4



Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt

Technische Kennwerte von Verglasungen

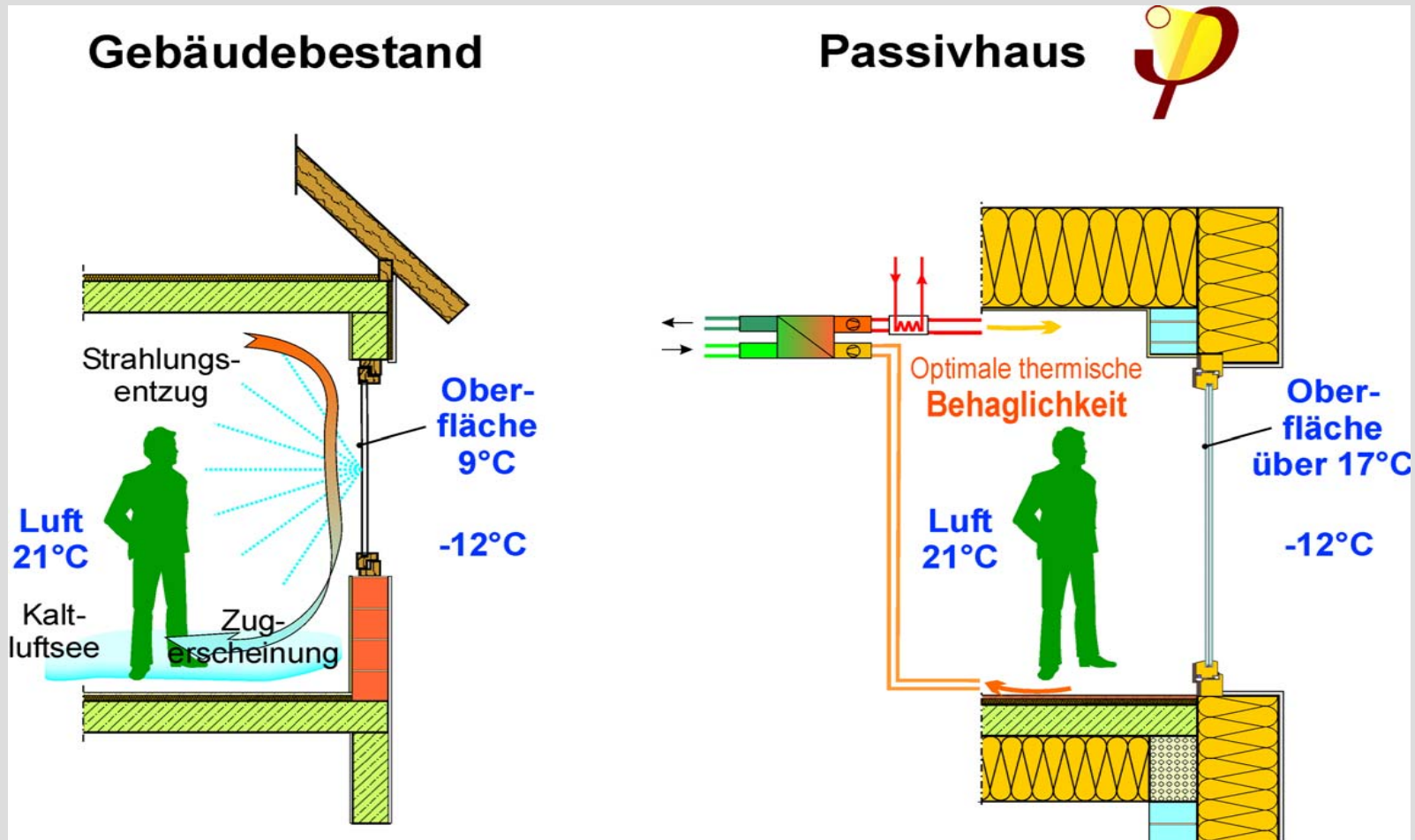
3.2.5



Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt

Fenster und Behaglichkeit

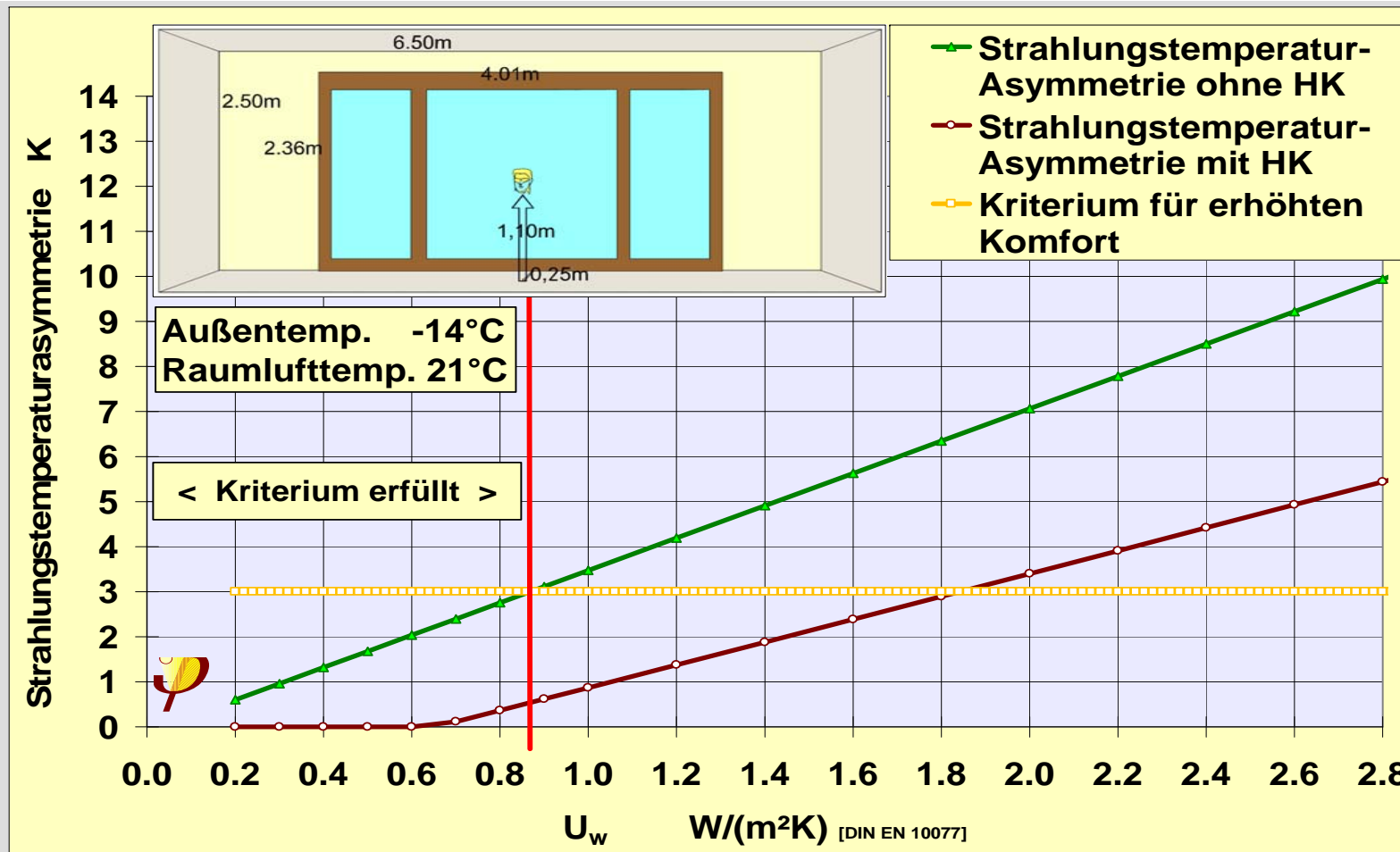
3.2.6



Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt

Fenster und Behaglichkeit II

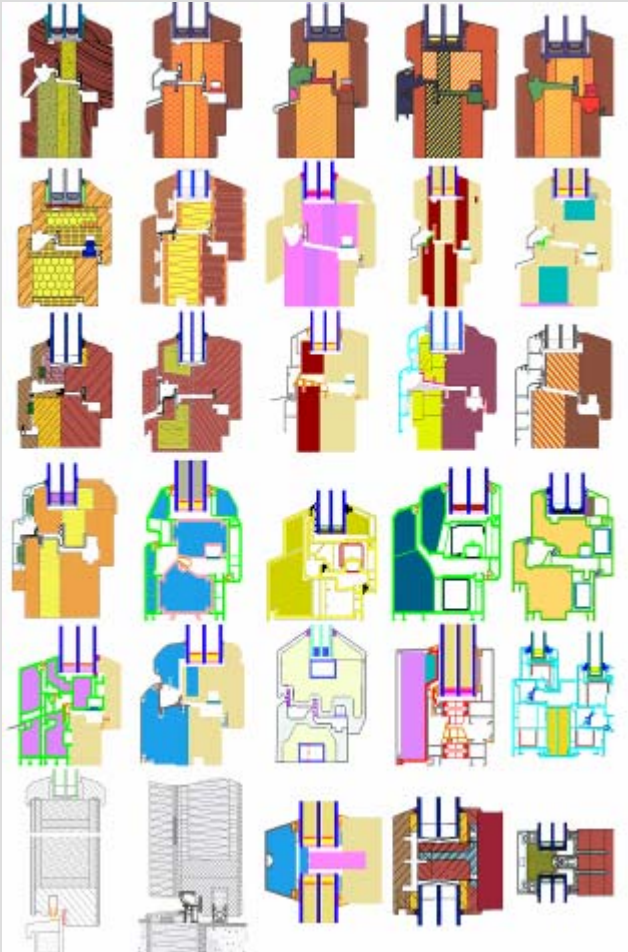
3.2.7



Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt

Passivhaus geeignete Fenster und Außentüren (Auswahl)

3.2.8



- energieeffizient
- CO₂-Reduktion
- verbesserte Behagl.
- Mehrwert
- Arbeitsplätze bei kleinen und mittleren Unternehmen

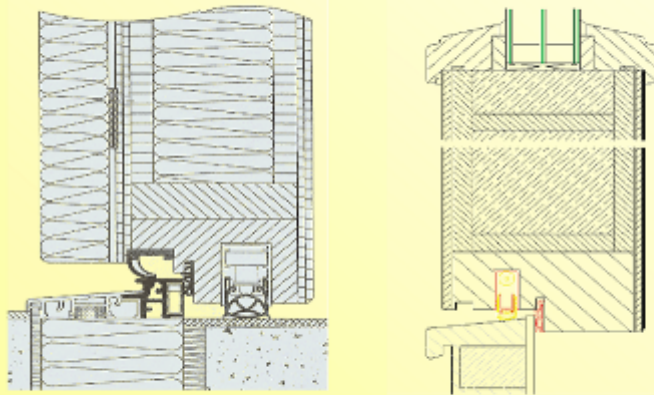
Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt

Zertifizierte Passivhaus Türen und - Fassaden

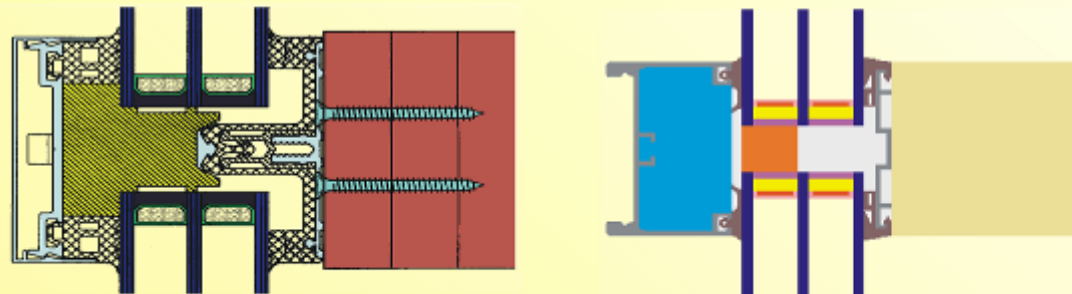
3.2.9



Passivhaus-Türen 2002



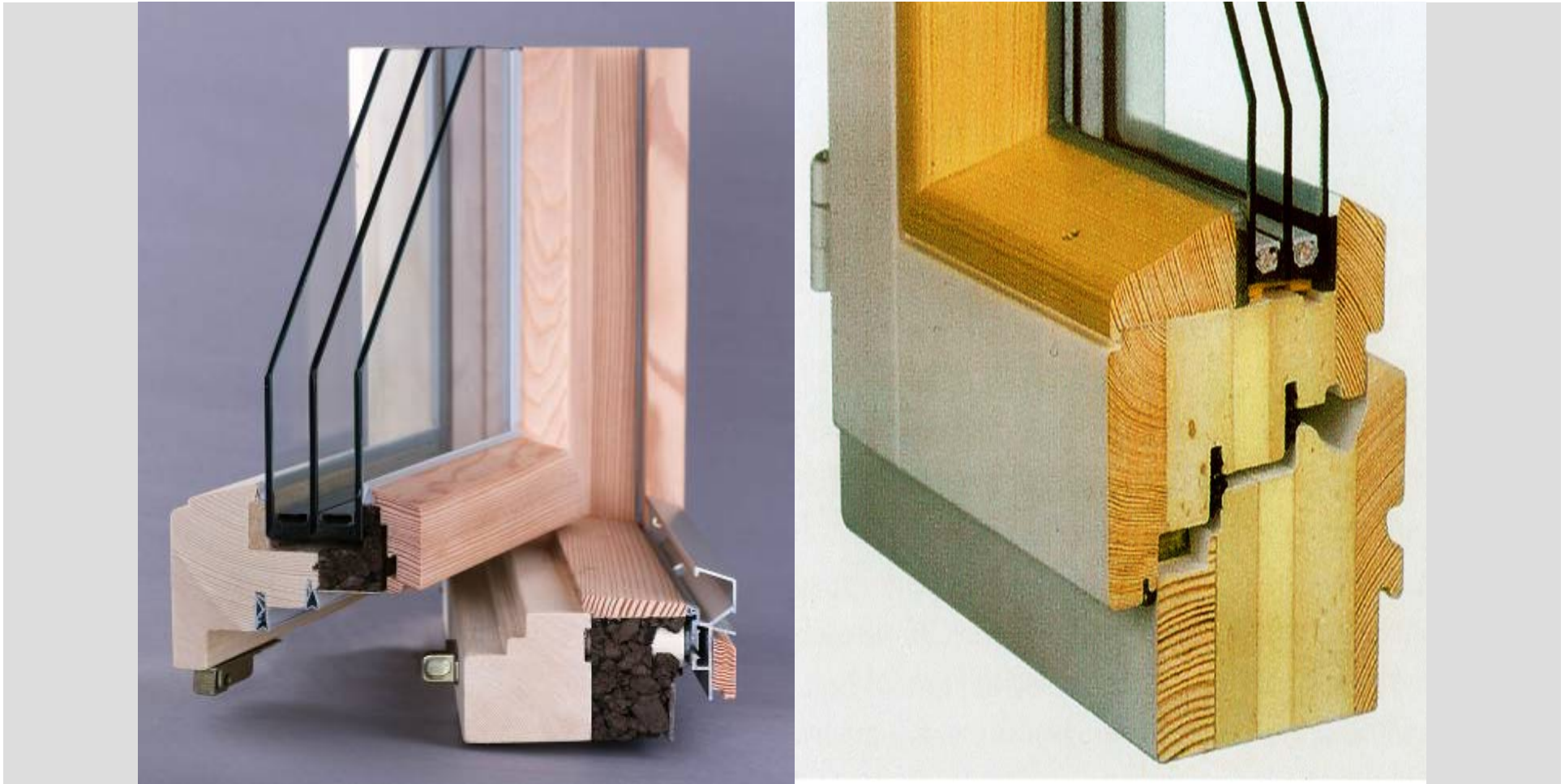
Passivhaus-Fassaden 2002



Quelle: Text

PH geeignete Holz-Fensterrahmen mit Dämmung:

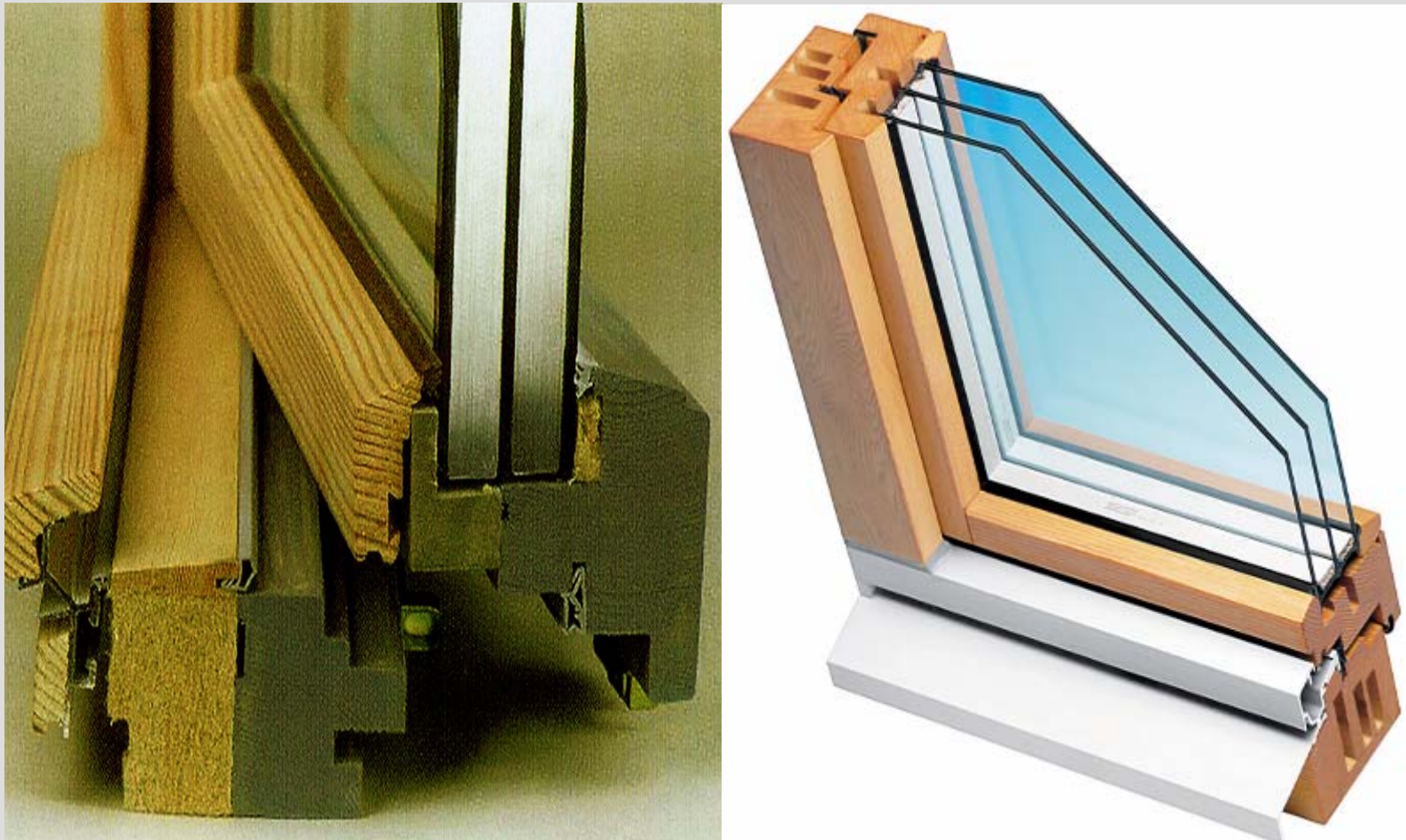
3.2.10



Quelle: A. Graf: Das Passivhaus; Callway Verlag, S. 16-17

PH geeignete Holz-Fensterrahmen mit Dämmung

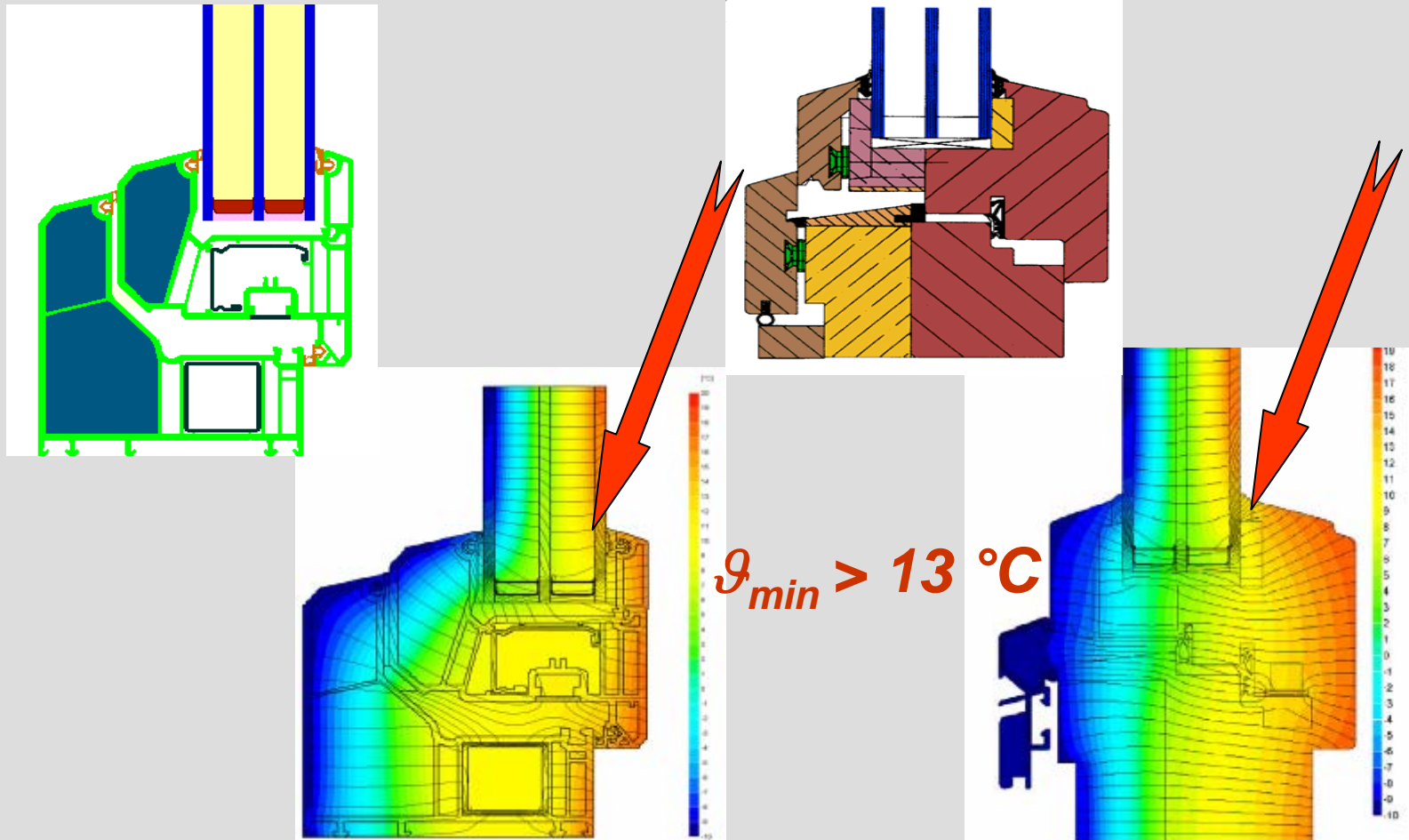
3.2.11



Quelle: A. Graf: Das Passivhaus; Callway Verlag, S. 16-17; Fa. Sigg

Hochwärmedämmende Fenster $U_w \leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

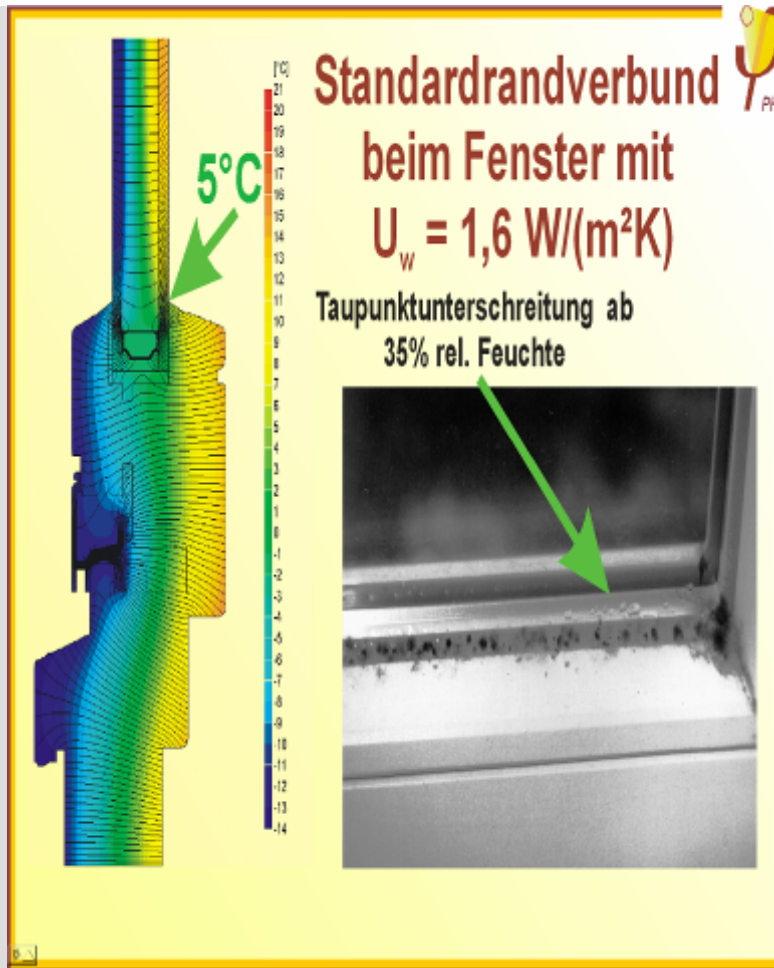
3.2.12



Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt

Schimmelpilz an Standardrahmen

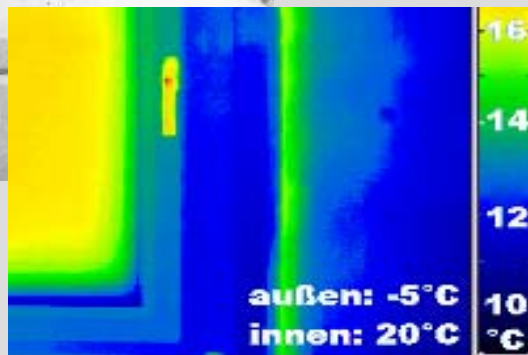
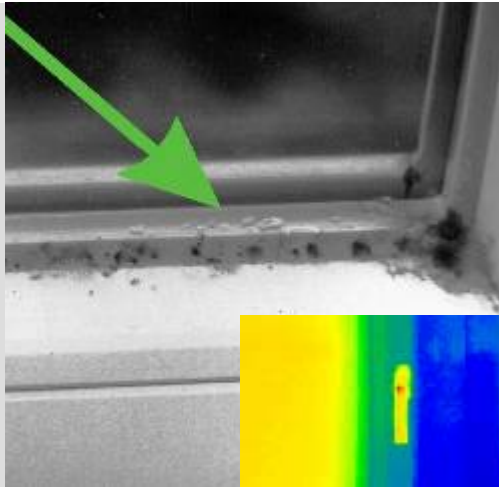
3.2.13



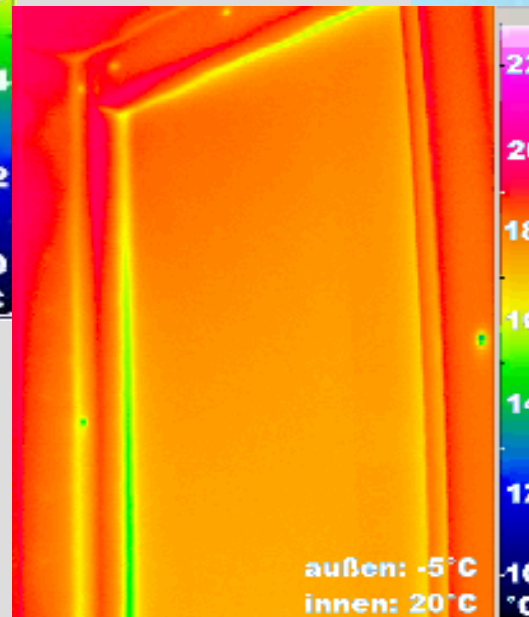
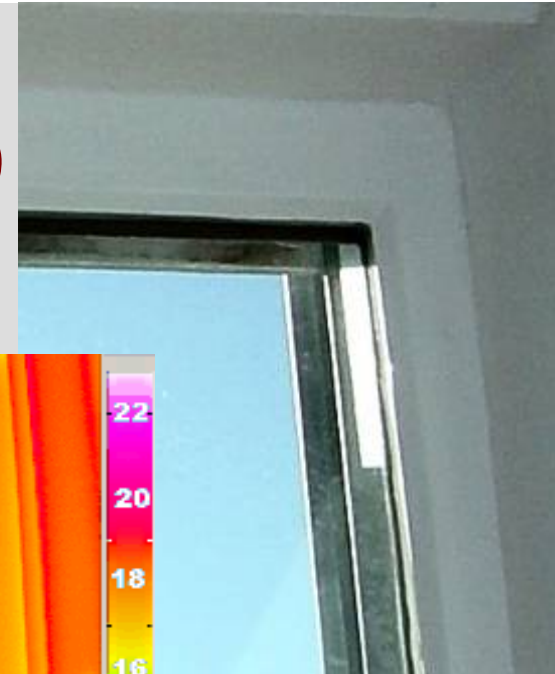
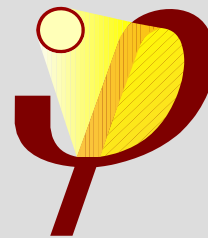
Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt, Energieinstitut Vorarlberg

Kein Zufall: Effizienz ist komfortabel

3.2.14



**Ineffizient.
Kalt.
Nass.
Unkomfortabel.**



**Effizient.
Warm.
Trocken.
Komfortabel.**

Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt

Beschlag auf der Außenseite von Passivhausfenstern

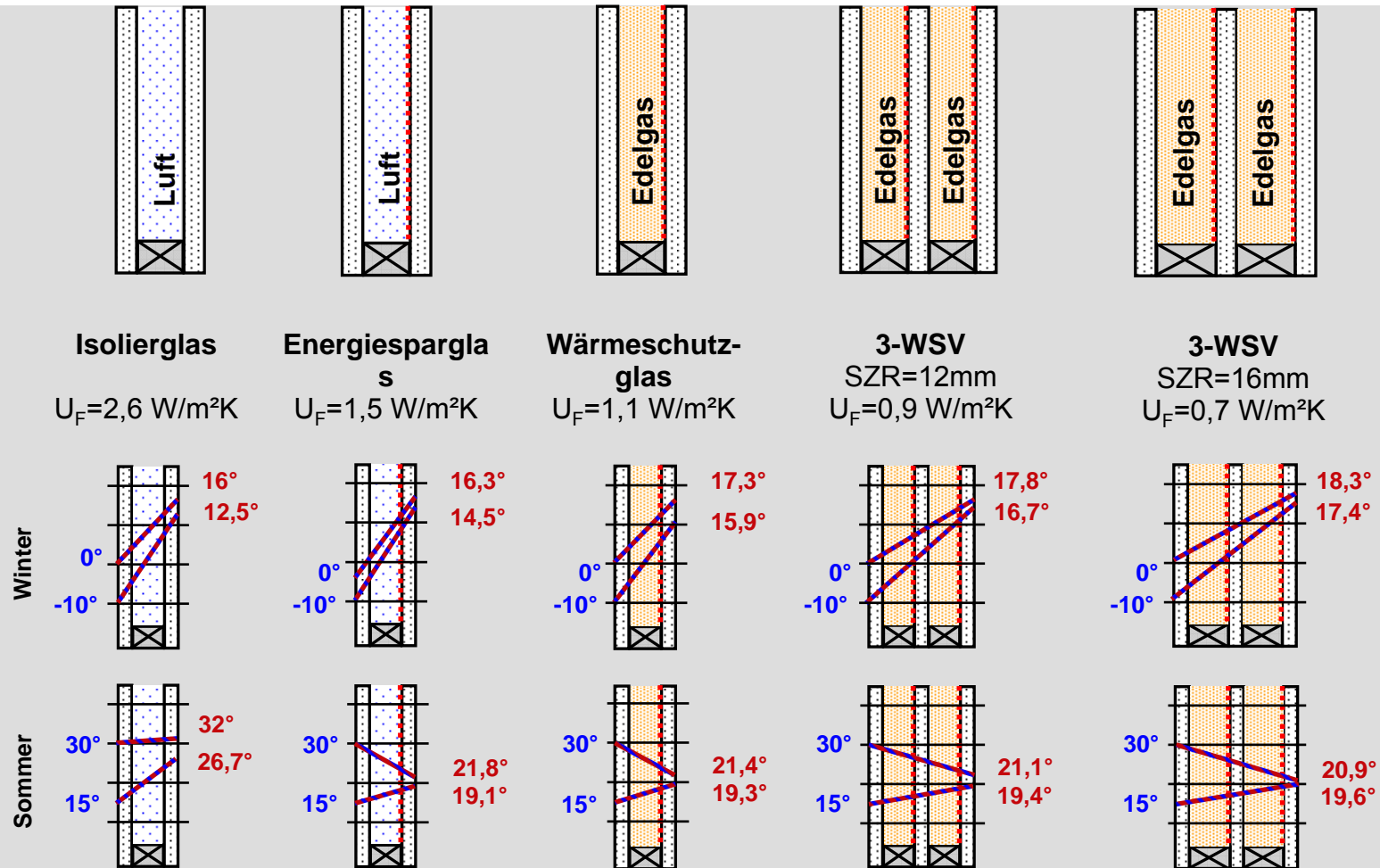
3.2.15



Quelle: H. Krapmeier, Energieinstitut Vorarlberg

Temperaturverläufe in verschiedenen Verglasungen

3.2.16

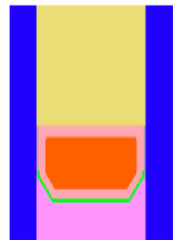
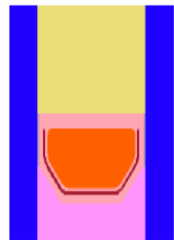
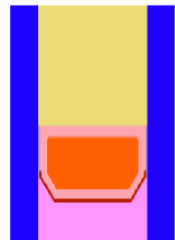
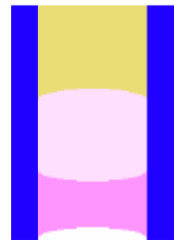
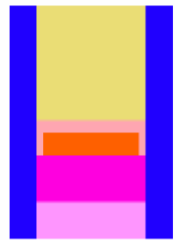
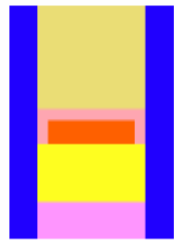
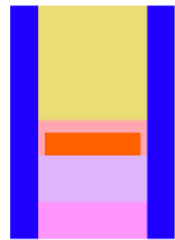
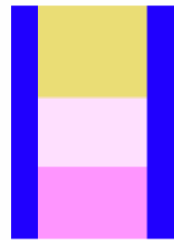


Quelle: Energieinstitut Vorarlberg, Berechnung L. Künz

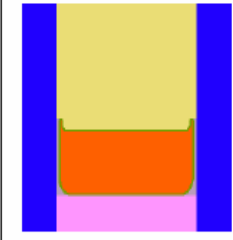
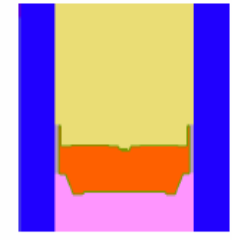
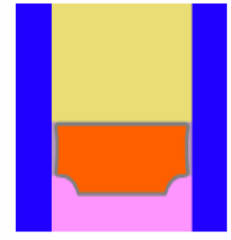
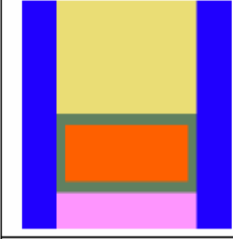
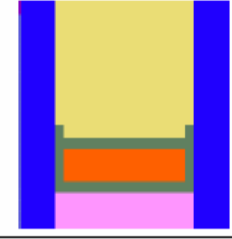
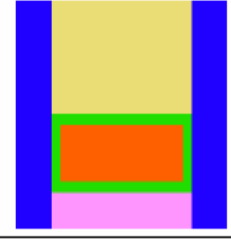
Qualitätskriterium Abstandshalter

3.2.17

Kunststoffabstandhalter

			
$\Psi = 0.0368 \text{ W/(mK)}$ Swisspacer Aluminiumfolie 0.03 mm $U_w = 0.792 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Psi = 0.0296 \text{ W/(mK)}$ Thermix Edelstahl 0.1 mm $U_w = 0.775 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Psi = 0.0237 \text{ W/(mK)}$ SwisspacerV Edelstahl 0.025 mm $U_w = 0.760 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Psi = 0.0326 \text{ W/(mK)}$ TPS Butyl / Polysulfid $U_w = 0.782 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
			
$\Psi = 0.0376 \text{ W/(mK)}$ Swisspacer Grobmodell Ersatzmaterial: $\lambda_{\text{eff}} = 1.3 \text{ W/(mK)}$ $U_w = 0.794 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Psi = 0.0301 \text{ W/(mK)}$ Thermix Grobmodell Ersatzmaterial: $\lambda_{\text{eff}} = 0.44 \text{ W/(mK)}$ $U_w = 0.776 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Psi = 0.0239 \text{ W/(mK)}$ SwisspacerV Grobmodell Ersatzmaterial: $\lambda_{\text{eff}} = 0.24 \text{ W/(mK)}$ $U_w = 0.761 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Psi = 0.0327 \text{ W/(mK)}$ TPS Grobmodell Butyl / Polysulfid $U_w = 0.782 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

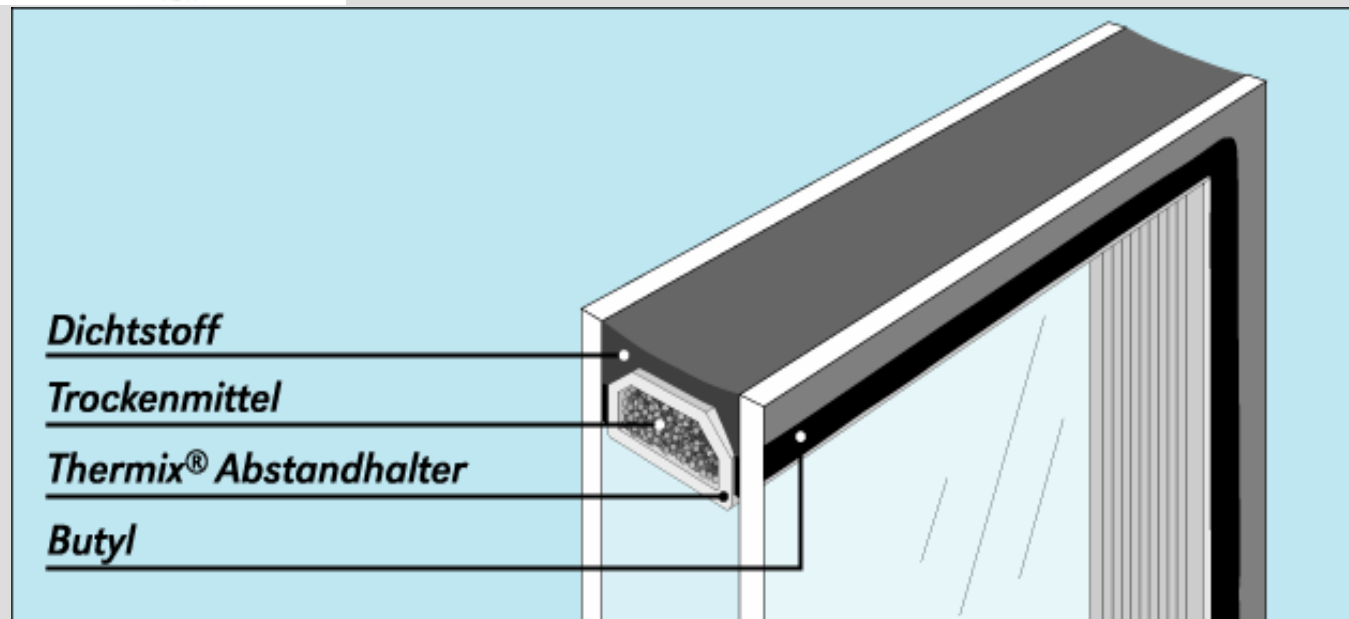
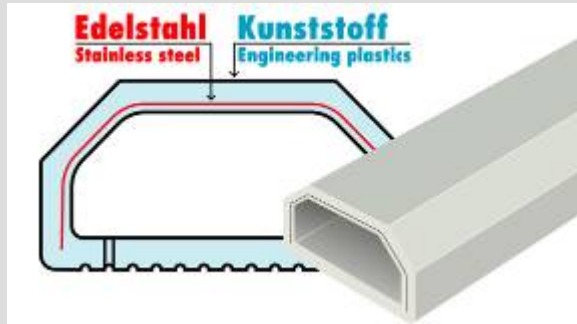
Metallabstandhalter

		
$\Psi = 0.0397 \text{ W/(mK)}$ Lingemann, Edelstahl Wandstärke: 0.18 mm $U_w = 0.799 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Psi = 0.0383 \text{ W/(mK)}$ Allmetal GmbH, Edelstahl Wandstärke: 0.15 mm $U_w = 0.796 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Psi = 0.058 \text{ W/(mK)}$ Aluminium Wandstärke: 0.35 mm $U_w = 0.843 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
		
$\Psi = 0.0400 \text{ W/(mK)}$ Grobmodell Edelstahl Ersatzmaterial mit 1mm Stärke: $\lambda_{\text{eff}} = 2.4 \text{ W/(mK)}$ $U_w = 0.799 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Psi = 0.0384 \text{ W/(mK)}$ Grobmodell Edelstahl Ersatzmaterial mit 1mm Stärke: $\lambda_{\text{eff}} = 2.4 \text{ W/(mK)}$ $U_w = 0.796 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Psi = 0.059 \text{ W/(mK)}$ Aluminium Grobmodell Ersatzmaterial mit 1mm Stärke: $\lambda_{\text{eff}} = 20 \text{ W/(mK)}$ $U_w = 0.846 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Quelle: Quelle:HIWIN Hochwärmedämmende Fenstersysteme – Anhang zum Teilbericht A, PHI, Darmstadt, 2003

Fenster - Glasrandverbund

3.2.18



Quelle: Fa. Thermix

Einfluss des Glasrandverbunds auf den Fenster U-Wert

3.2.19

Fenster-U-Werte für verschiedene Gebäudetypen		Flächenanteile			Fenster		ΔU_w [%]
		A_f Rahmen/Verglas. [m ²]	A_g [m ²]	A_w Gesamt [m ²]	U_w [W/(m ² K)]		
					Aluminium	Thermix	
Gründerzeit	Holzfenster	1,28	1,52	2,80	1,78	1,54	13,48 %
	Holz-Alu-Fenster	1,34	1,46	2,80	1,95	1,62	17,20 %
	Kunststoff-Fenster*	1,27	1,53	2,80	1,80	1,62	10,16 %
	Metallfenster	1,26	1,54	2,80	2,33	2,09	10,53 %
20er	Holzfenster	0,67	0,89	1,56	1,79	1,54	14,06 %
	Holz-Alu-Fenster	0,71	0,86	1,56	1,74	1,52	12,43 %
	Kunststoff-Fenster*	0,66	0,90	1,56	1,64	1,52	7,20 %
	Metallfenster	0,65	0,91	1,56	2,13	1,97	7,44 %
50/60er	Holzfenster	0,53	1,03	1,56	1,61	1,44	10,36 %
	Holz-Alu-Fenster	0,56	1,00	1,56	1,58	1,44	9,07 %
	Kunststoff-Fenster*	0,53	1,04	1,56	1,51	1,44	5,16 %
	Metallfenster	0,52	1,04	1,56	1,90	1,79	5,51 %
Neubau	Holzfenster	1,46	3,62	5,08	1,64	1,45	11,83 %
	Holz-Alu-Fenster	1,55	3,53	5,08	1,60	1,43	10,50 %
	Kunststoff-Fenster*	1,44	3,63	5,08	1,52	1,43	5,98 %
	Metallfenster	1,42	3,66	5,08	1,85	1,73	6,58 %
	Passivhausfenster	1,66	3,42	5,08	0,88	0,80	9,74 %

Quelle: Fa. Thermix

Glasrandverbund – Funktion und Anforderungen

3.2.20

Funktion von Abstandhaltern in Isoliergläsern:

- Dauerhaftes Gewährleisten des Abstandes zwischen den Scheiben
- Dauerhafte Dichtheit gegen Wasserdampf von außen
- Dauerhafte Dichtheit gegenüber eingeschlossenem Edelgas

Anforderungen für die Funktion

- Temperatur-, UV- und alterungsbeständig
- Chemisch verträglich mit Randverbundmaterialien
- Optisch ansprechend während der gesamten Lebensdauer
- Thermischer Kurzschluss muss vermieden werden

Herkömmliche Abstandhalter:

- Hohlprofile aus Aluminium, Stahl, Edelstahl

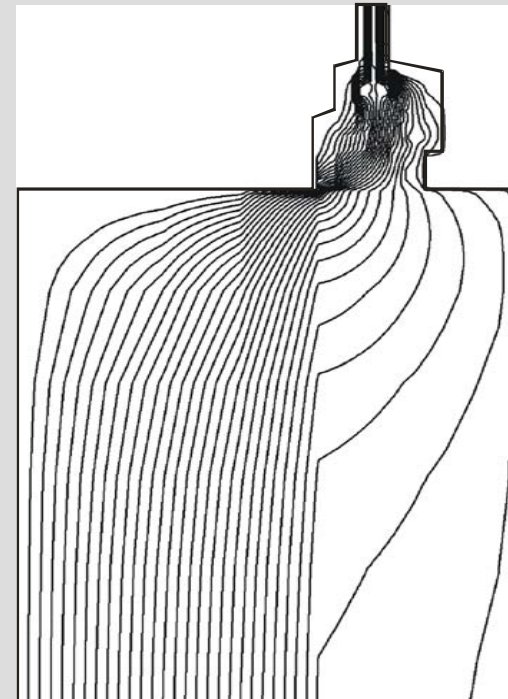
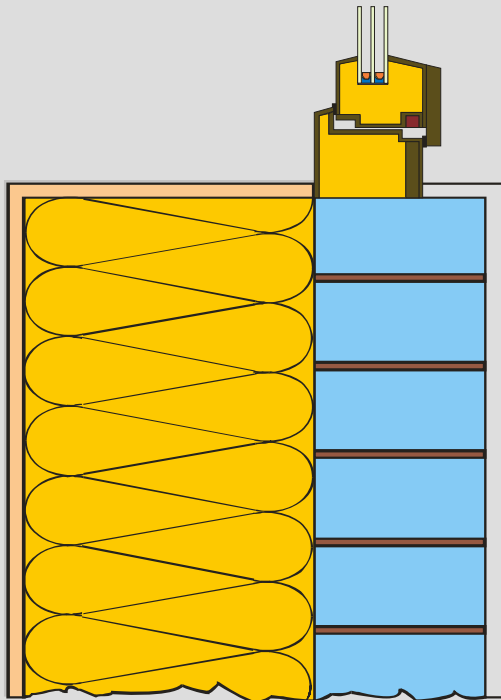
Thermisch getrennte Abstandhalter

- Chemisch verträglich mit Randverbundmaterialien
- Hohlprofile aus Kunststoff kombiniert mit metallischen Schichten aus Aluminium, Stahl, Edelstahl
- Massive Profile aus Polyisobutylen, Butyl oder Silikonschaum, mit oder ohne metallische Schichten

Quelle: Fa. Thermix

Extrem ungünstiger Einbau

$$\Psi_{\text{Einbau}} = 0,15 \text{ W/(mK)}$$
$$U_{\text{w, eff}} = 1,19 \text{ W/(mK)}$$



Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt

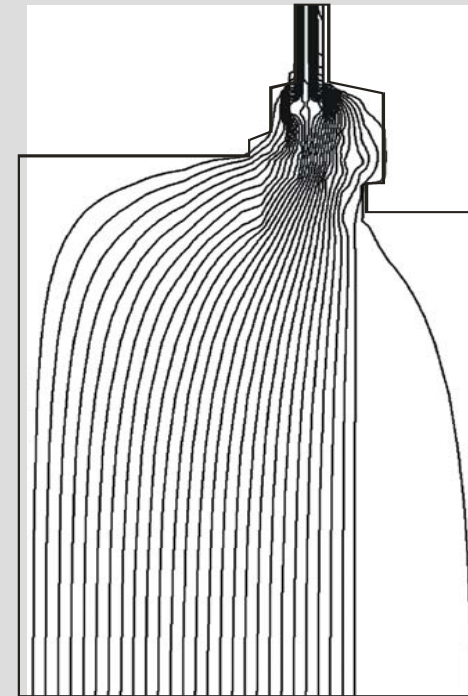
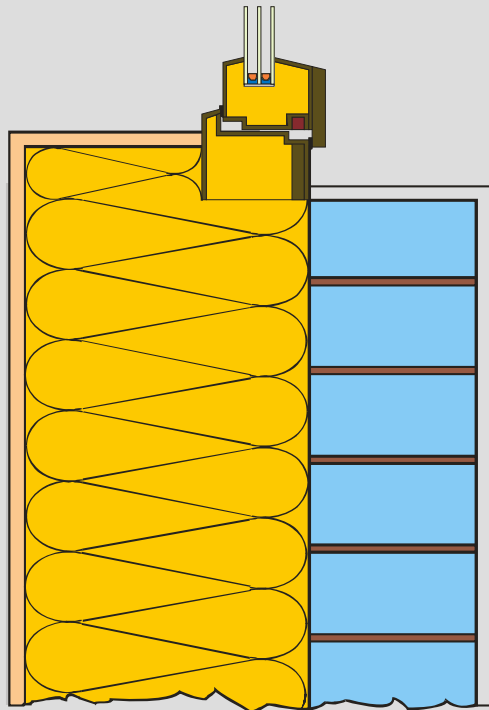
Einfluss der Einbausituation - Massivbau

3.2.22

Empfohlener Einbau

$$\Psi_{\text{Einbau}} = 0,005 \text{ W/(mK)}$$

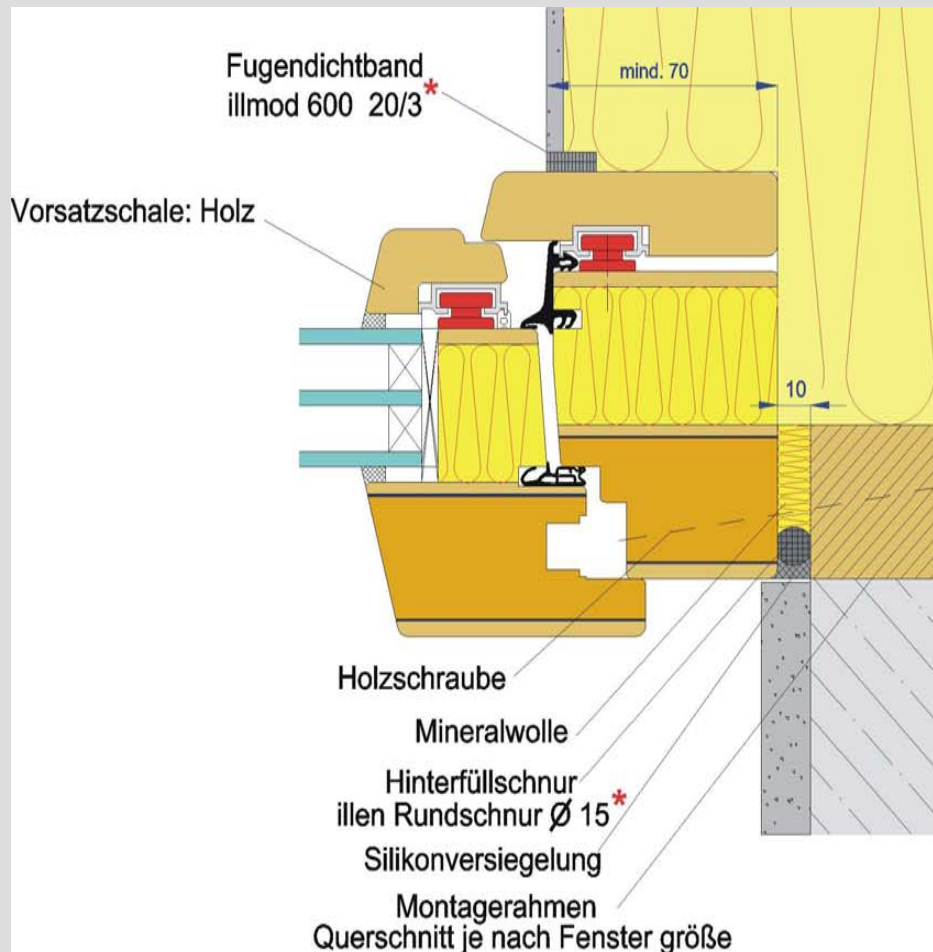
$$U_{\text{w, eff}} = 0,78 \text{ W/(mK)}$$



Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt

Wärmebrückenfreier Einbau - Massivhaus

3.2.23



Einbau in Mauerwerk

- ...mit Montage-Hilfsrahmen aus Massivholz, Format 50/40mm.
- Mit thermisch überdeckter Außendämmung.
- **Innen**: diffusionsdichter Wandanschluss.
- **Außen**: winddichter Wandanschluss.
- **Einbauart**: geeignet für erhöhten Schallschutz.

Quelle: Fa. Illbruck

Einbau in der Dämmebene

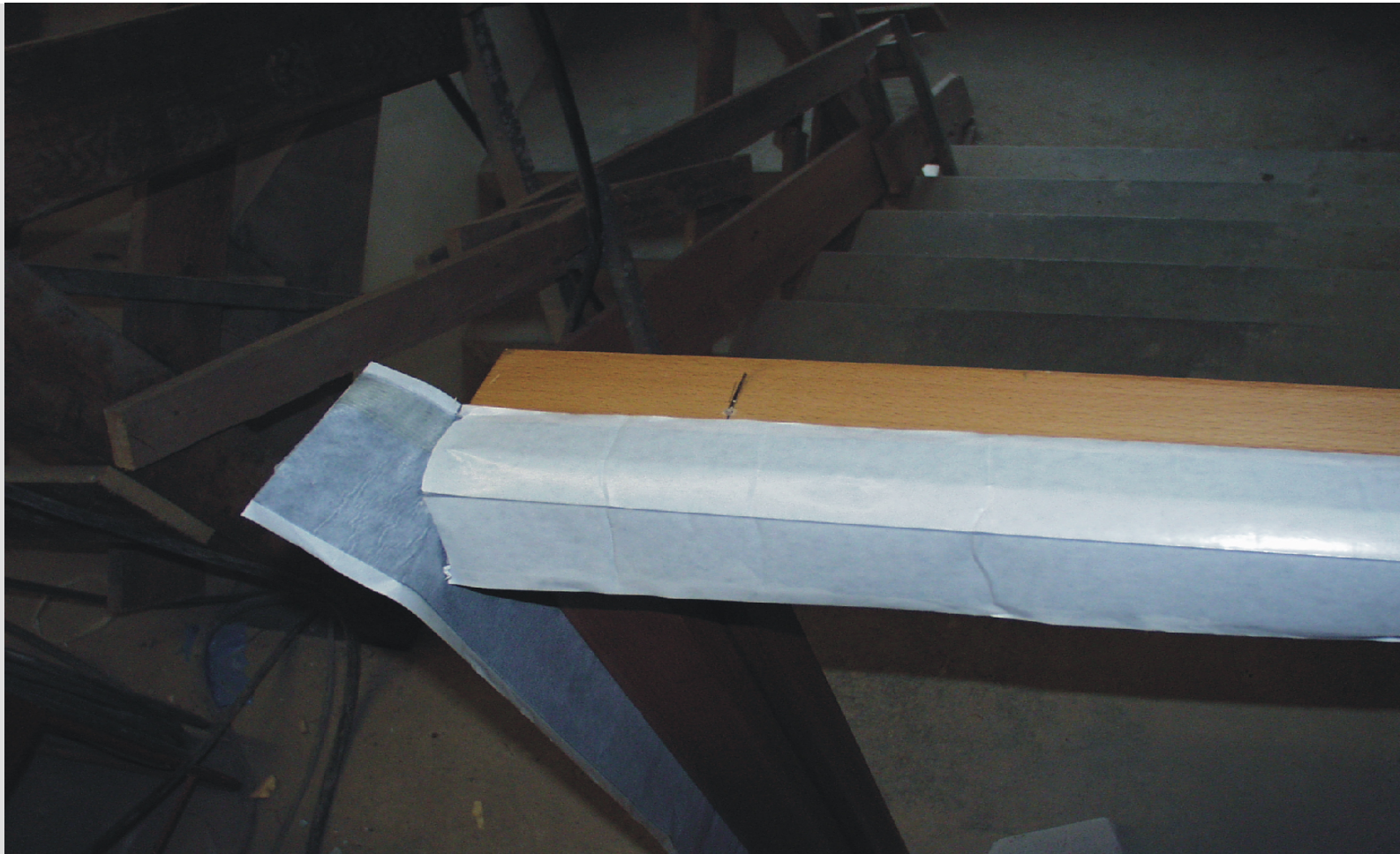
3.2.24



Quelle: B. Schulze-Darup

Luftdichter Einbau I

3.2.25



Quelle: B. Schulze Darup

Luftdichter Einbau II

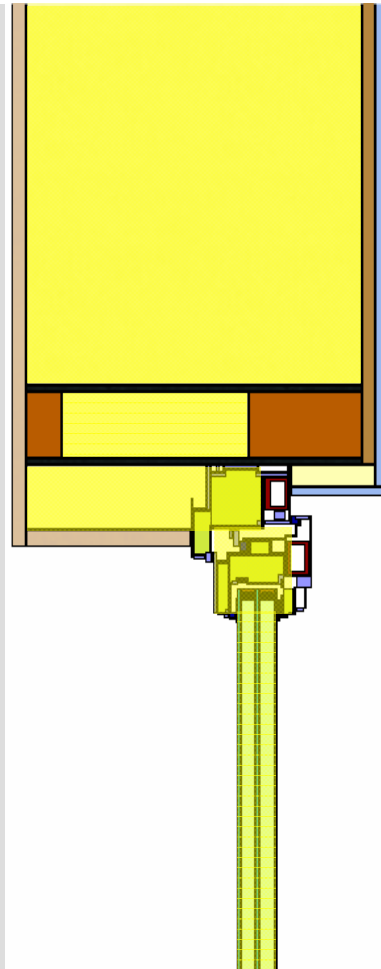
3.2.26



Quelle: B. Schulze Darup

Einfluss der Einbausituation - Holzbau

3.2.27



wärmebrückenfreies Konstruieren:
Wärmebrücken-verlustkoeffizient

$$\Psi_a = -0.003 \text{ W/(mK)}$$

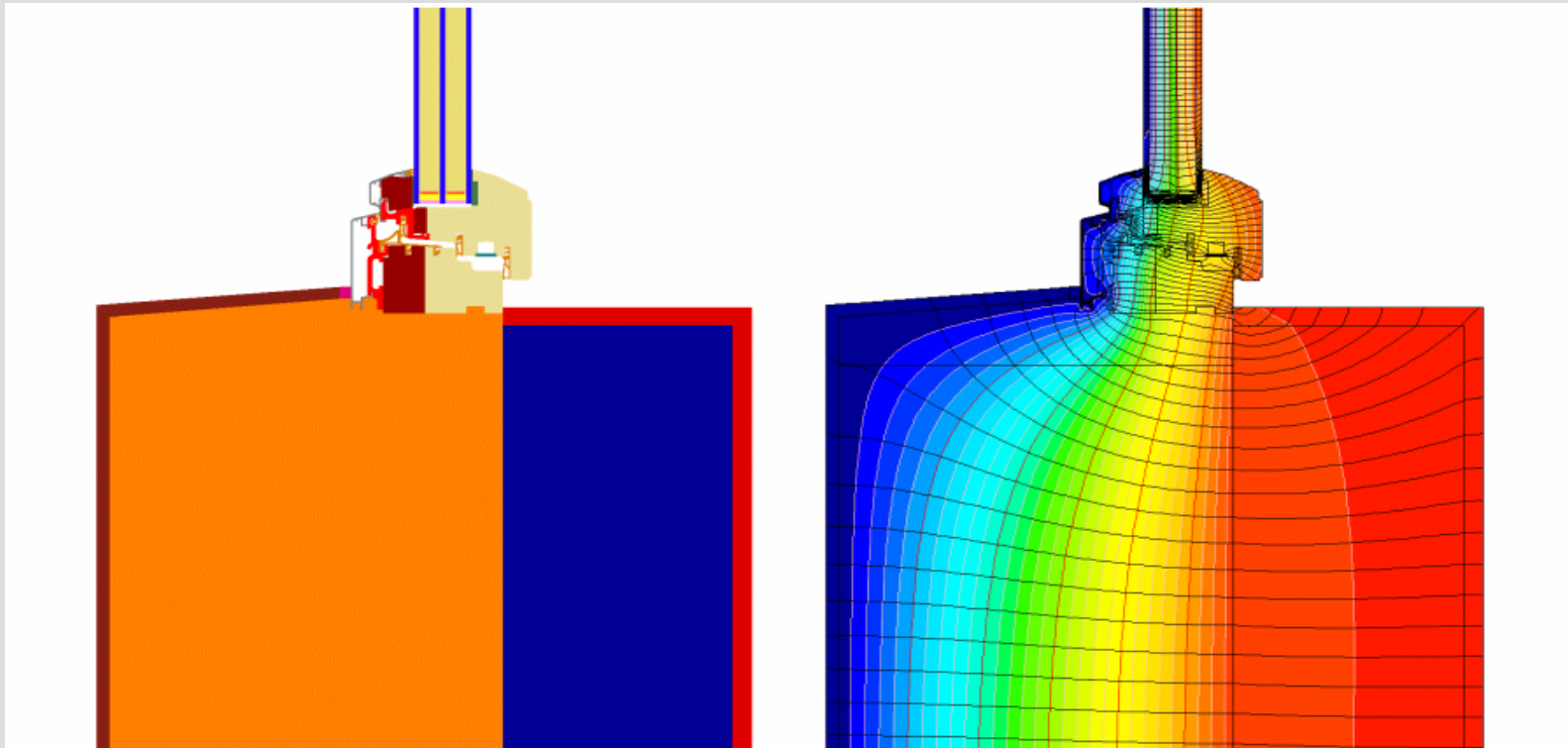
$$U_{w,eff} = 0,79 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$



Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt

Einfluss der Einbausituation - Holzbau

3.2.28

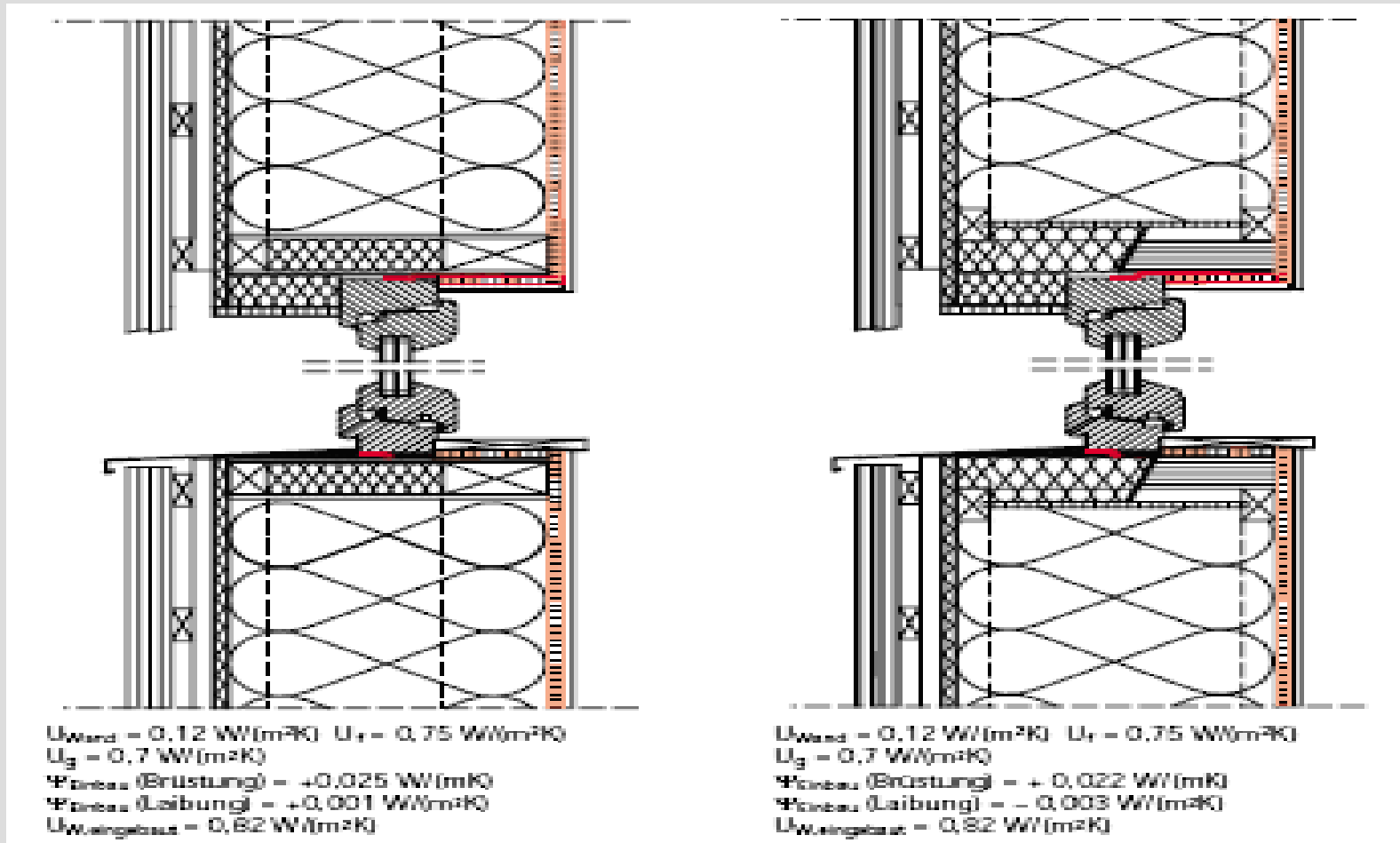


Einbausituation: Das Fenster gehört in die Dämmebene! Hier: $\Psi_{\text{Einbau}} = 0,015 \text{ W/(mK)}$

Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt

Wärmebrückenfreier Einbau im Holzbau

3.2.29



Quelle: Informationsdienst Holz (Herausgeber): Das Passivhaus – Energie Effizientes Bauen

Normen, Quellen und weiterführende Literatur

3.2.30

ÖNORM EN 10077 – 11-2000

Wärmetechnische Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen

Dr. Wolfgang Feist

HIWIN

Hochwärmedämmende Fenstersysteme: Untersuchung und Optimierung im Eingebauten Zustand

Anhang zum Teilbericht A (Bauphysikalische Untersuchungen und Optimierung des Baukörperanschlusses)

Teilbericht Passivhaus Institut

Darmstadt, 2003

Dr. Wolfgang Feist (Herausgeber):

Arbeitskreis Kostengünstige Passivhäuser- Protokollband Nr. 14

Passivhaus-Fenster

Passivhaus Institut

Darmstadt, 1998