

Thema:

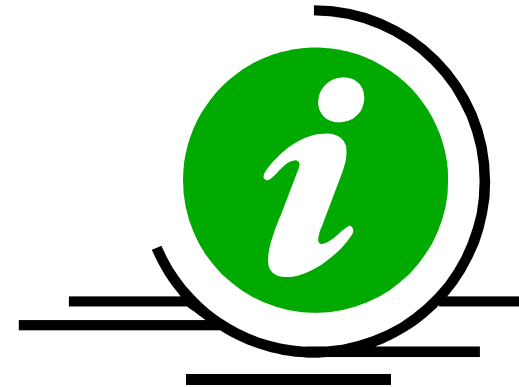
Energetisch optimierter Fensteranschluss und Energiegewinn durch Verglasungen

Referent:

Dirk Wiegand,
Dipl.-Ing. (FH) Holztechnik



- 1 Wärmebrücke? (Folie 3 – 6)
- 2 Aktualität des Themas (Folie 7 – 9)
- 3 Berechnung Ψ -Wert (Folie 10)
- 4 Wärmebrückenkatalog (Folie 11 – 14)
- 5 Fenstermontage vor dem Mauerwerk sinnvoll? (Folie 15 + 16)
- 6 Ψ -Wert ist nicht alles (Folie 17 – 21)
- 7 Energiegewinn durch Verglasung (Folie 22 – 24)
- 8 Energetisch sinnvolle Aufteilung der Fassade – Beispiel (Folie 25 + 26)
- 9 Vorteile Kalksandsteinbauweise (Folie 27 + 28)



1.1 Definition Wärmebrücke

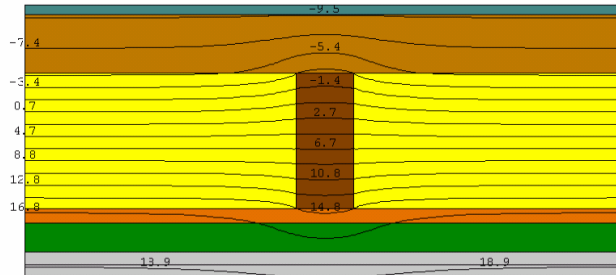
Nach DIN EN 10211:

„Teil der Gebäudehülle, wo der ansonsten gleichförmige Wärmedurchlasswiderstand signifikant verändert wird..“

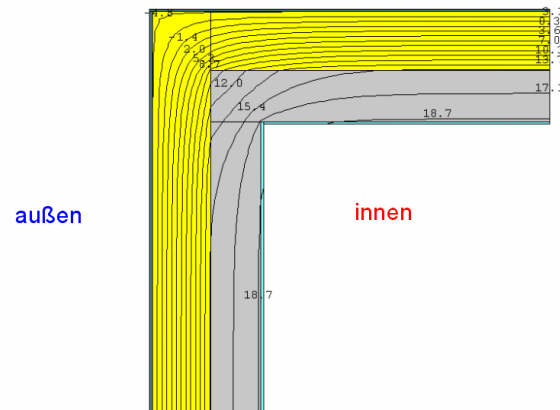


1.2 Ursachen Wärmebrücke

- Stofflich bedingte Wärmebrücke



- geometrisch bedingte Wärmebrücke



- konvektive Wärmebrücke

1.3 Wärmebrückenarten

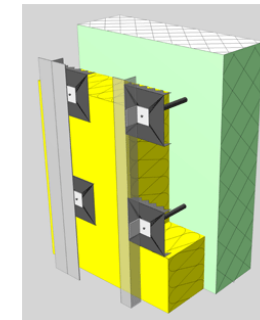
- **Linienförmige Wärmebrücke**

- verläuft durchgehend senkrecht zur Richtung des Wärmestromes
- längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Ψ [W/(mK)]



- **Punktförmige Wärmebrücke**

- lokale Stellen – z.B. Befestigungselemente von Dämmung
- punktförmige bezogene Wärmedurchgangskoeffizient χ [W/K]



1.4 Auswirkung Wärmebrücke

- Senkung Oberflächentemperatur
- Erhöhung Energieverbrauch
- Schimmel- und Tauwasserbildung
- Entstehung von Bauschäden

Längere Zeit Tauwasser an Bauteiloberfläche führt zur Durchfeuchtung der Materialien

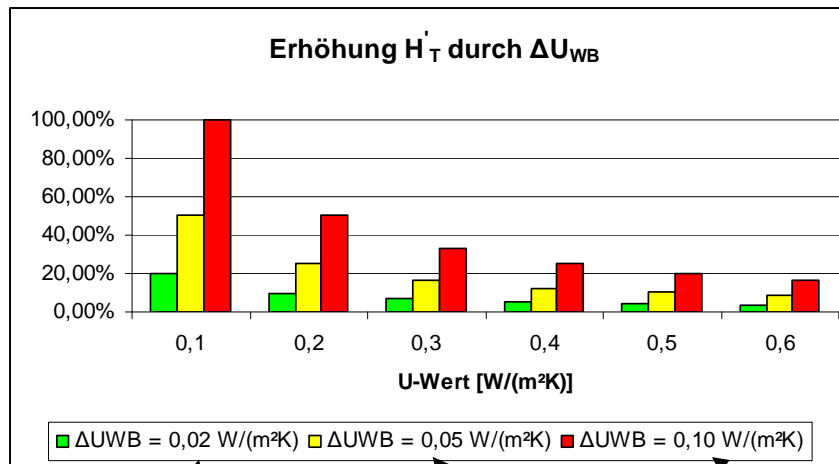
- Beeinträchtigung thermische Behaglichkeit

Zugerscheinungen durch Strahlungswärmeentzug und Konvektion



- Erhöhung Dämmniveau EnEV

In der Energieeinsparverordnung pauschale Wärmebrückenzuschläge (ΔU_{WB}) oder Einzelnachweis gefordert



$$H_T = \sum (F_{x,i} \cdot U_i \cdot A_i) + \Delta U_{WB} \cdot A_{ges} \quad [W/K]$$

$$\Delta U_{WB} = \frac{\sum \psi_i \cdot l_i}{A_{ges}} \quad [W/(m^2K)]$$

Einzelnachweis
exemplarisch
(z.B. Wärmebrückenkatalog)

Konstruktion DIN 4108
Beiblatt 2 – konform
[lt. DIN 4108-6]

Konstruktion nicht
DIN 4108 Beiblatt 2 – konform
[lt. DIN 4108-6]

2 Aktualität des Themas

- Berechnung Passivhaus – Eingabe im PHPP

Nachweis Wärmebrückenfreiheit über Wärmebrückenkataloge mit Ψ - und f_{rsi} -Wert.

Beispiel Fenster:

Im Tabellenblatt „Fenster“ pauschaler Ansatz für Einbauwärmebrücke

$\Psi_{\text{Einbau}} = 0,04 \text{ W/(mK)}$.



Durch Senkung Ψ_{Einbau} -Wert aller Fensteranschlüsse um $0,01 \text{ W/(mK)}$
-> aus Erfahrung Heizwärmebedarf reduziert um $0,3 - 0,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$.

2 Aktualität des Themas

- Forderung DIN – Nachweis Schimmelpilzfreiheit

DIN 4108-2 fordert Temperaturfaktor $f_{rsi} > 0,7$

$$f_{rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

mit:

θ_i = raumseitige Oberflächentemperatur

θ_{si} = Innenlufttemperatur 20°C

θ_e = Außenlufttemperatur -5°C

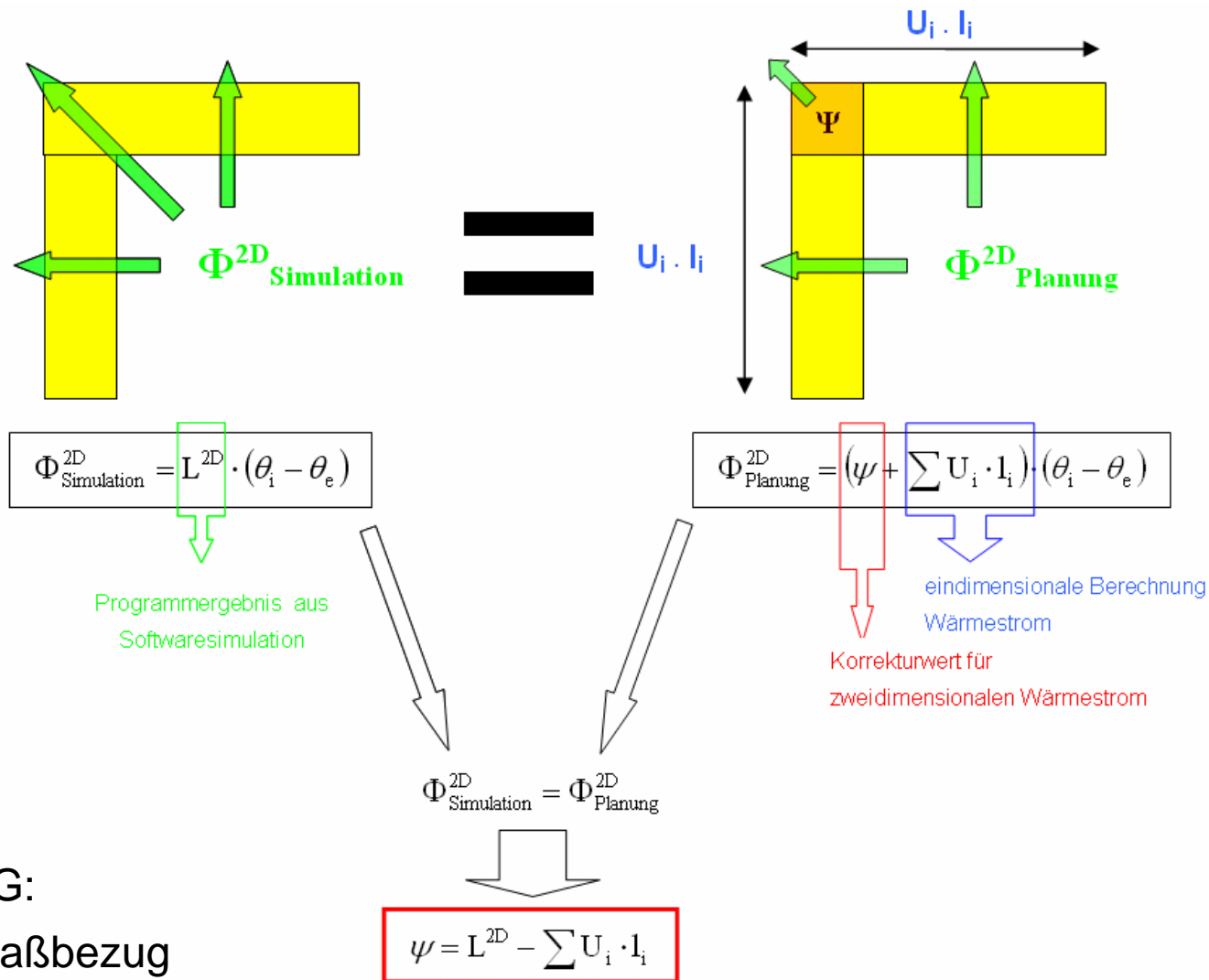


Normklima: 20°C innen, -5°C außen, 50% rel. Luftfeuchte hte

$f_{rsi} > 0,7$ entspricht einer Oberflächentemperatur von $> 12,6 \text{ °C}$
($> 80\%$ rel. Luftfeuchte- langfristig Schimmelpilzkritisch)

ABER: Gemäß DIN 4108-2 nicht auf der Fensteroberfläche gefordert!

3 Berechnung Ψ -Wert

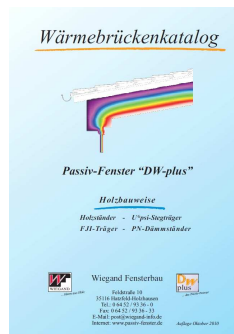


WICHTIG:
Außenmaßbezug

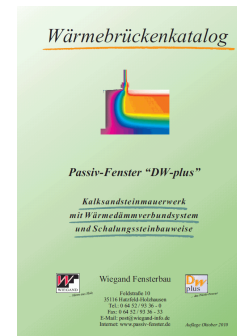
4 Wärmebrückenkataloge WIEGAND

- Passiv-Fenster „DW-plus“
- Sonnenschutz
- Passiv-Haustür
- Hebe-Schiebe-Tür

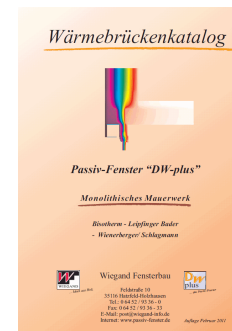
Holzbau



Kalksandstein + Schalungsstein



Monolithisch



- unterschiedliche Einbaulagen
- Dach
- Kellerdecken
- alle Bsp. Brüstung mit Kunststein-FB
- Bodenpatte

Download pdf + Datenbank Internet:

www.passiv-fenster.de/waermebrueckenberechnung

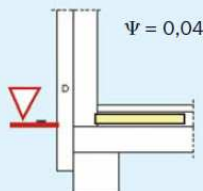
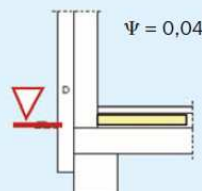
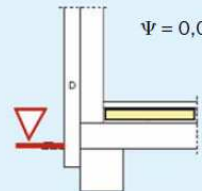
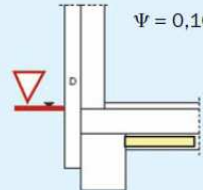
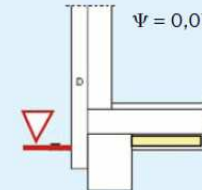
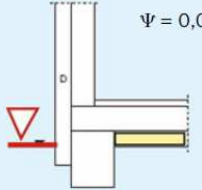
4 Wärmebrückenkatalog

Der Ψ -Wert im Wärmebrückenkatalog ist abhängig von:

- Wandaufbau (Schichtdicken, Wärmeleitfähigkeiten der Materialien)
- Maßbezug
- Lage der Dämmebene
- Wärmedurchgangskoeffizient des Fensterrahmens (U_f -Wert)
- Bei Erdberührenden Bauteilen von Anschüttung Erdreich

4 Wärmebrückenkatalog

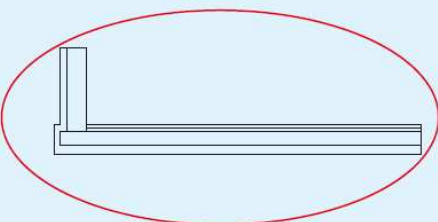
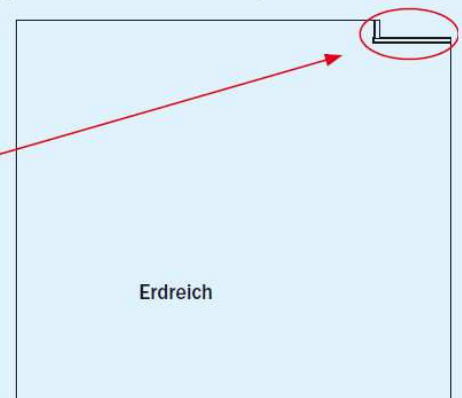
ACHTUNG: Unterschiedliche Maßbezüge zwischen PHPP und EnEV führen zu unterschiedlichen Ψ -Werten:

	<u>EnEV</u>		<u>PHPP</u>
	DIN V 18599-100 <u>Außenmaßbezug bis OKRF</u>	DIN V 4108-6 + DIN 4108 Beiblatt 2	WBK WIEGAND <u>Konsequent Außenmaßbezug</u> <u>UK-UK Geschosdecke</u>
	↓		↓
Dämmung oberhalb der Bodenplatte	DIN V 18599-100  $\Psi = 0,042$	DIN V 4108-6  $\Psi = 0,042$	PHPP  $\Psi = 0,023$
Dämmung unterhalb der Bodenplatte	 $\Psi = 0,107$	 $\Psi = 0,076$	 $\Psi = 0,076$

[Quelle Grafik:
WBK
Kalksandstein 2011]

4 Wärmebrückenkatalog

ACHTUNG: Unterschied Simulationsmodell Bodenplatte

	<u>DIN 4108 Beiblatt 2</u>	<u>WBK WIEGAND</u>
Herkunft der Ψ -Werte	vereinfachte Modellierung (z.B. früherer KS-Wärmebrückenkatalog; viele andere Kataloge)	genaue Modellierung (z.B. KS-Wärmebrückenkatalog)
Modellbildung nach	DIN 4108 Beiblatt 2 (Erdreichberücksichtigung mittels F_x -Faktoren an den Bauteiloberflächen)	DIN EN ISO 10211 (Erdreich wird mitmodelliert)
		
Anforderungen an das numerische Verfahren	DIN EN ISO 10211	DIN EN ISO 10211
U-Werte der nicht-erdberührten Bauteile	DIN EN ISO 6946	DIN EN ISO 6946
U-Werte der erdberührten Bauteile im EnEV-Nachweis	DIN EN ISO 6946	DIN EN ISO 13370 DIN EN ISO 6946
Ansatz F_x -Faktoren im EnEV-Nachweis		
<ul style="list-style-type: none"> ● bei den flächigen Bauteilen ● bei den Wärmebrücken 	JA JA	NEIN NEIN JA NEIN

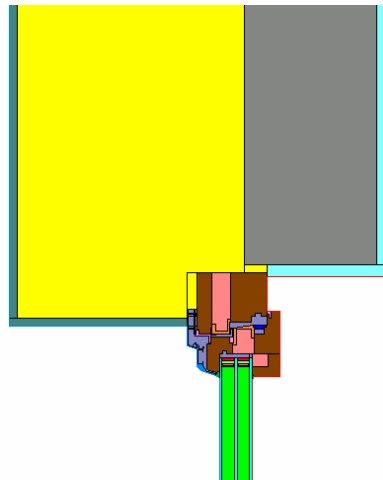
[Quelle Grafik:
WBK
Kalksandstein 2011]

5 Fenstermontage vor dem Mauerwerk sinnvoll?

Anschluss Passiv-Haus seitlich und oben

Einbausituation 1

Fenster 30 mm im Mauerwerksebene
 Rahmenüberdämmung 60 mm
 Einbaufuge 10 mm

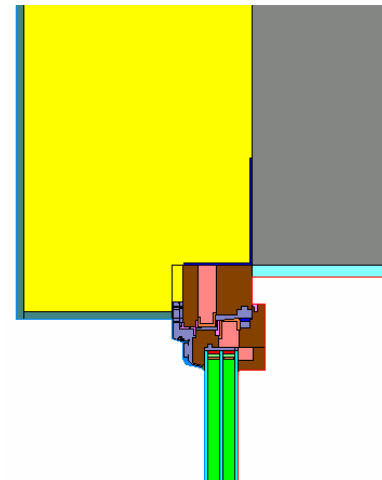


$$\Psi_{\text{Einbau}} = 0,002 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

[Detail 01101 WBK Wiegand]

Einbausituation 2 und 3

Fenster Mauerwerk vor dem Mauerwerk
 2 Stück Stahlwinkel 140 x 90 x 50 x 3 mm je Meter
 ohne Einbaufuge



$$\Psi_{\text{Einbau}} = 0,005 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

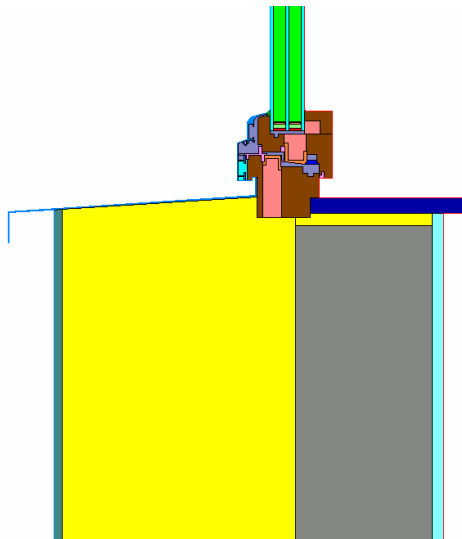
[Detail 01501 WBK Wiegand]

5 Fenstermontage vor dem Mauerwerk sinnvoll?

Anschluss Brüstung

Einbausituation 1

Fenster 30 mm im Mauerwerksebene
 Einbaufuge 10 mm
 Innenfensterbank Kunststein 2 cm
 Außenfensterbank Aluminium

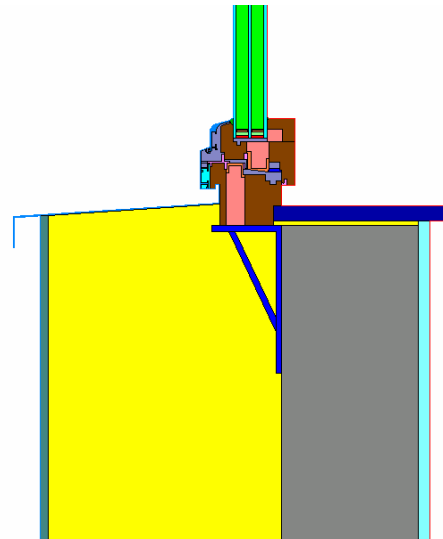


$$\Psi_{\text{Einbau}} = 0,017 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

[Detail 01103 WBK Wiegand]

Einbausituation 2

Fenster Mauerwerk außen bündig
 ohne Einbaufuge
 2 Stück Stahlwinkel 190 x 90 x 80 x 8 mm je Meter
 Innenfensterbank Kunststein 2 cm
 Außenfensterbank Aluminium

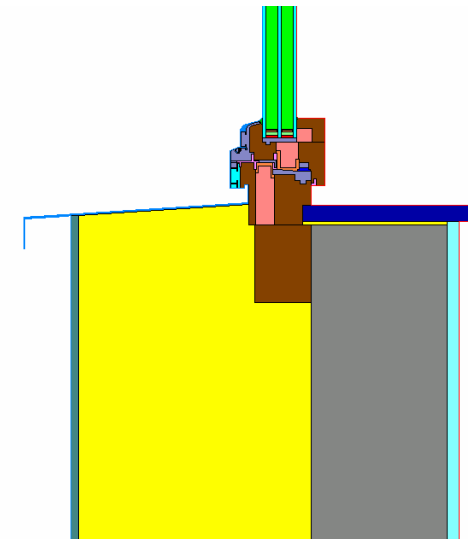


$$\Psi_{\text{Einbau}} = 0,028 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

[Detail 01505 WBK Wiegand]

Einbausituation 3

Fenster Mauerwerk außen bündig
 ohne Einbaufuge
 Kantholz 73 x 100 mm
 Innenfensterbank Kunststein 2 cm
 Außenfensterbank Aluminium



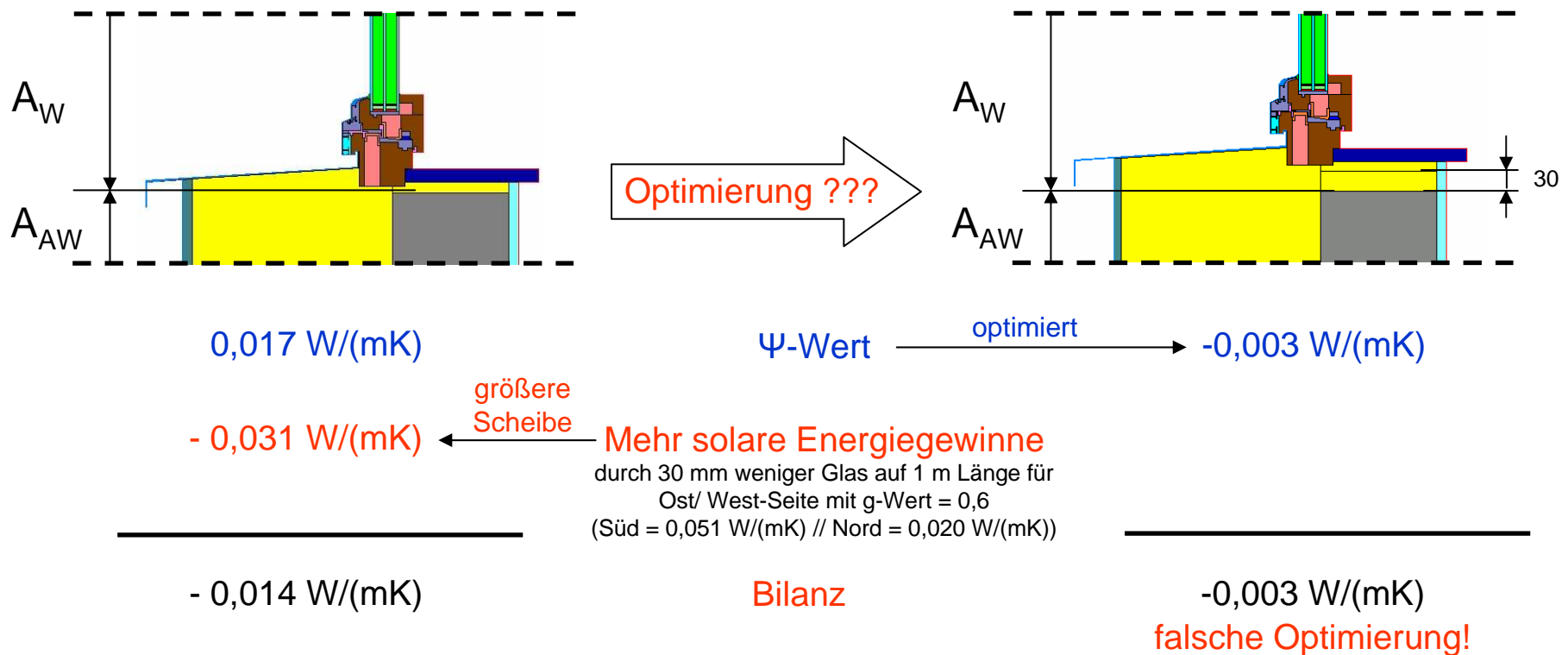
$$\Psi_{\text{Einbau}} = 0,035 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

[Detail 01508 WBK Wiegand]

6 Ψ -Wert ist nicht alles

Beispiel: 30 mm Dämmung auf Brüstung sinnvoll?

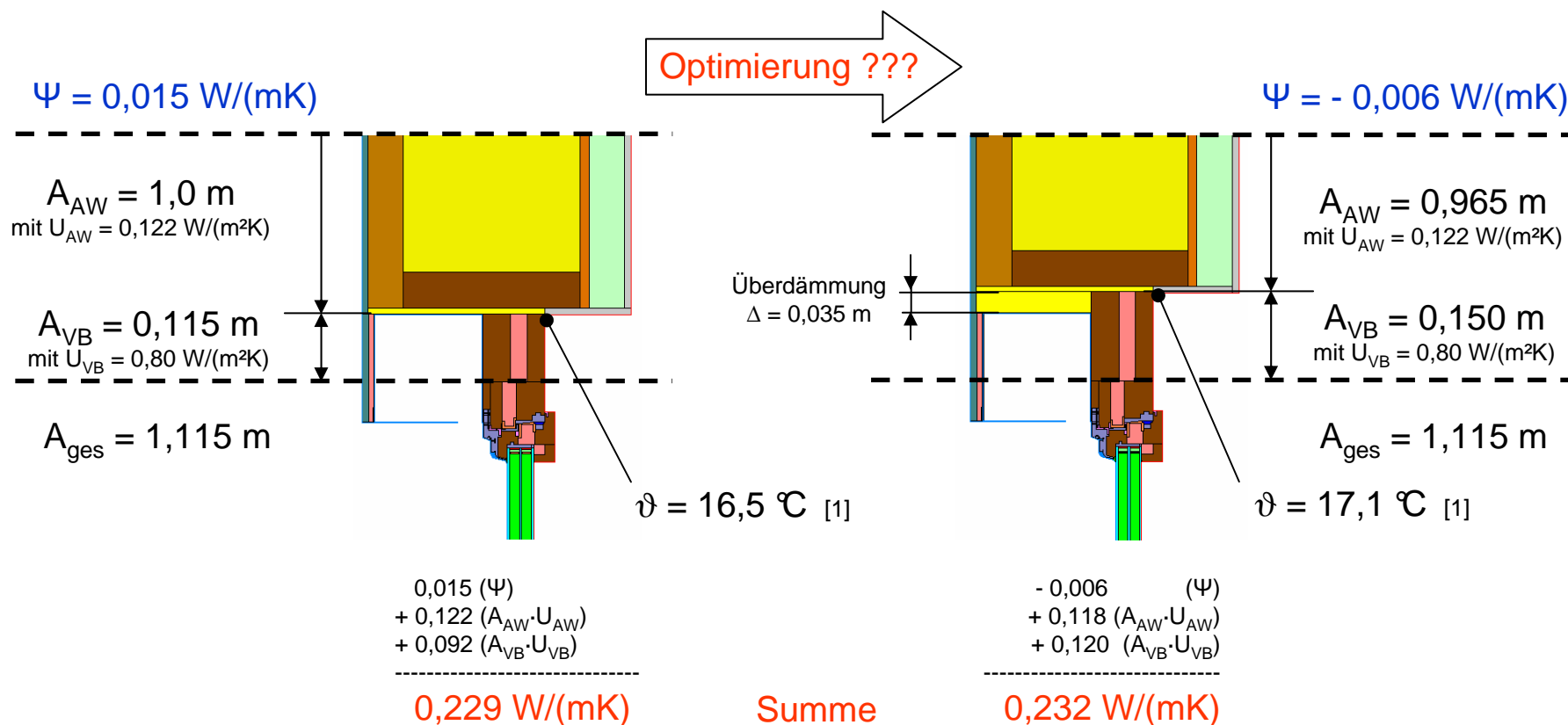
(Rohbaumaß Fensteröffnung A_W gleich groß)



Ergebnis: $\Delta = + 0,011 \text{ W/(mK)}$
Verschlechterung trotz besserer Ψ -Wert!

6 Ψ -Wert ist nicht alles

Beispiel: Überdämmung Sonnenschutz sinnvoll?

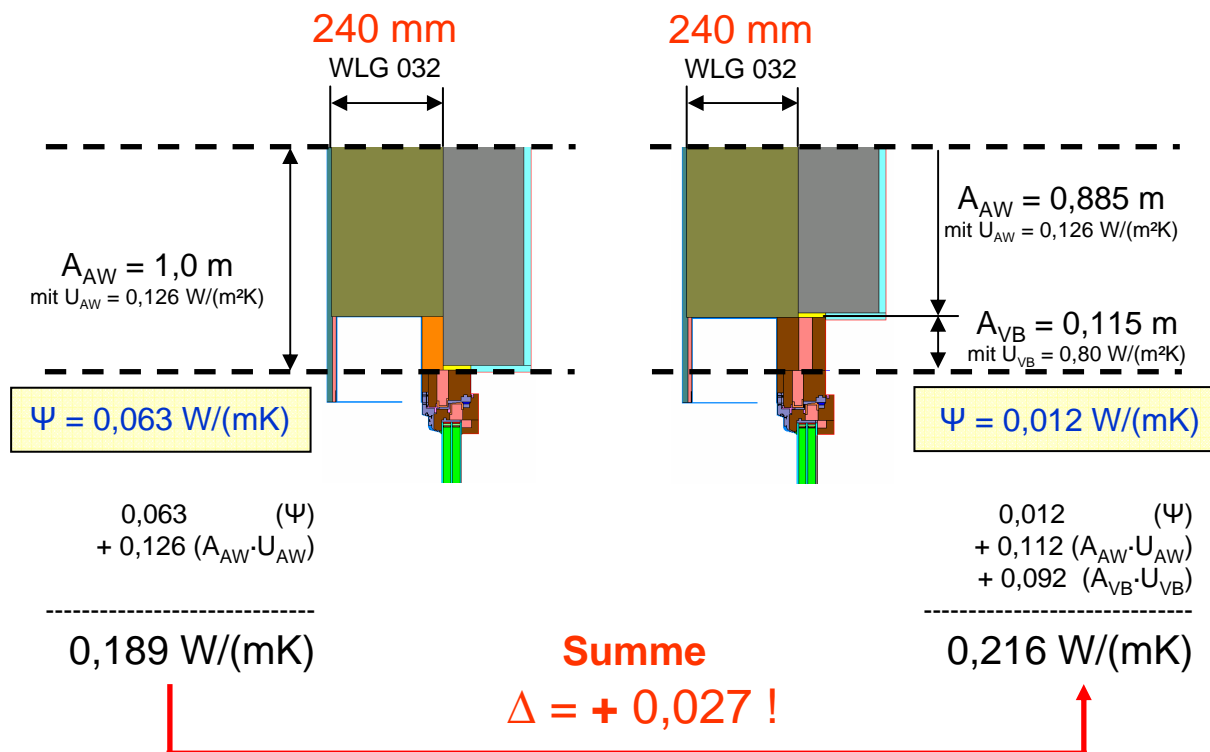


Ergebnis: $\Delta = + 0,003 \text{ W/(mK)}$ => geringfügig schlechter

[1] = Quelle: DIN 4108 BB2 (außen -5°C / innen 20°C)

6 Ψ -Wert ist nicht alles

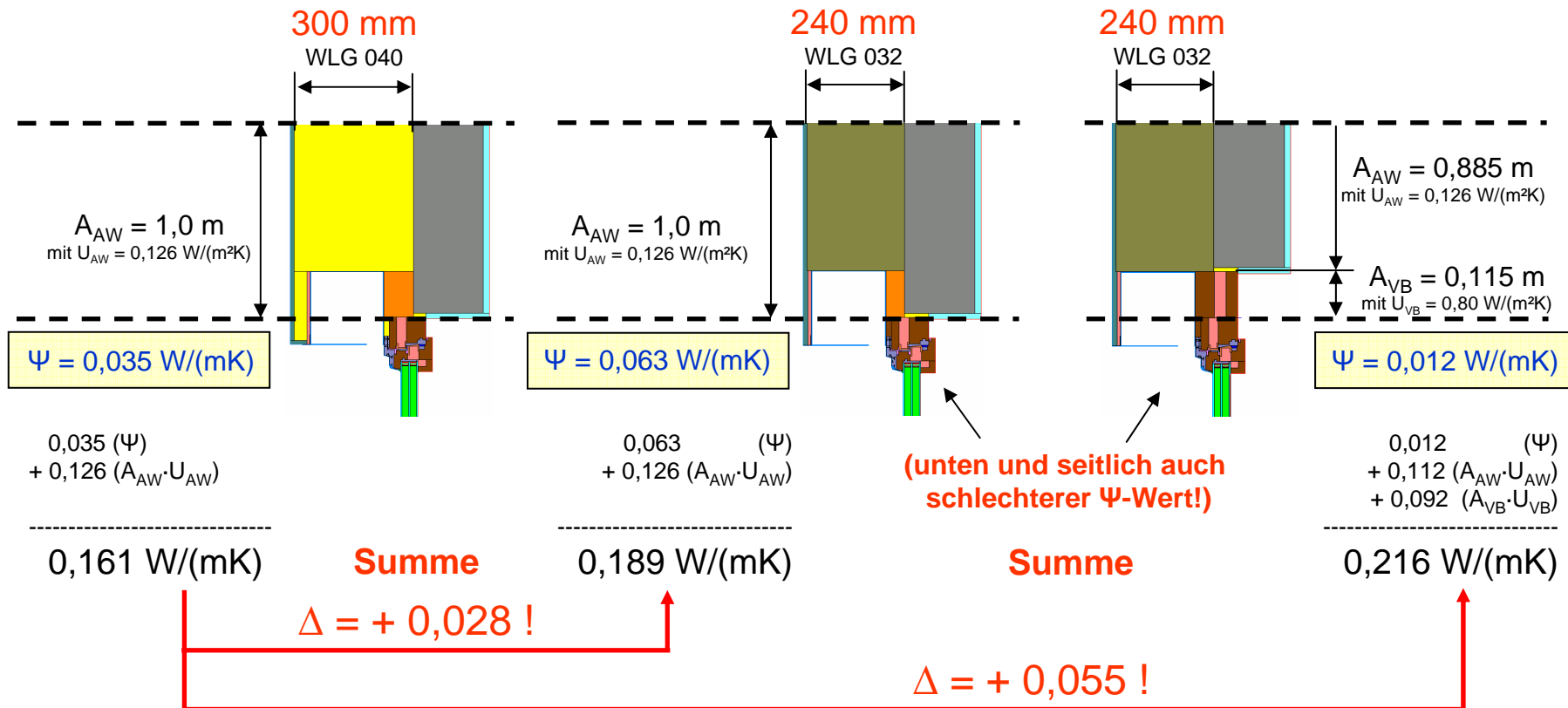
Beispiel: In Fassade integriertes Rollo



Ergebnis: Das Beispiel mit dem schlechteren Ψ -Wert hat die bessere Energiebilanz!

6 Ψ -Wert ist nicht alles

Beispiel: Auswirkung der reduzierten Dämmdicke auf integriertes Rollo



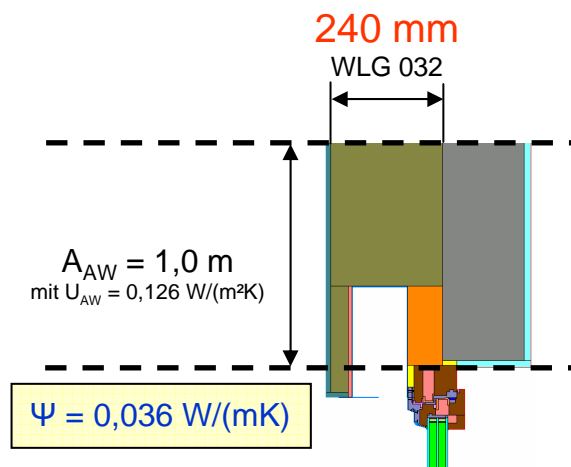
Ergebnis: Durch die reduzierte Dämmdicke lässt sich das Rollo nur mit größer werdenden Wärmebrücken in die Wand integrieren!

6 Ψ -Wert ist nicht alles

Beispiel: Alternative Sonnenschutzlösungen für reduzierte Dämmdicke

Variante Raffstore MODULO

Variante Rollo mit Verbreiterung und Innendämmung

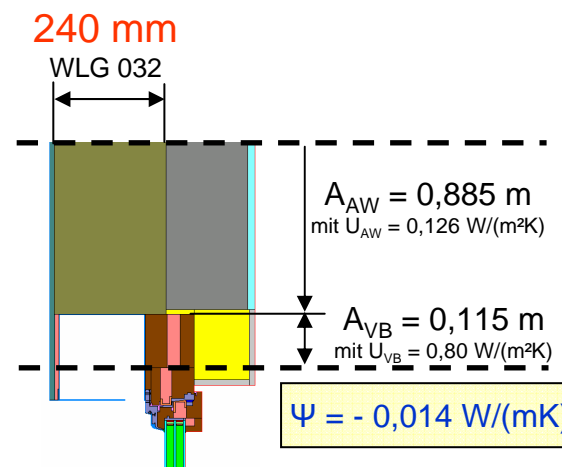


$$0,036 \quad (\Psi)$$

$$+ 0,126 \quad (A_{AW} \cdot U_{AW})$$

$$0,162 \text{ W/(mK)}$$

$\Delta + 0,001$
zu Variante 300 mm Dämmdicke



$$- 0,014 \quad (\Psi)$$

$$+ 0,112 \quad (A_{AW} \cdot U_{AW})$$

$$+ 0,092 \quad (A_{VB} \cdot U_{VB})$$

$$0,190 \text{ W/(mK)}$$

$\Delta + 0,029$
zu Variante 300 mm Dämmdicke

(unten und seitlich auch schlechterer Ψ -Wert!)

Summe

Ergebnis: Durch Wahl des richtigen Sonnenschutzes keine höheren Wärmeverluste bei reduzierter Dämmdicke !

7 Energiegewinn durch Verglasung

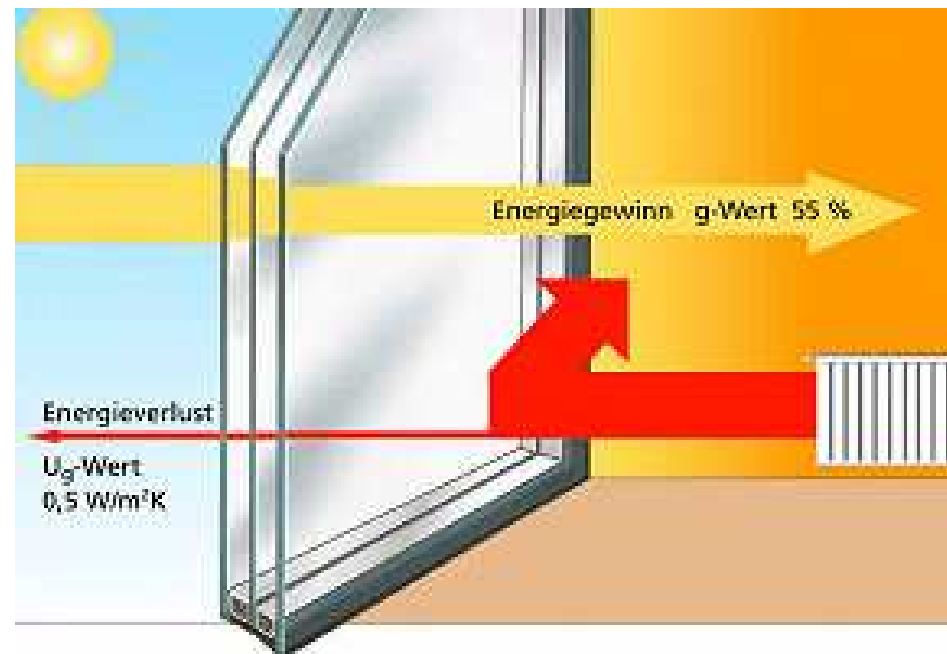
g-Wert

=

Gesamtenergiedurchlassgrad

=

Anteil der Sonnenenergie, der als Wärme im Raum nutzbar ist



7 g-Wert \Leftrightarrow U-Wert am Beispiel 2-fach und 3-fach-Glas

Energiebilanz 3-fach- und 2-fach- Glas

gutes 3-fach-Glas
Ug-Wert 0,6 W/(m²K)
g-Wert 0,61

schlechtes 3-fach-Glas
Ug-Wert 0,8 W/(m²K)
g-Wert 0,50

2-fach-Glas
Ug-Wert 1,1 W/(m²K)
g-Wert 0,62

Ausrichtung	Gewinn g·S _G [W/(m ² K)]	Verlust U _G [W/(m ² K)]	Bilanz [W/(m ² K)]	Gewinn g·S _G [W/(m ² K)]	Verlust U _G [W/(m ² K)]	Bilanz [W/(m ² K)]	Gewinn g·S _G [W/(m ² K)]	Verlust U _G [W/(m ² K)]	Bilanz [W/(m ² K)]
Süd	1,95	0,6	-1,35	1,60	0,8	-0,80	1,98	1,1	-0,88
Ost/ West	1,04	0,6	-0,44	0,85	0,8	-0,05	1,05	1,1	0,05
Nord	0,67	0,6	-0,07	0,55	0,8	0,25	0,68	1,1	0,42



mehr Energiegewinne als Verluste!

S_G-Werte

Süd = 3,2 W/(m²K)

Ost/ West = 1,7 W/(m²K)

Nord = 1,1 W/(m²K)

7 Neues Merkblatt Verglasung

- Verglasungsaufbauten Ug- und g-Wert optimiert
- Vergleichskriterium Energiebilanz
- Ug-Werte auf 2 Nachkommastellen zur Verwendung im PHPP

Nr.	Bezeichnung der Verglasung	Hinweise	Aufpreis [€/m² Fenster] gültig bis 31.07.2011	Ug-Wert [W/(m²K)]		g-Wert [%]	Füllung SZR	Aufbau	max. Temperatur der mittleren Scheibe bei 800 W θ _{maximal}	Dicke [mm]	Energiebilanz (U _g - g*8a)					
											Süd		Ost/ West		Nord	
											[W/(m²K)]		[W/(m²K)]		[W/(m²K)]	
		DIN	PHPP	PHPP	PHPP	PHPP	PHPP	Qualitätskriterium: Summe aus Energieverlusten (U _g -Wert) und Energiegewinnen (g-Wert)								
		1 Steile	2 Steilen	2 Steilen	2 Steilen	2 Steilen										
Standard 3-fach-Glas mit Argon-Füllung (Varianten ohne Aufpreis)																
1	iplus neutral 3LS Standard WIEGAND (2 x 18)	+++ hoher g-Wert (61 %) +++ U _g -Wert 0,6 nach DIN +++ niedrige Scheibentemperaturen (θ _{maximal}) durch Spezialbeschichtung ++++ niedriger Preis	Standard ab Juli 2011	0,6	0,54	61	Argon	4 18 4LS 18 4LS	50	48	-1,35	-1,31	-0,40	-0,03		
2	iplus neutral 3E (2 x 18)	++++ U _g -Wert 0,5 nach DIN + guter g-Wert (53 %) ++++ niedriger Preis	0,00 € (Alternative)	0,5	0,53	53	Argon	4 18 4E 18 4E	59	48	-1,20	-1,17	-0,37	-0,05		
3	iplus neutral 3L (2 x 16)	war Standard bis Juli 2011	0,00 € (Alternative - war Standard bis Juli 2011)	0,6	0,52	57	Argon	4 16 4L 16 4L	60	44	-1,22	-1,20	-0,35	-0,01		
Mehrkosten für 3-fach-Glas mit Sonderaufbau (Argon-Füllung)																
4	iplus neutral 3LS mit ipawhite außen (2 x 18)	++++ beste Energiebilanz ++++ höchster g-Wert (64 %) +++ U _g -Wert 0,6 W/(m²K) nach DIN ++++ Fenster mit Schallschutzklasse 3 (37 dB R _{w,p} bezogen auf Fenstergröße 1,23 x 1,48 m) +++ niedrige Scheibentemperaturen (θ _{maximal}) durch Spezialbeschichtung ++ geringer Aufpreis (Aufbauend auf Nr. 1)	15,00 €	0,6	0,54	64	Argon	6whl 18 4LS 18 4LS	50	50	-1,45	-1,41	-0,45	-0,06		
5	iplus neutral 3L mit ipawhite außen (2 x 18)	+++ hoher g-Wert (60 %) +++ guter U _g -Wert (0,57 W/(m²K)) ++++ Fenster mit Schallschutzklasse 3 (37 dB R _{w,p} bezogen auf Fenstergröße 1,23 x 1,48 m) ++ geringer Aufpreis	15,00 €	0,6	0,57	60	Argon	6whl 18 4L 18 4L	60	50	-1,32	-1,35	-0,45	-0,09		
6	iplus neutral 3L mit ipawhite außen (2 x 16)	+++ hoher g-Wert (60 %) +++ U _g -Wert 0,6 W/(m²K) nach DIN ++++ Fenster mit Schallschutzklasse 3 (37 dB R _{w,p} bezogen auf Fenstergröße 1,23 x 1,48 m) ++ geringer Aufpreis (Aufbauend auf Nr. 3)	15,00 €	0,6	0,52	60	Argon	6whl 16 4L 16 4L	60	46	-1,32	-1,30	-0,40	-0,04		
7	iplus neutral 3 1.0 (2 x 18)	++++ sehr guter U _g -Wert (0,48 W/(m²K)) +++ geringer Aufpreis ---- schlechter g-Wert (42 %)	7,00 €	0,5	0,48	42	Argon	4 18 4p1.0 18 4p1.0	58	48	-0,84	-0,86	-0,23	0,02		

Vergleich 2-fach mit 3-fach-Glas

8 Energetisch sinnvolle Aufteilung der Fassade - Beispiel

Variante 1

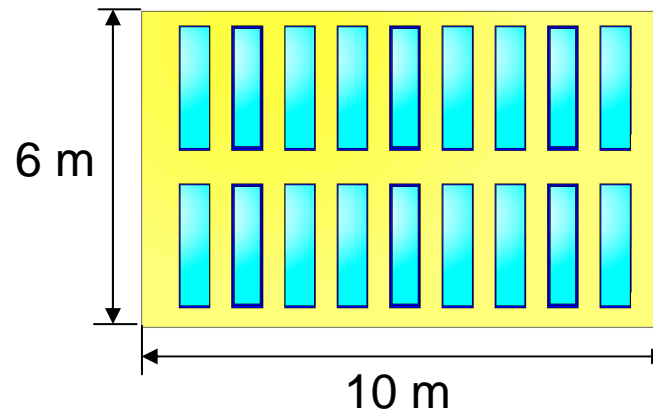
mit:

$$U_W = 0,746 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})^{[3]}$$

$$U_{AW} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$\Psi_{\text{Einbau}} = 0,02 \text{ W}/(\text{mK})$$

$$\text{g-Wert Verglasung} = 0,6$$



Elemente bodentief 0,75 x 2,68 m

6 x Beweglich 75 x 268

12 x Fest

Fensterfläche = 36,18 m²

Glasfläche = 22,20 m² (61,4 %)

Rahmenfläche = 13,98 m² (38,6 %)

Montagefugen = 123,48 m

Variante 2

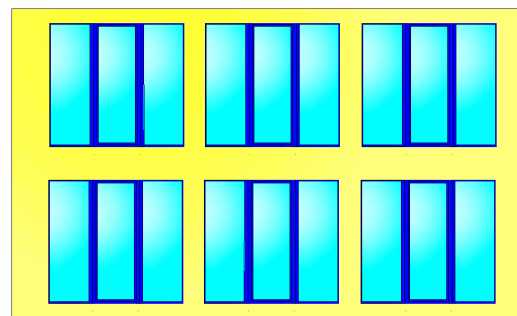
mit:

$$U_W = 0,719 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})^{[3]}$$

$$U_{AW} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$\Psi_{\text{Einbau}} = 0,02 \text{ W}/(\text{mK})$$

$$\text{g-Wert Verglasung} = 0,6$$



Elemente bodentief 2,75 x 2,68 m

Fest | Beweglich | Fest gekoppelt

Fensterfläche = 44,28 m²

Glasfläche = 31,44 m² (71,0 %)

Rahmenfläche = 12,84 m² (29,0 %)

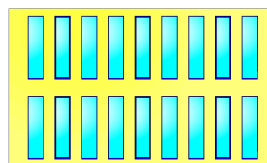
Montagefugen = 65,16 m

[3] = Berechnung mit Passiv-Fenster „DW-plus“ mit $U_g = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, $\Psi_g = 0,024 \text{ W}/(\text{mK})$, $U_f = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

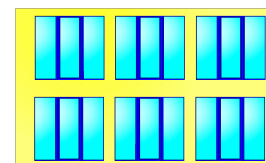
8 Energetisch sinnvolle Aufteilung der Fassade - Beispiel

Vergleich Transmissionswärmeverlust

Variante 1



Variante 2



Verlust Wand ($U_{AW} * A_{AW}$)	3,6 W/K $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) * 23,82 \text{ m}^2$	2,4 W/K $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) * 15,72 \text{ m}^2$
Verlust Fenster ($U_W * A_W$)	27,1 W/K $0,75 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) * 36,18 \text{ m}^2$	31,9 W/K $0,72 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) * 44,28 \text{ m}^2$
Verlust Wärmebrücke ($\sum \Psi_{\text{Einbau}} * I_{\text{Einbau}}$)	2,5 W/K $0,02 \text{ W}/(\text{mK}) * 123,48 \text{ m}$	1,3 W/K $0,02 \text{ W}/(\text{mK}) * 65,16 \text{ m}$
Gewinn Verglasung ($g * S_G * A_G$) Süd-Ausrichtung mit S_G -Wert = $-3,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	- 42,6 W/K $-3,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) * 0,6 * 22,2 \text{ m}^2$	- 60,3 W/K $-3,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) * 0,6 * 31,4 \text{ m}^2$
Bilanz (H_T)	- 9,4 W/K	-24,7 W/K

Variante 2 => Heizwärmebedarf – 8,7 kWh/(m²a)

(mit: Grundfläche 140 m² (2 x 10 m x 7 m), Gradtagzahl 80 kWh/a,
zusätzlicher Solargewinn: $(15,3 \text{ W/K} * 80 \text{ kWh/a}) / 140 \text{ m}^2 = -8,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$)

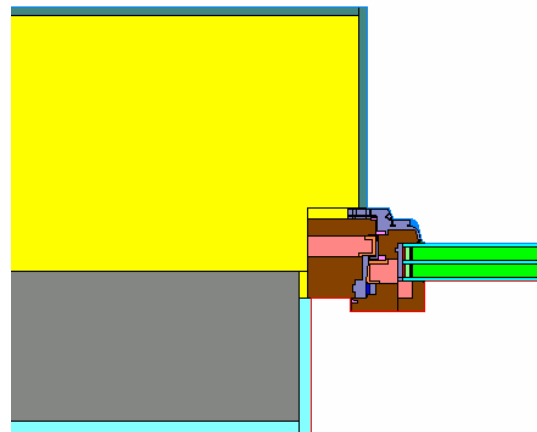
HINWEIS:

durch die individuelle Verschattungssituation kann sich der Wert ändern!

[3] = Berechnung mit Passiv-Fenster „DW-plus“ mit $U_g = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, $\Psi_g = 0,024 \text{ W}/(\text{mK})$, $U_f = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

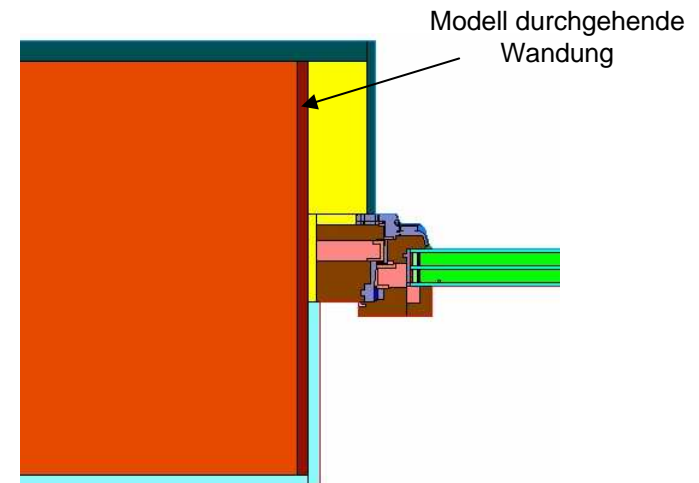
Echte Wärmebrückenfreiheit möglich durch vollständige Überdämmung

Anschluss seitlich



Ψ -Wert = 0,002 W/(mK)

[Detail 01101 WBK Wiegand]

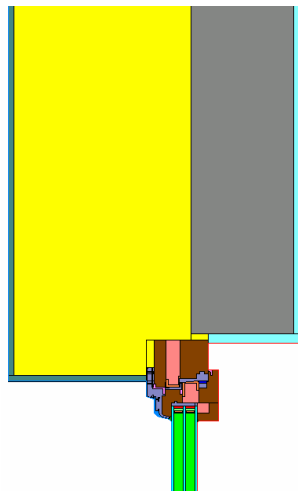


Ψ -Wert = 0,014 W/(mK)

[Detail 08101 WBK Wiegand]

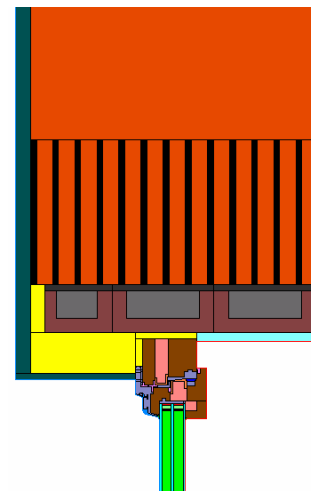
Echte Wärmebrückenfreiheit möglich durch vollständige Überdämmung

Anschluss oben



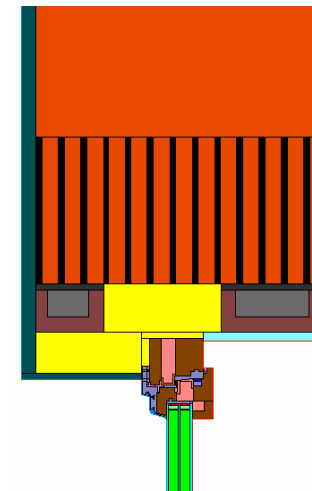
Ψ -Wert = 0,002 W/(mK)

[Detail 01101 WBK Wiegand]



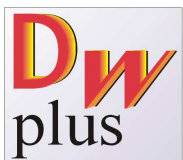
Ψ -Wert = 0,121 W/(mK)

[Detail 08105 WBK Wiegand]



Ψ -Wert = 0,010 W/(mK)

[Detail 08106 WBK Wiegand]



... das Passiv-Fenster



... Ideen aus Holz

Anschrift:

Wiegand Fensterbau
Feldstraße 10
35116 Hatzfeld-Holzhausen/ Eder

Telefon:

0 64 52 / 93 36 0

Fax

0 64 52 / 93 36 33

E-mail

dw-plus@wiegand-info.de

Internet

www.dw-plus.de

www.passiv-fenster.de

www.wiegand-info.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

