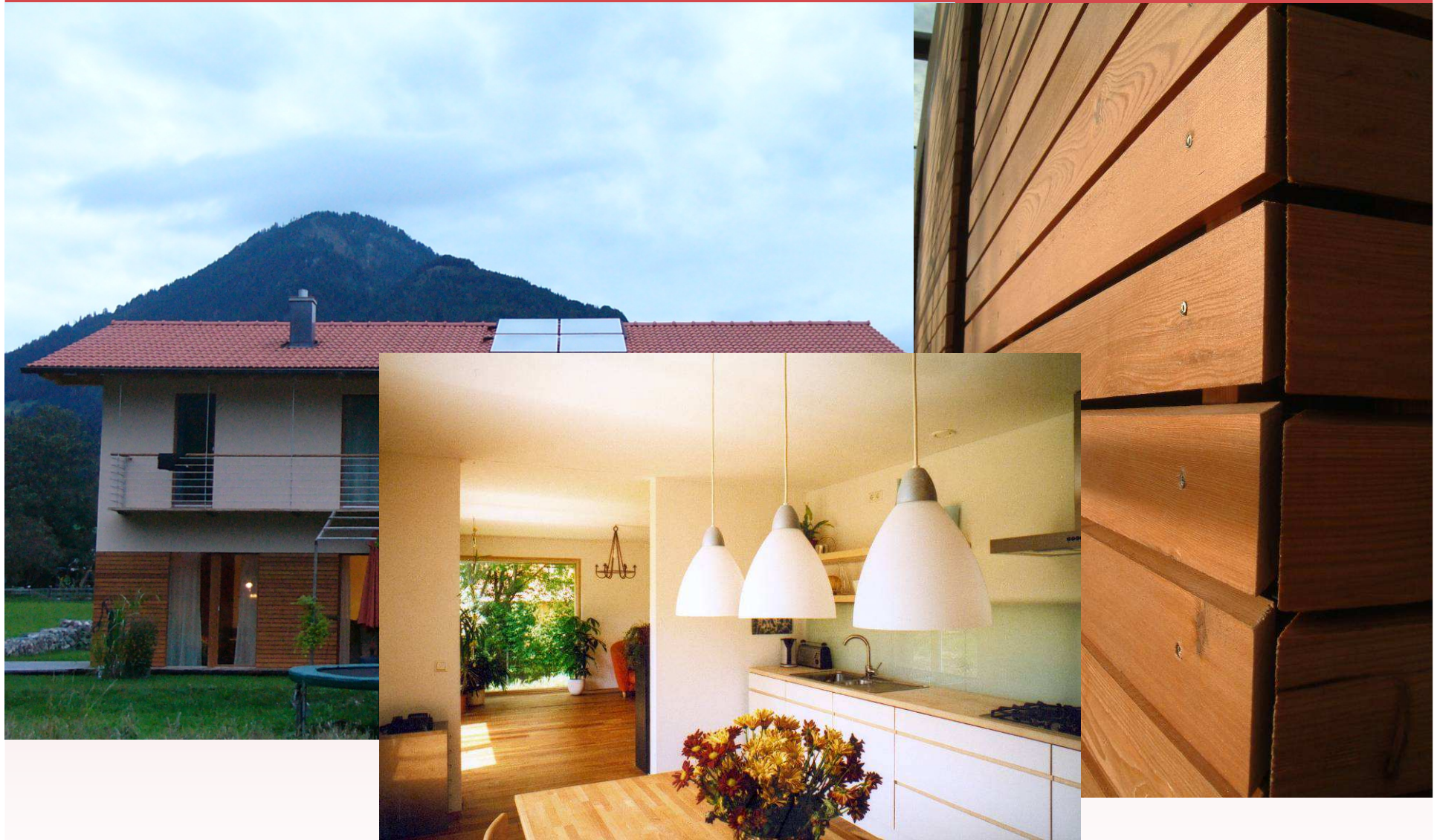


# Das Passivhaus-Fenster als Chance für das Handwerk?!



# Recherche: Welche Fenster für ein Passivhaus? Prüffenster Nr. 1



Energieverlust:  $U_w$ -Wert = maximal

Solare Gewinne:  $g = 100\%$

Kosten: 0 € /Stück und  $m^2$

## Luftdichtigkeit?

Ergebnis: ungeeignet für das Haus der Zukunft!

## Das Kastenfenster

Energieverlust:  $U_w$ -Wert =  $5 \text{ W/m}^2\text{K}$

Solare Gewinne:  $g = 70\%$

Kosten:  $500 \text{ € / m}^2$



Der Heizkörper spielt bei solchen Fenster eine bedeutende Rolle!

Ergebnis: **sehr geeignet für den Heizungsbauer!**

## Das normale Holzfenster

Energieverlust:  $U_w = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

Solare Gewinne:  $g = 60\%$

Kosten:  $250 \text{ € / m}^2$



ab  $-5$  Grad im Winter  $\Rightarrow$  **Tauwasser und Schimmel**

Ergebnis: **ungeeignet für die Gesundheit der Bewohner!**



## Normale Holzfenster mit 3 fach Scheibe

Die Scheibe dämmt sehr gut, ist aber fast so dick wie der Rahmen.

Der Rahmen ist mit  $U_f=1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  nicht mehr ausreichend.

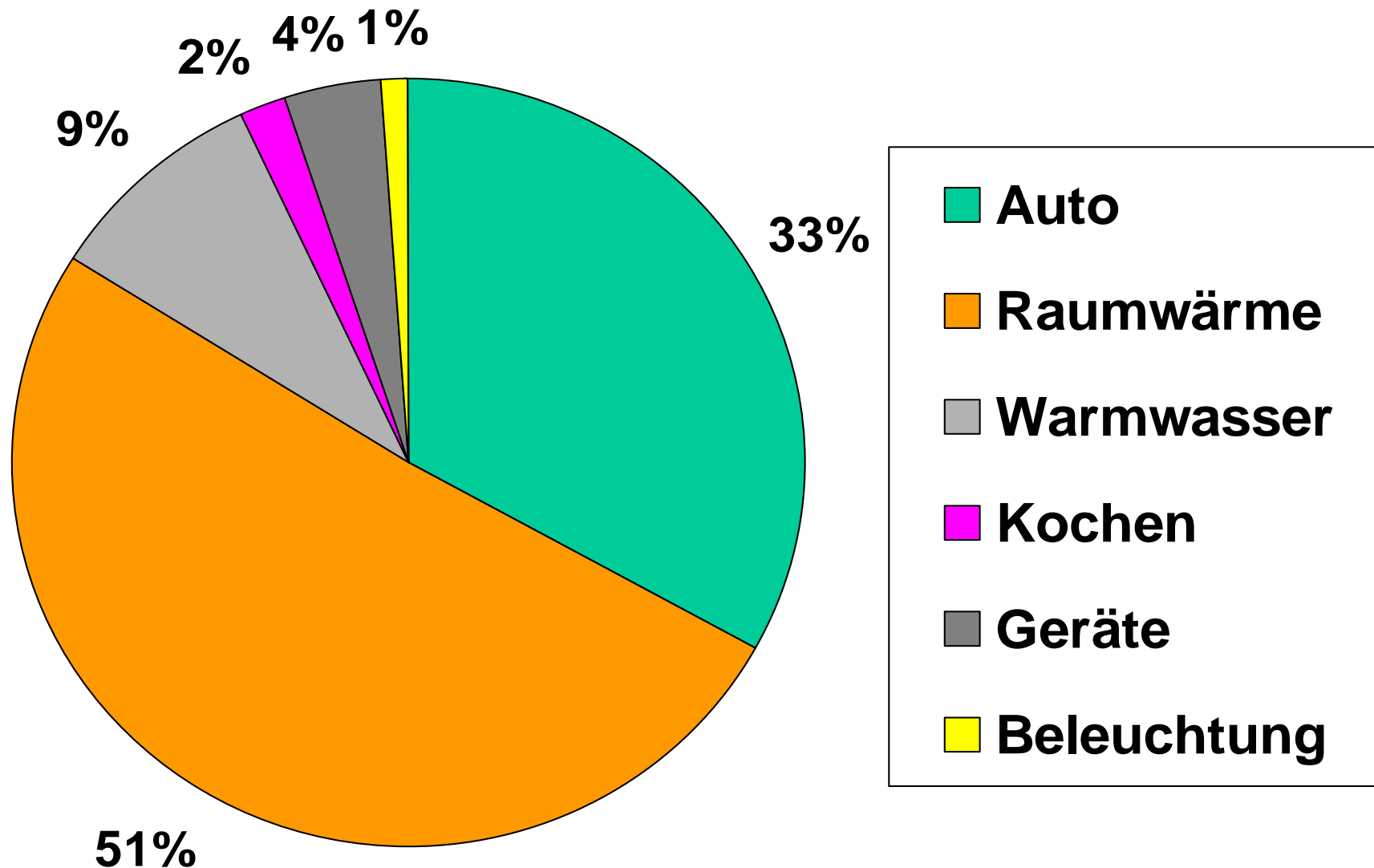


Ergebnis: ungeeignet für das Haus der Zukunft!

## VW-Käfer mit Breitreifen

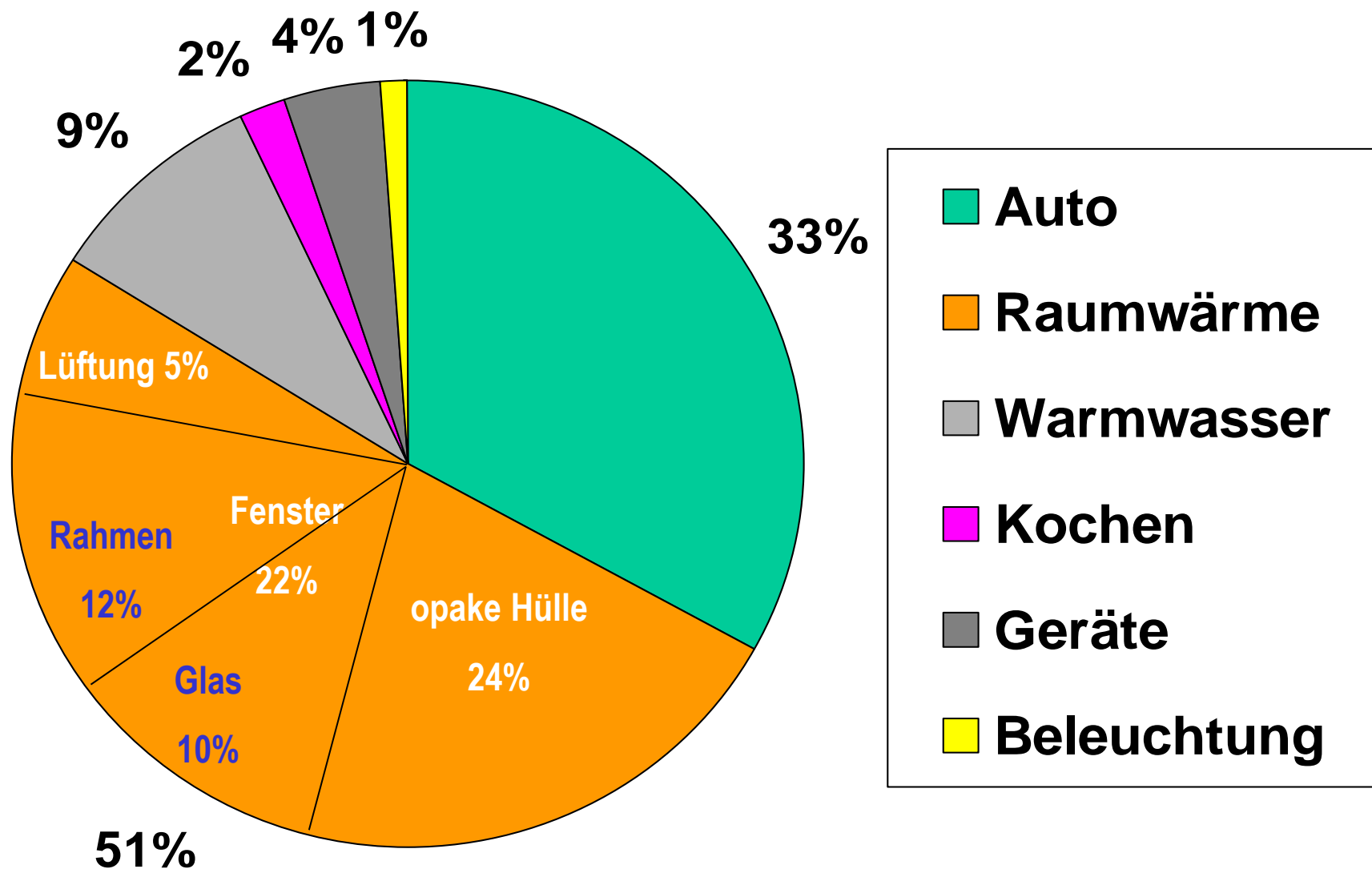


## Bedeutung der Gebäudehülle ...



Quelle: Harald Krause

## ... und des Fensters



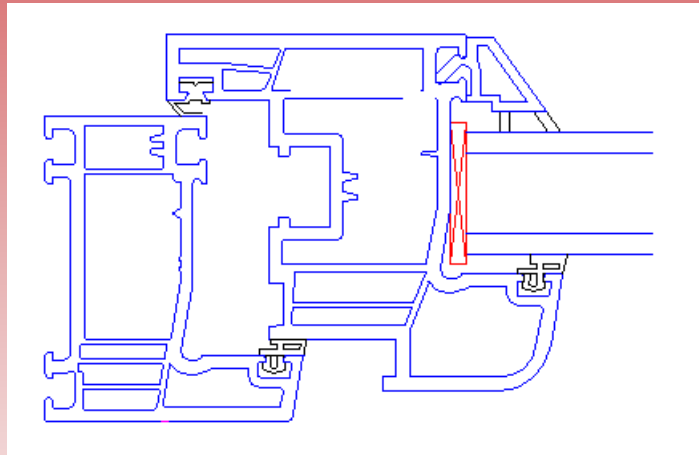
Quelle: Harald Krause

Das Fenster war bis dato ein „low interest product“

Statt besserer Fenster...

...lieber optimierte Heizkörper!?!  
Quelle: Berthold Kaufmann

# Bisher Stand der Technik beim Rahmen PVC Fenster



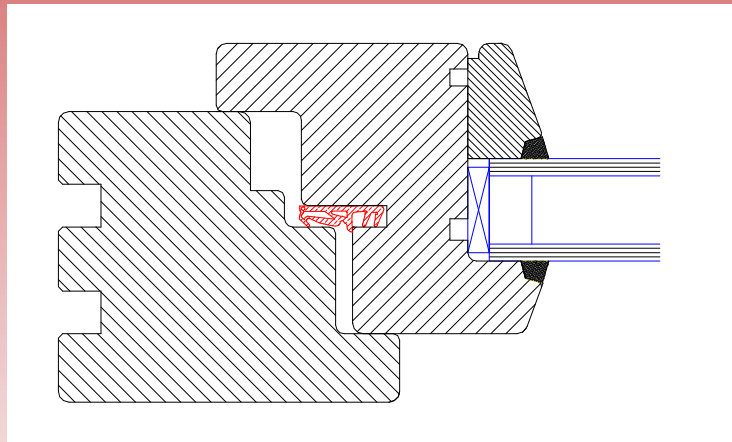
- sehr hoher Wärmedurchgang insbesondere im Bereich der statisch erforderlichen Armierung
- hohe Strahlungswärmeverluste im Beschlagsbereich
- wärmetechnisch ungeeignet

$$U_f = 1.8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{bei } U_g = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_w = 1.8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

# Bisher Stand der Technik beim Rahmen



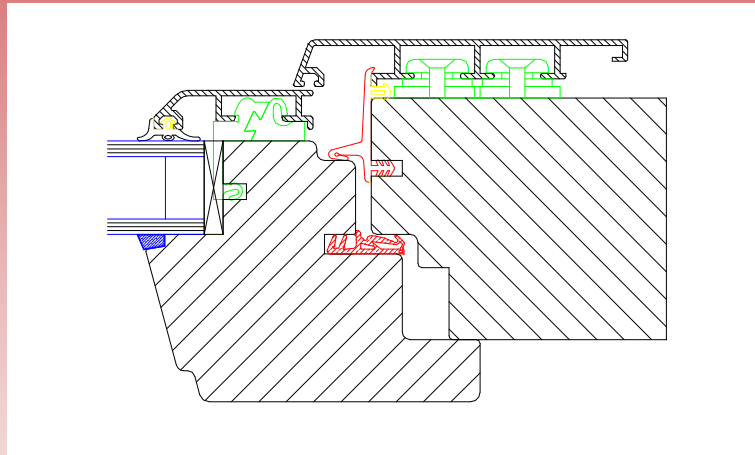
- feuchtetechnisch ungeeignet (Glasleiste)
- Luftdichtigkeit problematisch
- wärmetechnisch ungeeignet

**$U_f = 1.6 \text{ W/m}^2\text{K}$**

**bei  $U_g = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$**

**$U_w = 1.65 \text{ W/m}^2\text{K}$**

# Das klassische Holz Aluminium Fenster



- feuchtetechnisch geeignet (angefräste Glasleiste)
- wärmetechnisch ungeeignet (Rahmen schlechter als IV68)

**$U_f = 1.65 \text{ W/m}^2\text{K}$**

**bei  $U_g = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$**

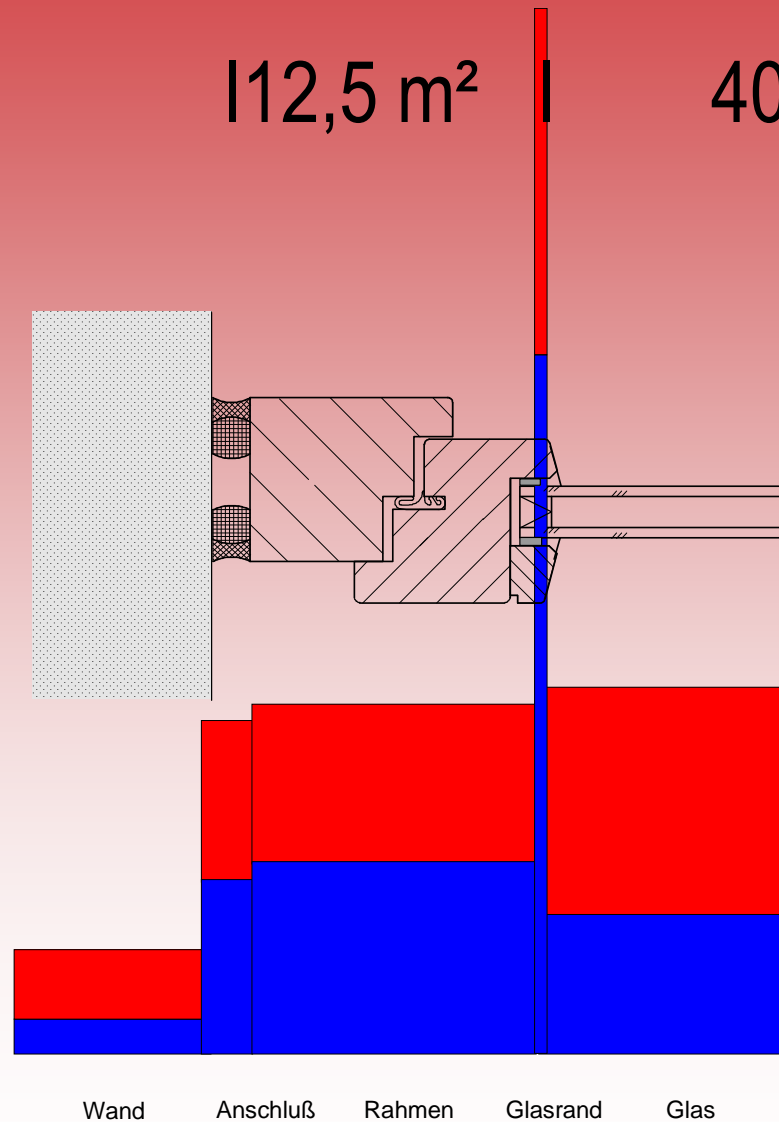
**$U_w = 1.7 \text{ W/m}^2\text{K}$**

# Die Kältebrücke Randverbund in der Theorie....

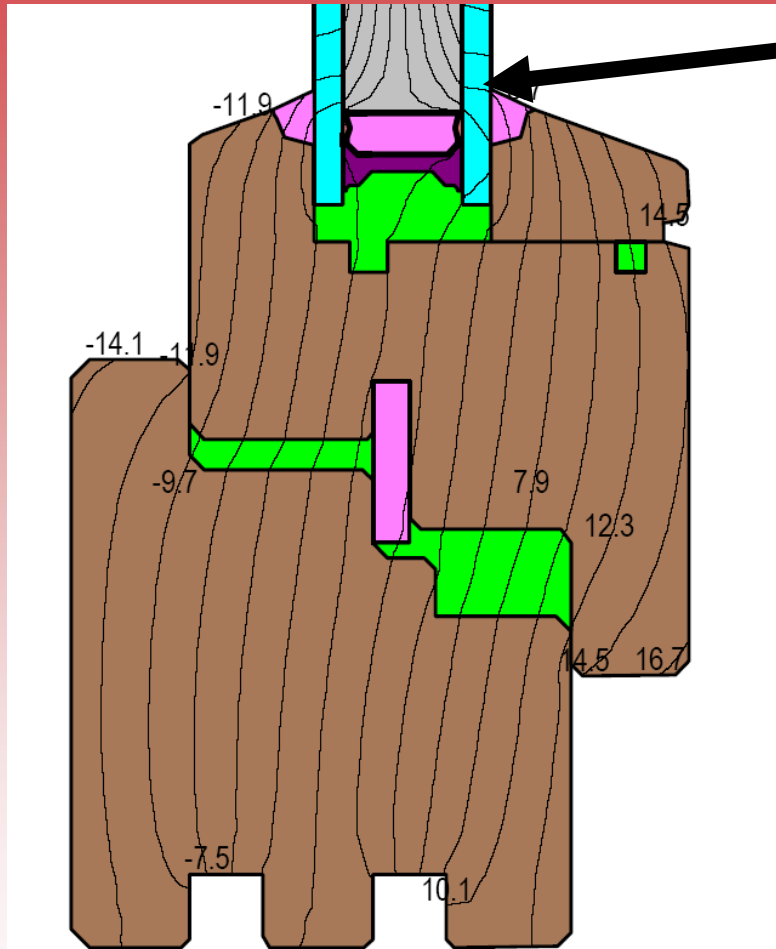
228 m<sup>2</sup>

112,5 m<sup>2</sup>

40 m<sup>2</sup>



## ... und in der Praxis



3,7 Grad Celsius  
bei -15 Außentemperatur



Bei einem Wohnzimmer mit  
30m<sup>2</sup> fällt leicht ein viertel Liter  
Tauwasser an.

# Behaglichkeit: Strahlungstemperaturasymmetrie



## Wohnraum



- 10°C  
Außen-  
Luft

22°C  
Innen -  
Wohnraum

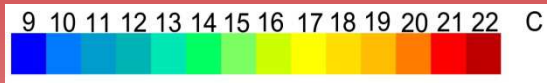
Ein Wohnzimmer:

In einem Neubau?

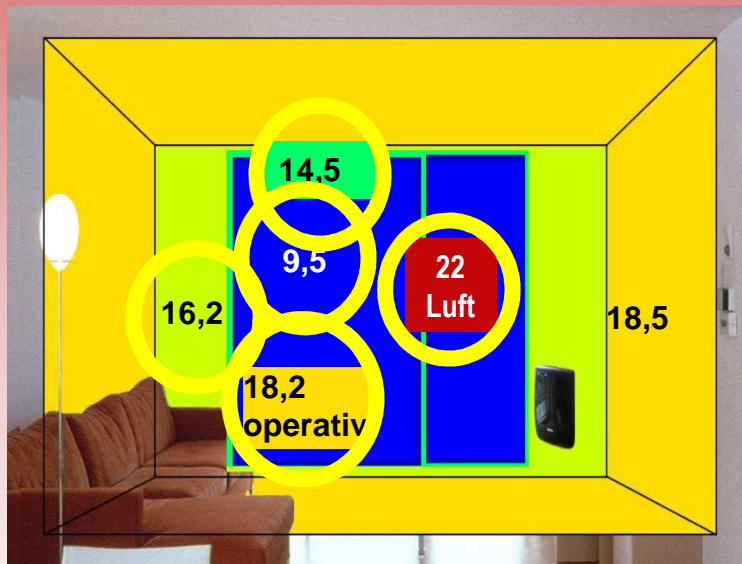
In einem sanierten Altbau?

Quelle: Helmut Krapmeier

# Behaglichkeit: Strahlungstemperaturasymmetrie



## Altbau

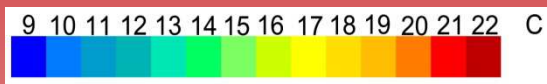


- 10°C  
Außen-  
Luft

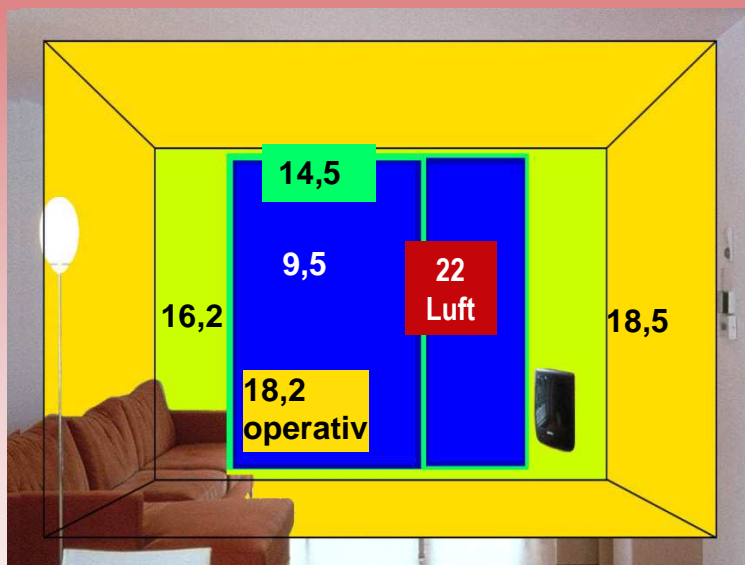
Kalte Bauteiloberflächen führen in schlecht gedämmten Häusern zu asymmetrischen Strahlungstemperaturen.

Quelle: Helmut Krapmeier

# Behaglichkeit: Strahlungstemperaturasymmetrie

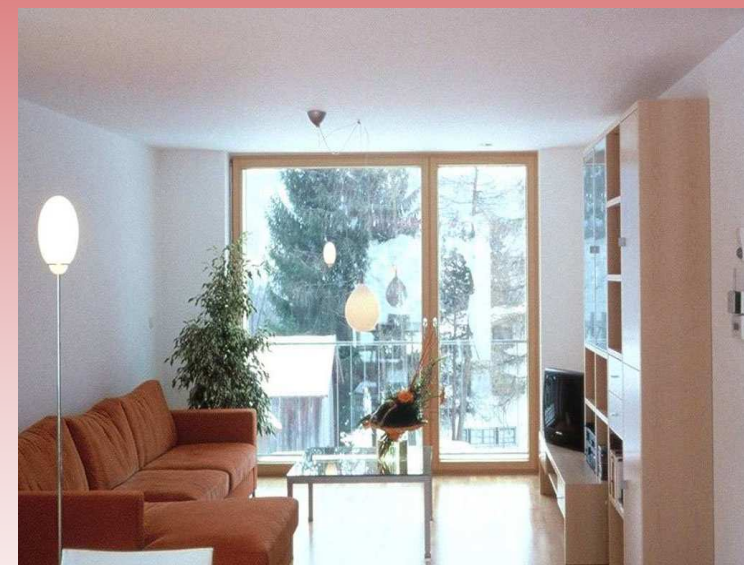


**Altbau**



Kalte Bauteiloberflächen führen in schlecht gedämmten Häusern zu asymmetrischen Strahlungstemperaturen.

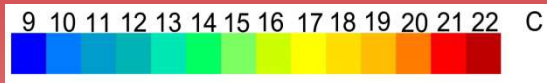
**Passivhaus**



- 10°C  
Außen-  
Luft

Quelle: Helmut Krapmeier

# Behaglichkeit: Strahlungstemperaturasymmetrie

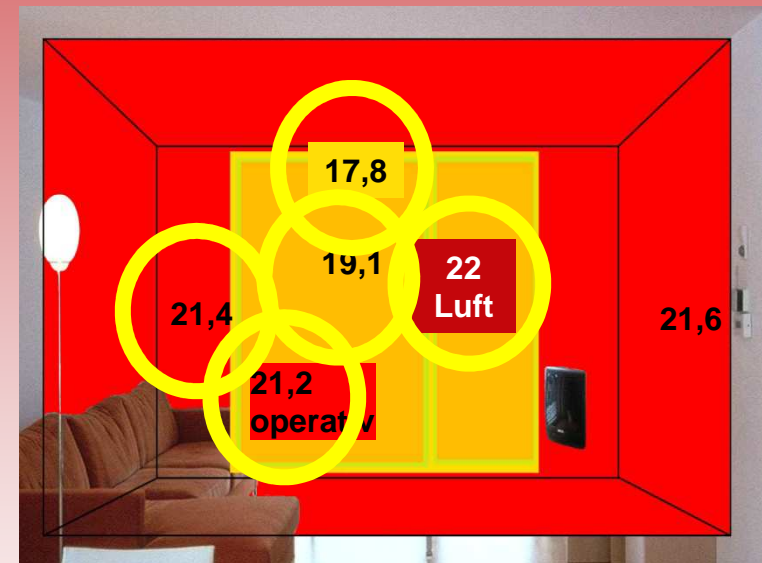


**Altbau**



Kalte Bauteiloberflächen führen in schlecht gedämmten Häusern zu asymmetrischen Strahlungstemperaturen.

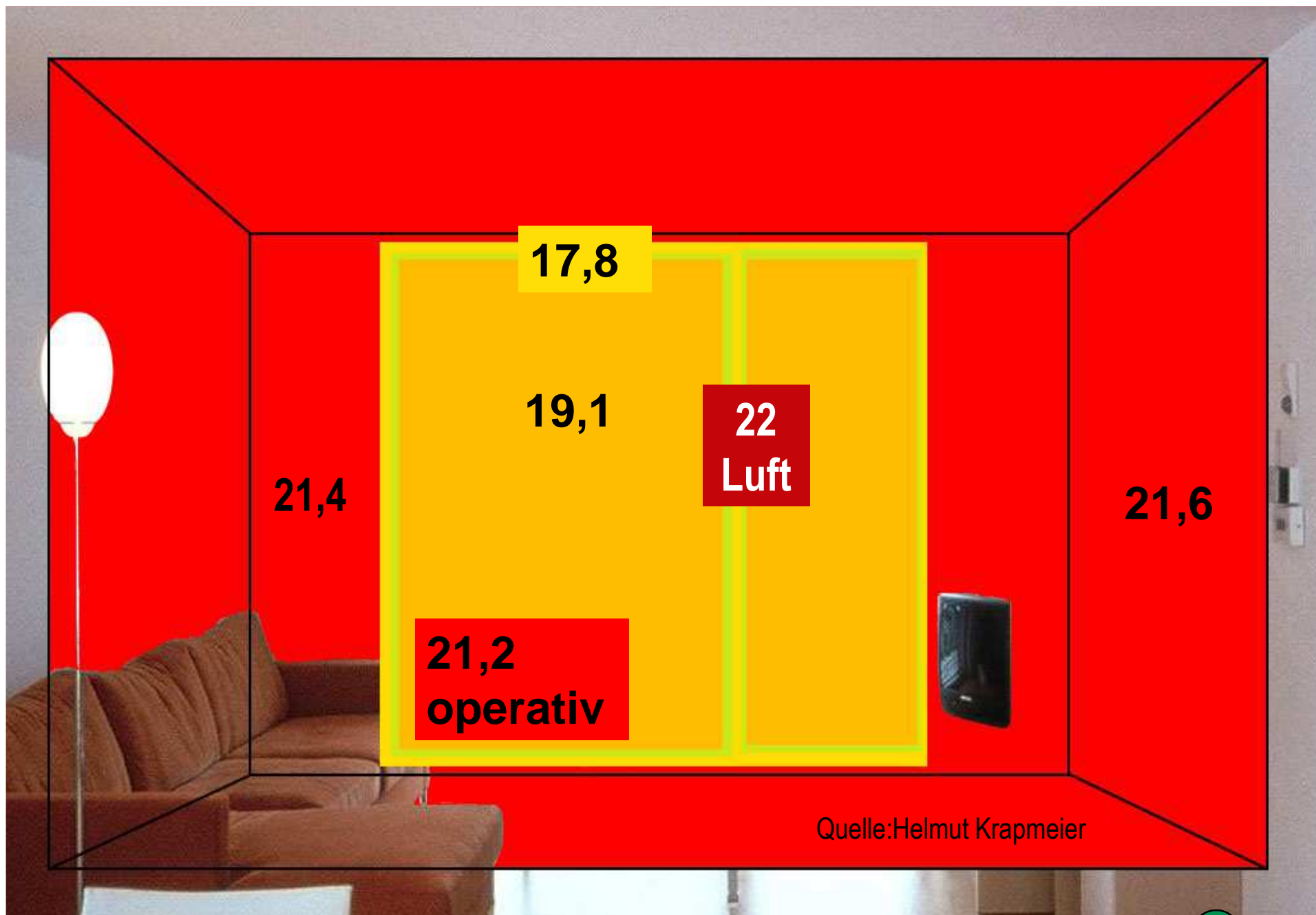
**Passivhaus**



Anders im Passivhaus: Hier sind alle Umfassungsflächen gleichmäßig warm, auch die Fenster. Es resultiert ein angenehmes Strahlungsklima.

- 10°C  
Außen-  
Luft

Quelle: Helmut Krapmeier



# Fazit

Bezüglich der Komfortparameter Strahlungstemperaturasymmetrie und Lufttemperaturschichtung ergeben sich bei mitteleuropäischem Klima behagliche thermische Bedingungen im gesamten Aufenthaltsbereich immer dann, wenn der U-Wert des Fensters höchstens  $0,85 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  beträgt.



Wolfgang Feist, Dezember 1998

- Hohe Qualitäten sind hier gefordert, damit auch ohne Heizkörper die Behaglichkeit in der Nähe der Fassade sehr gut beurteilt wird.
- Gleichsam als Nebeneffekt werden diese Fenster selbst zu Heizkörper für den Raum.

Wolfgang Feist, Dezember 1998

# Der Weg zu modernen Isolierglasscheiben

1 2 3 4 5 6 Ebenen



$$1.U_g=3.0$$

$$2.U_g=2.3$$

$$3.U_g=2.2$$

$$4.U_g=1.3 \text{ bis } 0.9$$

$$5.U_g=0.8 \text{ bis } 0.5$$

Zukunft: Multifolie, Vakuumscheibe oder Dünnglas  $U_g=0.10$ ?

# Die zwei Kriterien für die Verglasung

- Behaglichkeitskriterium Verglasung:

$$U_g < 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- Energiekriterium Verglasung

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

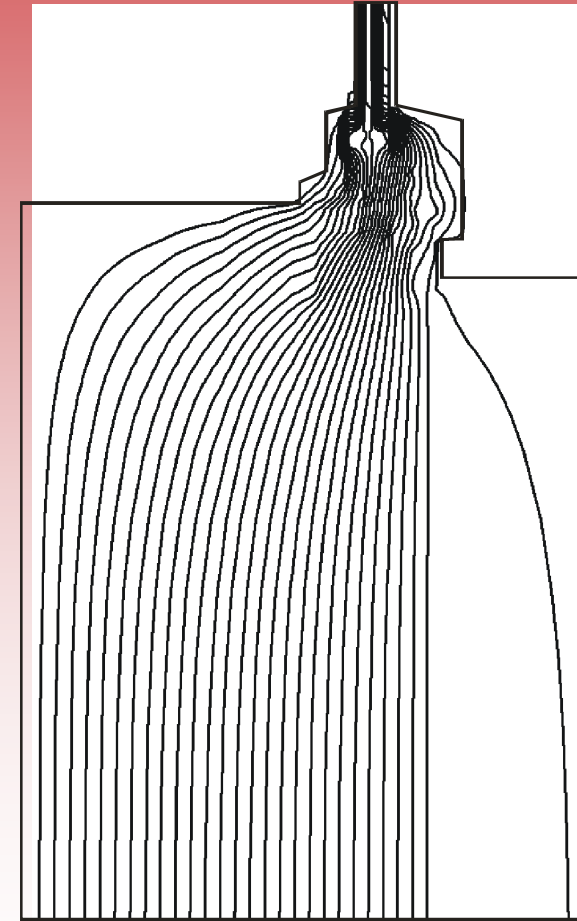
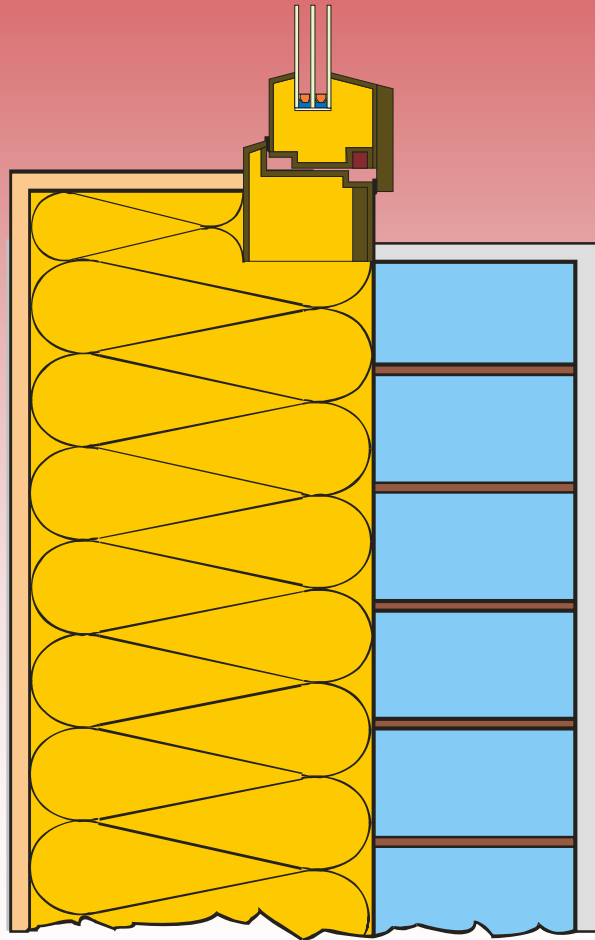
Heute am häufigsten eingesetzt  $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  (EN673)  
und  $g = 52\%$  (EN410).

Energiekriterium  $0,6 - (1,6 \times 0,52) = -0,23 < 0$

Dies eröffnet die Möglichkeit auch im Kernwinter südseitig einen positiven Energieeintrag zu realisieren.

# Empfohlener Einbau

$$\Psi_{\text{Einbau}} = 0,005 \text{ W/(mK)}$$
$$U_{\text{w, eff}} = 0,78 \text{ W/m}^2\text{K}$$



Quelle: [PHI]

# Extrem ungünstiger Einbau

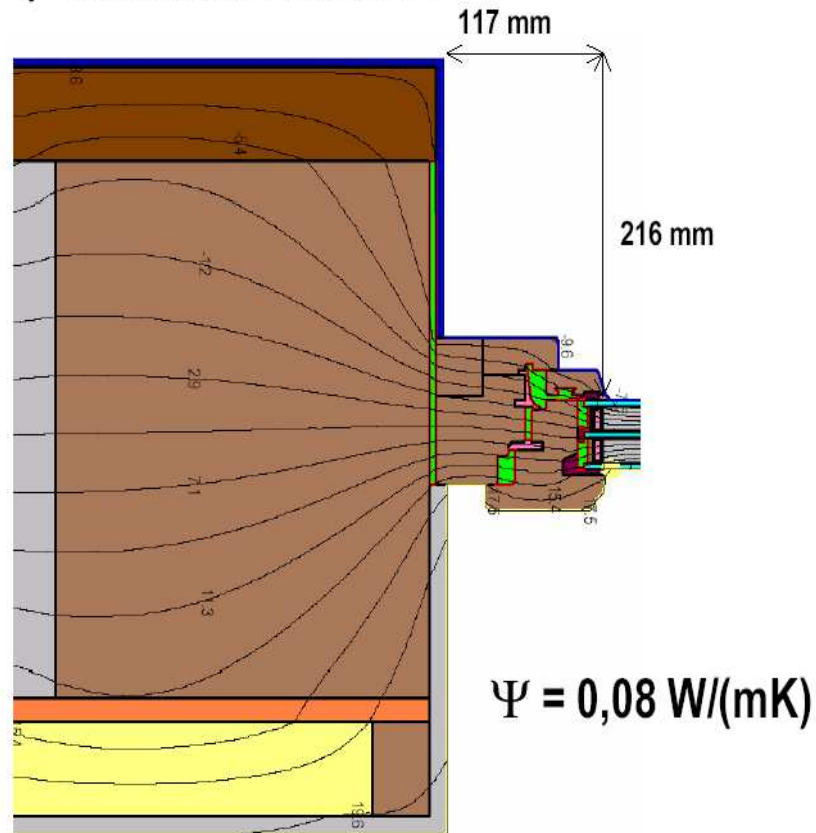
$$\Psi_{\text{Einbau}} = 0,15 \text{ W/(mK)}$$
$$U_{\text{w, eff}} = 1,19 \text{ W/m}^2\text{K}$$



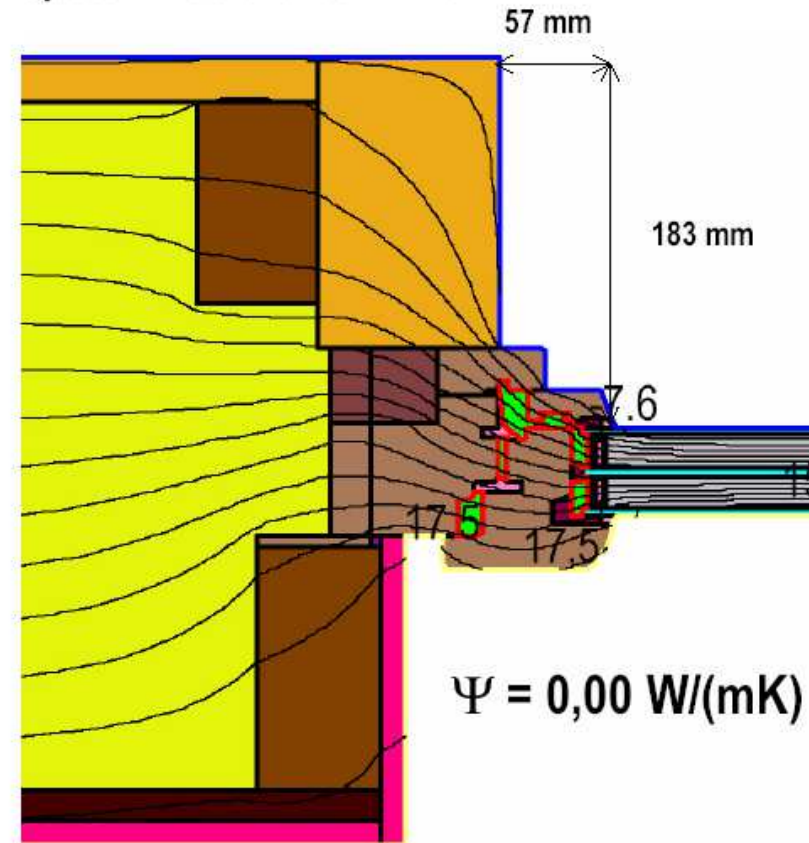
- Wärmeverluste durch Einbaufuge
- stärkere Verschattung
- reduzierte Luftdichtigkeit

# Einbau im Holzbau einfach schwer oder schwer einfach?

Datenblatt Zwoa2Holz im System „dicker Brummer“:



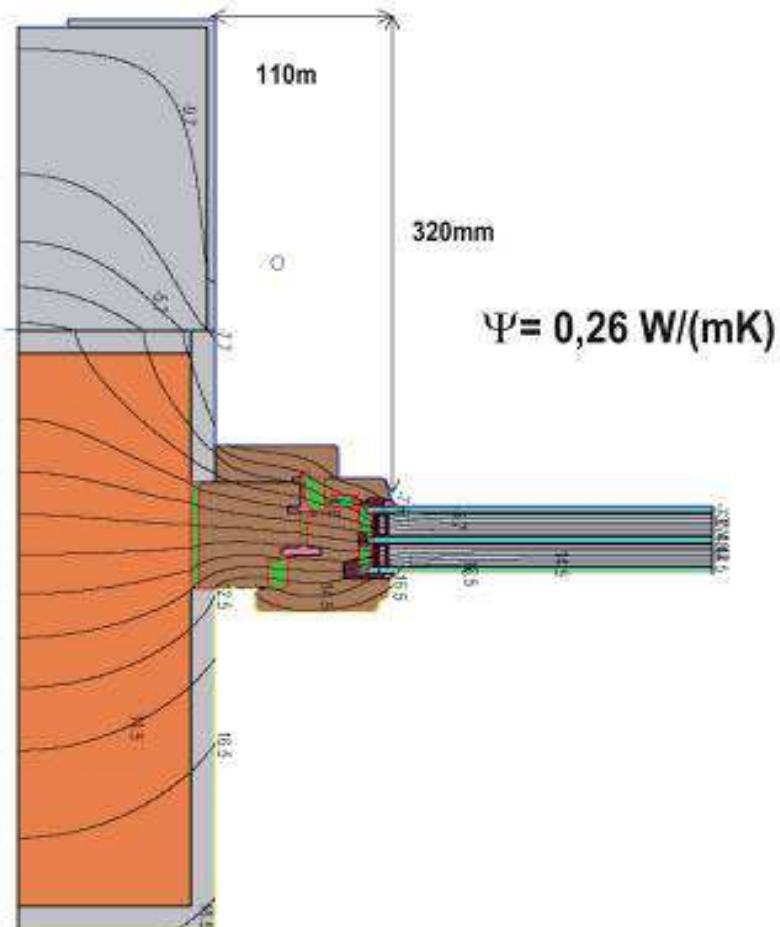
Datenblatt Zwoa2Holz im System Lebensraum Holz:



Quelle:  
[PHI]

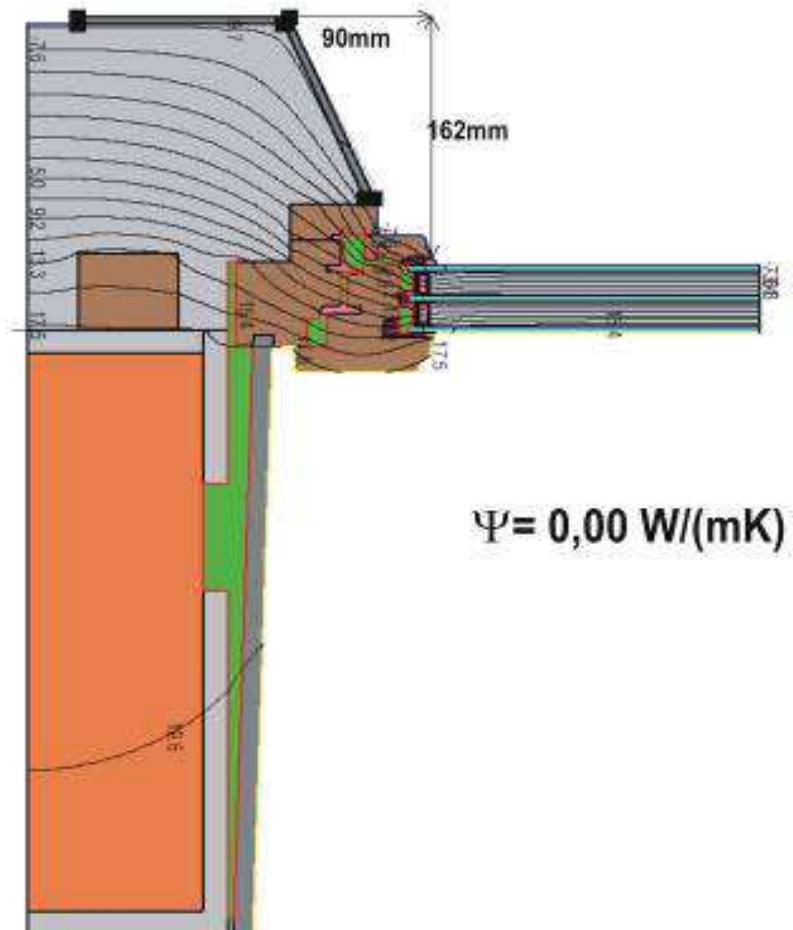
# Alltag bei der Gebäudesanierung in Europa!

Datenblatt Zwoa2Holz Altbau Ziegel mit 20cm WDVS  
ohne Überdämmung des Rahmens:



Beschreibung: Wand Hochlochziegel WDVS 20cm  
Fenster ohne Überdämmung des Fensterrahmens. Der  $U_w$ -Wert  
des eingebauten Fensters steigt von 0,85 auf 1,33  $\text{W/m}^2\text{K}$

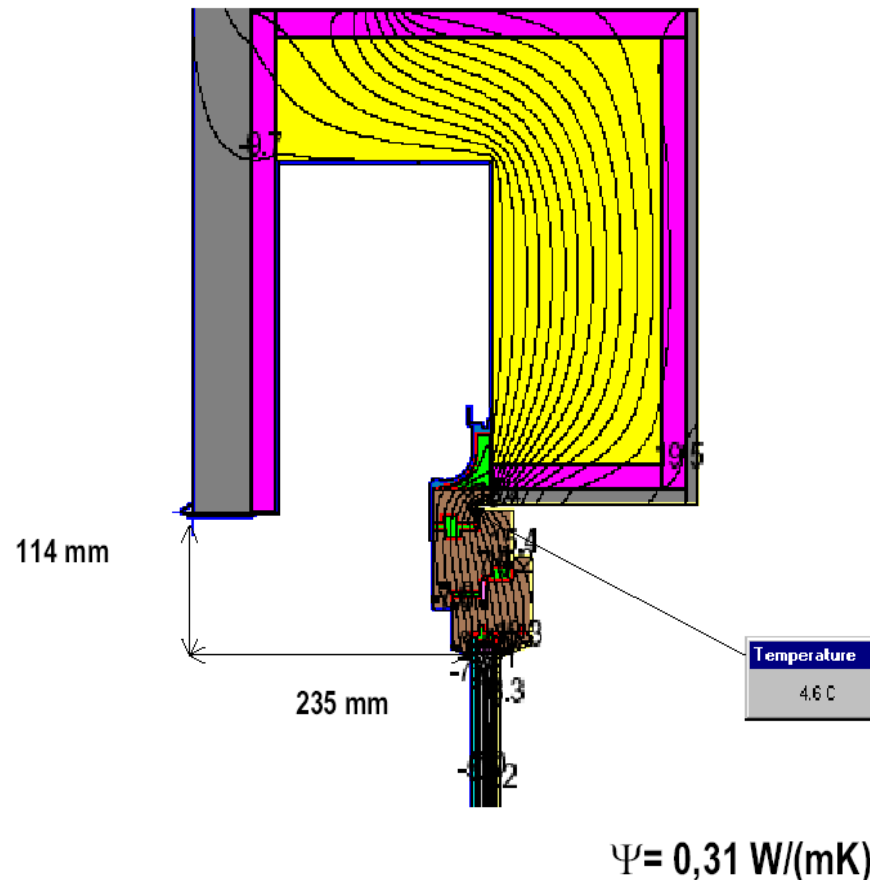
Datenblatt Zwoa2Holz Altbau Ziegel mit 20cm  
WDVS:



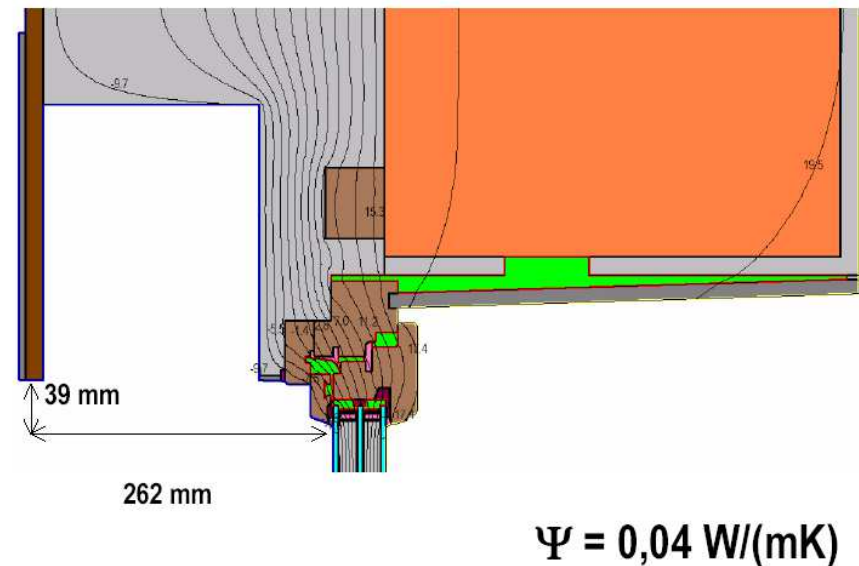
Beschreibung: Wand Hochlochziegel WDVS 20cm  
Fenster Zwoa2Holz mit Dämmzarge

# Rolladenkasten und Rafflamelle für das Haus der Zukunft?

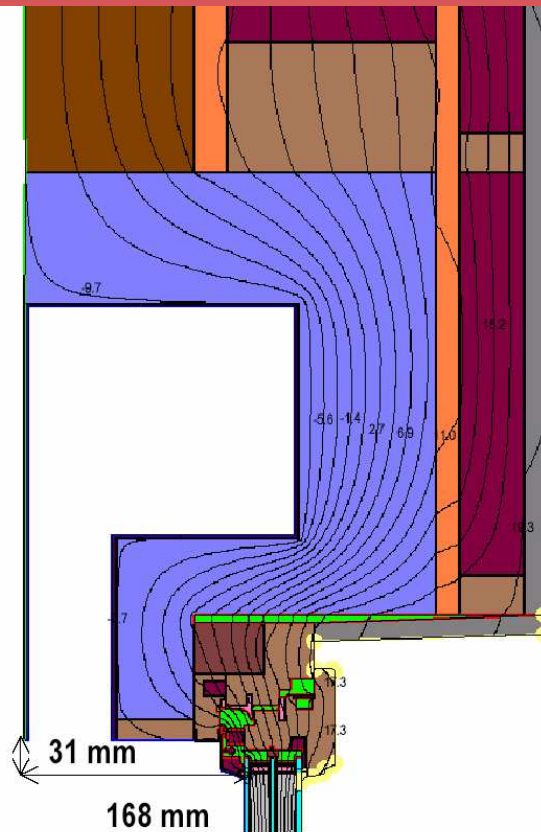
Datenblatt normales Holzfenster, Oben Rafflamelle:



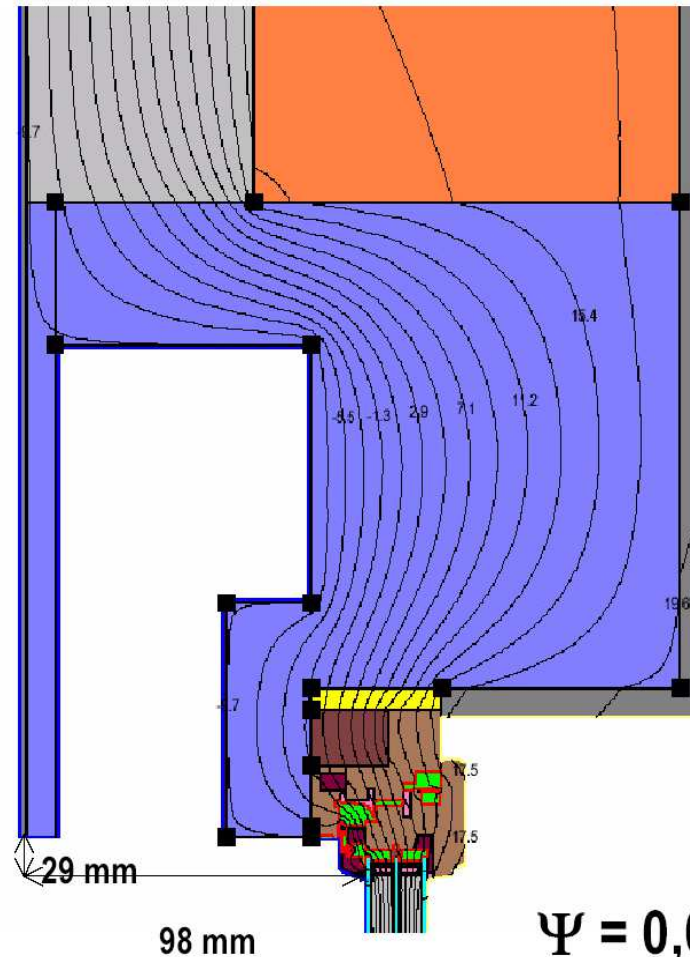
Datenblatt Zwoa2Holz mit PSI++ Rolladenkasten für die Altbausanierung:



# Probleme sind zum lösen da!

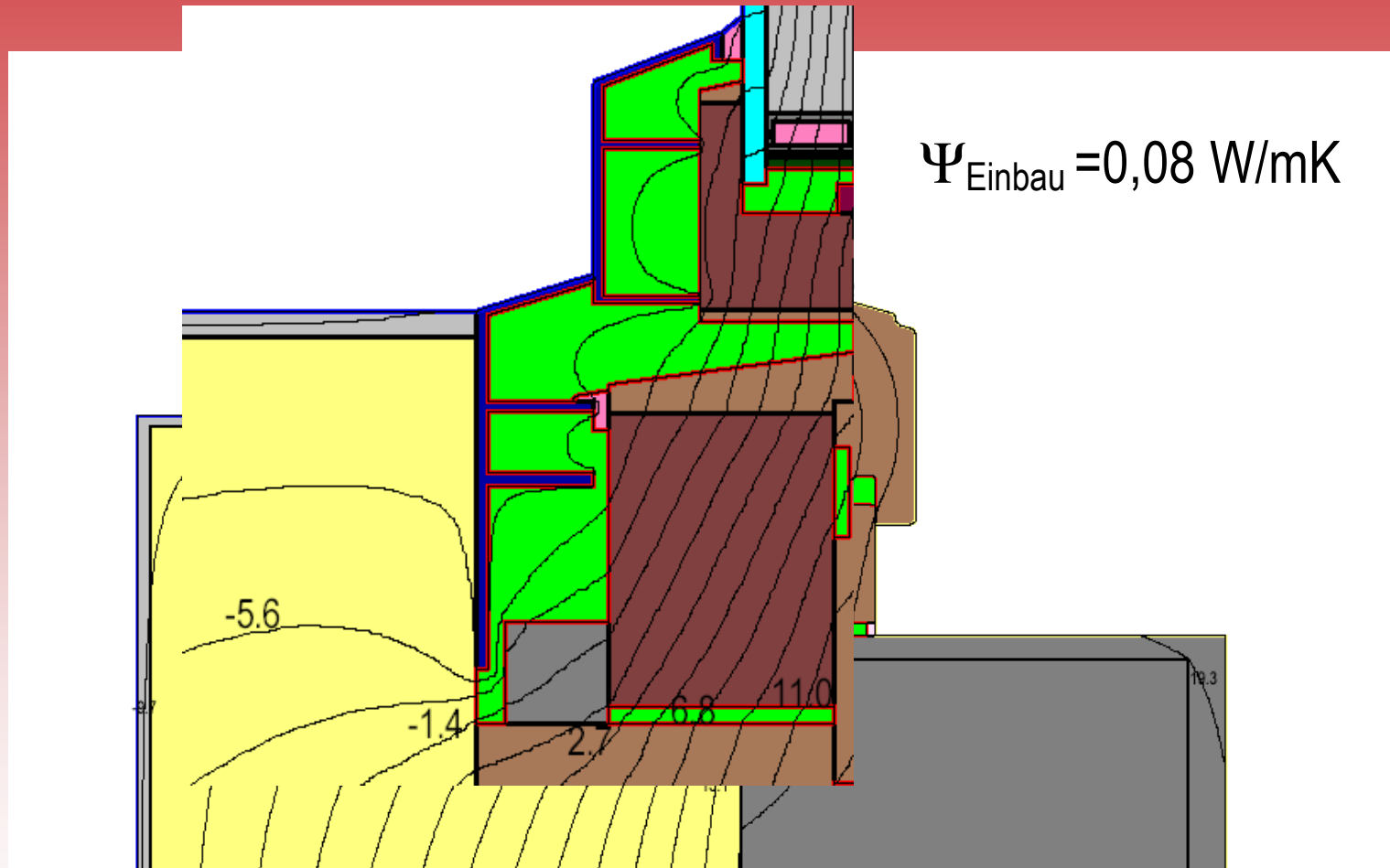


$$\Psi = 0,09 \text{ W/(mK)}$$

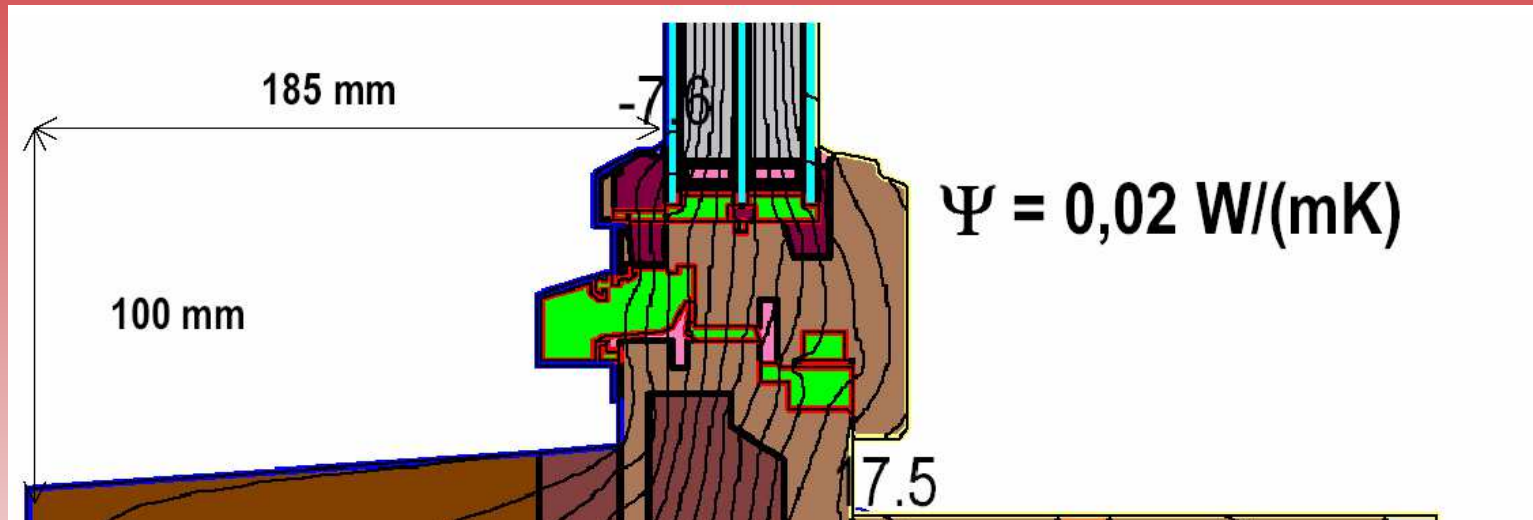


$$\Psi = 0,04 \text{ W/(mK)}$$

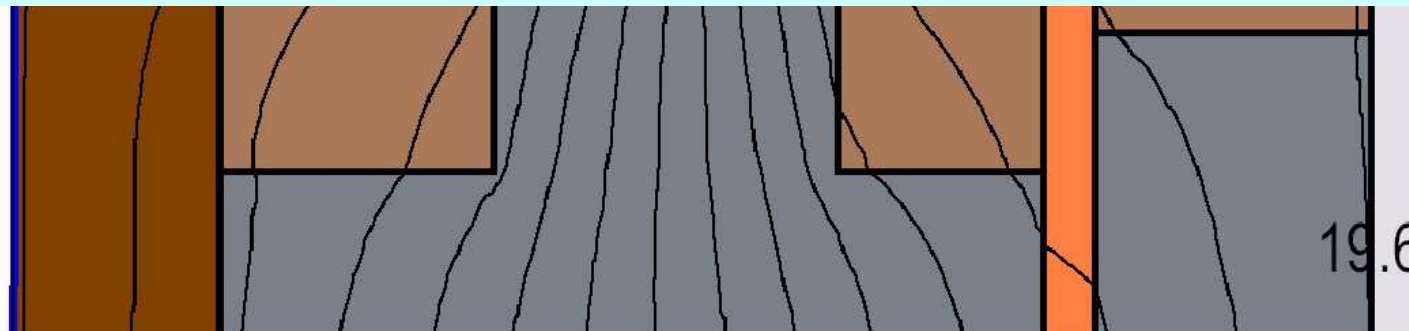
# Holz-Alu Fenster und ihr Anschluss.



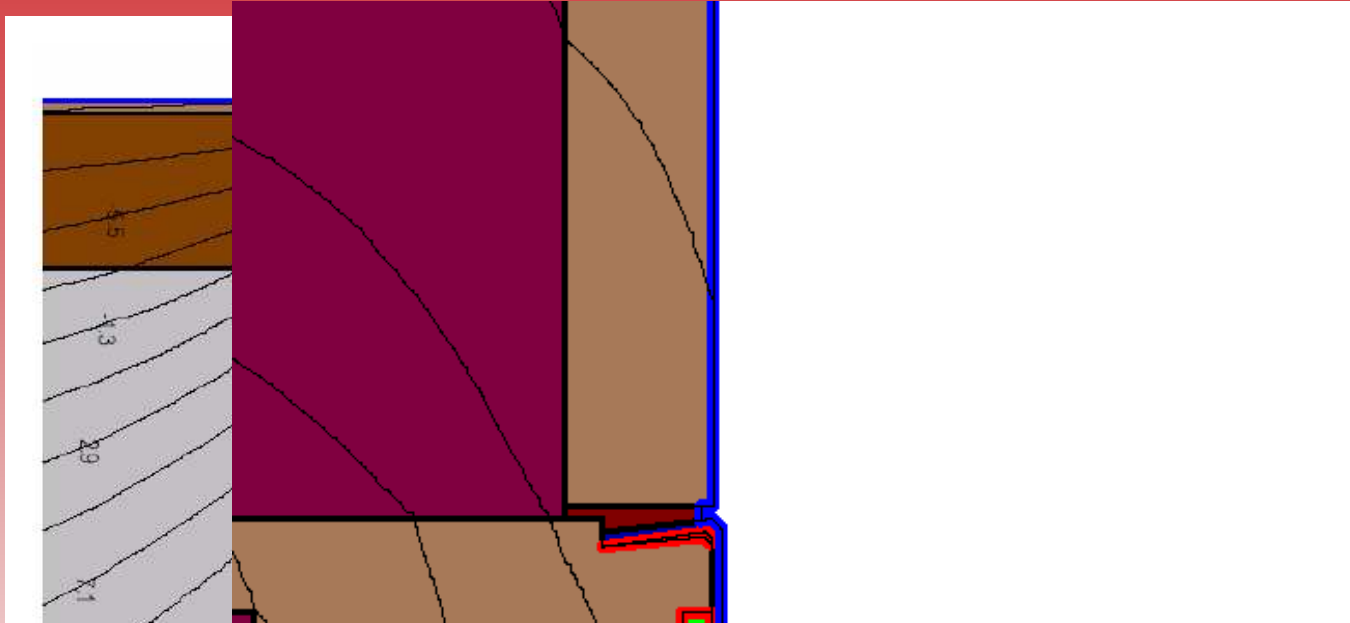
# Das Holz-Alu Fenster von morgen sieht anders aus!



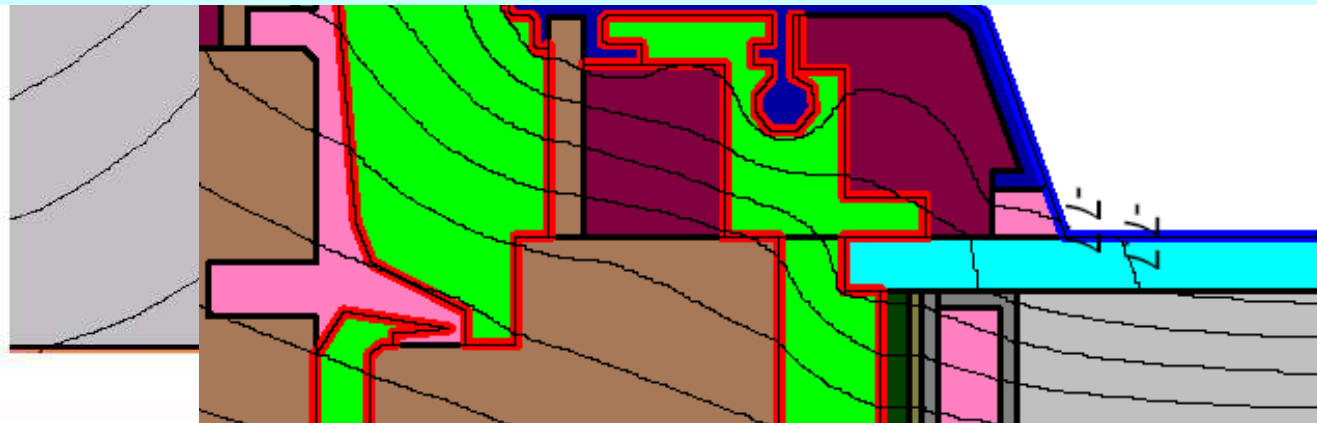
**=> Auf den Einbau kommt es an**



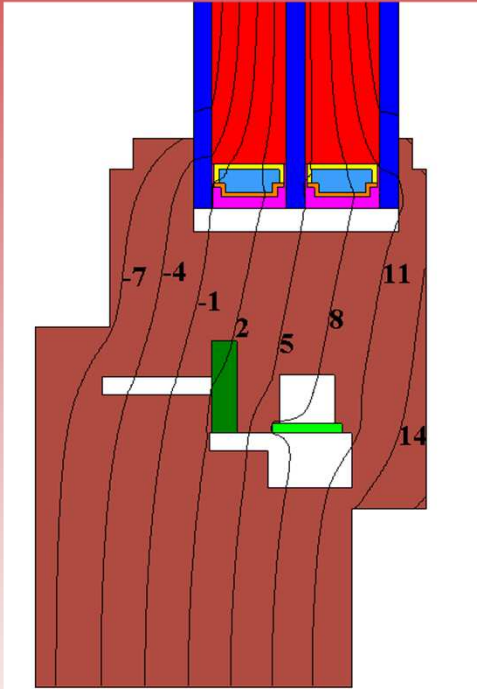
# Das Holz-Alu Fenster von morgen sieht anders aus!



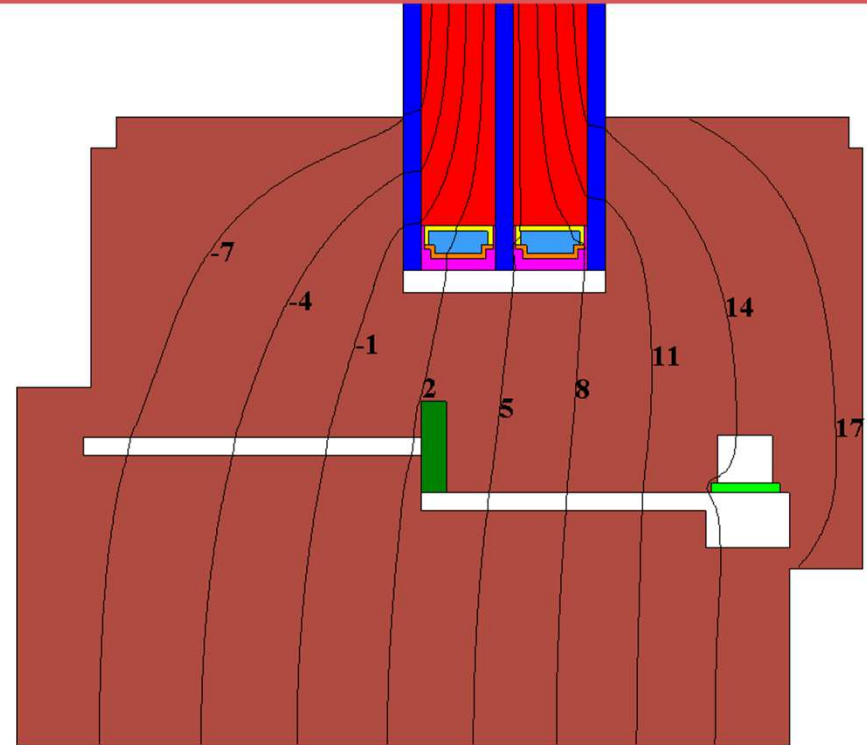
**=> geben wir der Sonne eine Chance!**



# ...und was machen wir jetzt mit dem Rahmen?



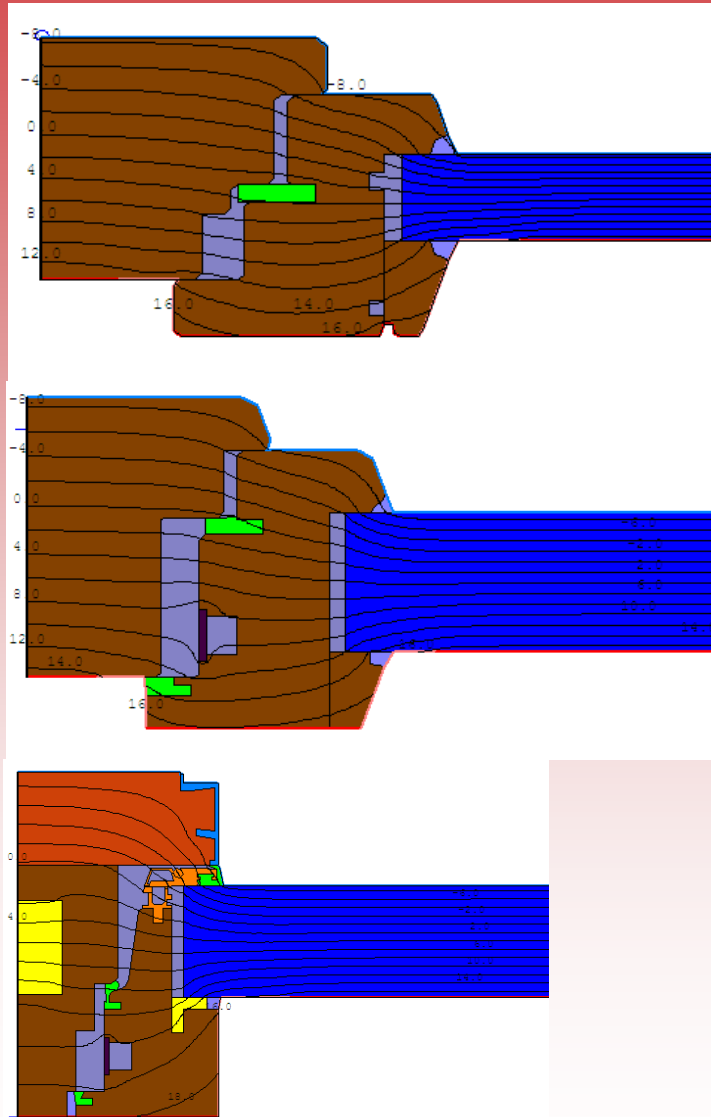
**IV68 seitlich und oben**



**dito gestreckt und mit höherem  
Glaseinstand (33mm) – 136mm hoch 184mm tief  
Passivhaus geeignet**

Quelle: Jürgen Schnieders

# Beispiel 1: Vom IV68 zum IV88



**IV68**

$$U_f = 1,356 \text{ W/m}^2\text{K}$$

**IV88**

$$U_f = 1,152 \text{ W/m}^2\text{K}$$

**Passivhausfenster**

$$U_f = 0,738 \text{ W/m}^2\text{K}$$

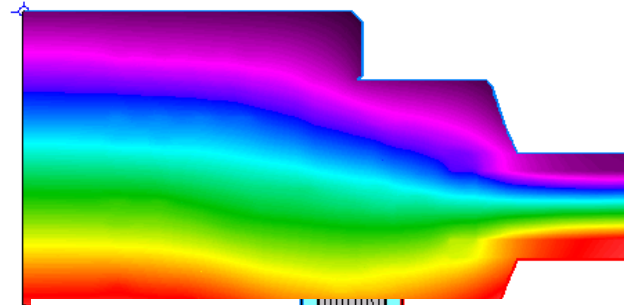
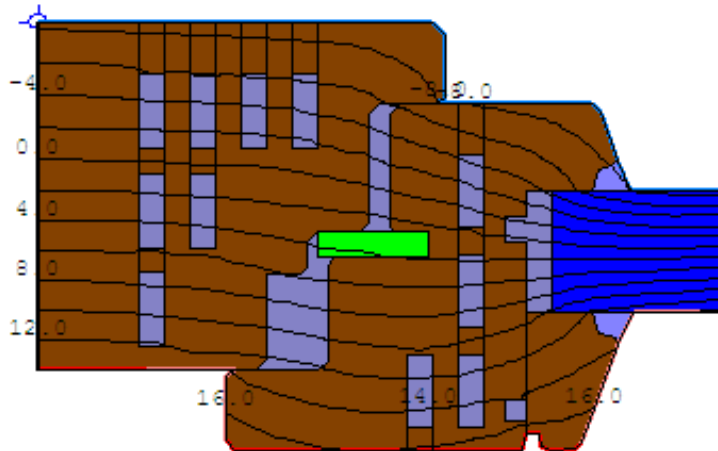


**PASSIVHAUSKREIS**

ROSENHEIM TRAUNSTEIN e.V.

Erste Passivhausfenstergespräche

## Beispiel 2: Neues vom Markt oder doch nur heiße Luft?



ohne Luft

$$U_f = 1,356 \text{ W/m}^2\text{K}$$

mit Luft senkrecht

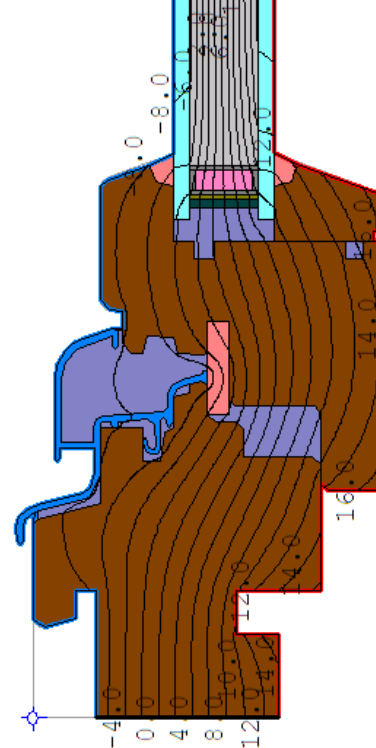
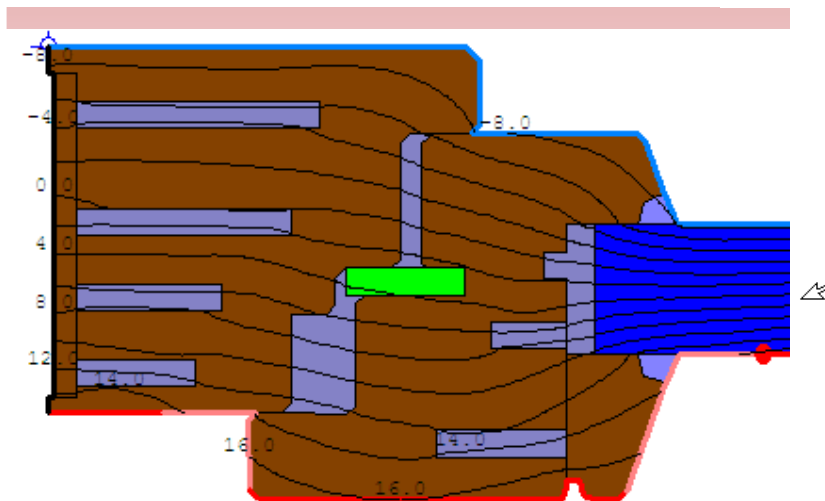
$$U_f = 1,302 \text{ W/m}^2\text{K}$$

mit Luft waagrecht

$$U_f = 1,222 \text{ W/m}^2\text{K}$$

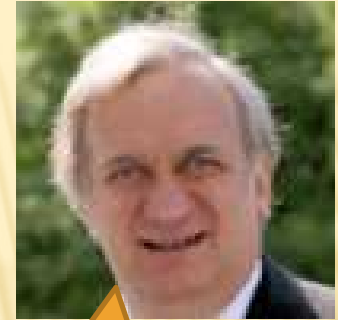
IV68 unten

$$U_f = 2,07 \text{ W/m}^2\text{K}$$





Die thermische Qualität der  
Fensterrahmen kann in  
Zukunft noch verbessert  
werden  
(Dr. J. Schnieders, 4. PHT)



Passivhausfenster  
müssen preis-  
werter werden!  
(Univ.-Prof. Dr. W.  
Feist, AkkP 37)



Das schaffen wir mit  
**KIS!**  
(DI Franz  
Freundorfer, 13. PHT)

wenig Rahmen, viel Glas  
bringt energetischen  
Zugewinn!  
(Günter Pazen, AkkP 37)



Passivhausfenster müssen auch für  
kleine Handwerksbetriebe einfach  
herstellbar sein!  
(Meister Josef Lorber)



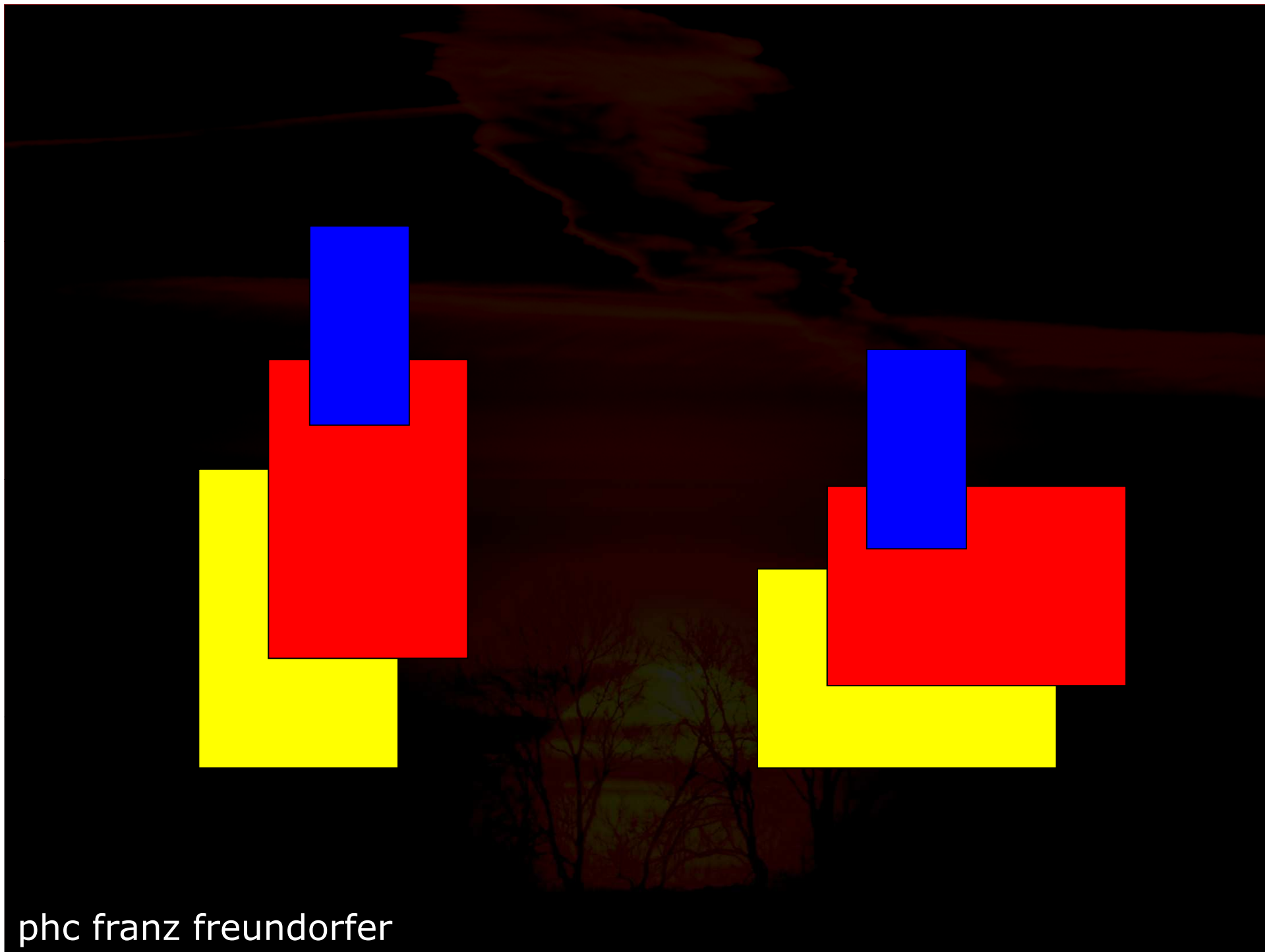
*Das Passivhausfenster der Zukunft*





# Das Passivhausfenster völlig neu entworfen

Eine **schmale** Botschaft



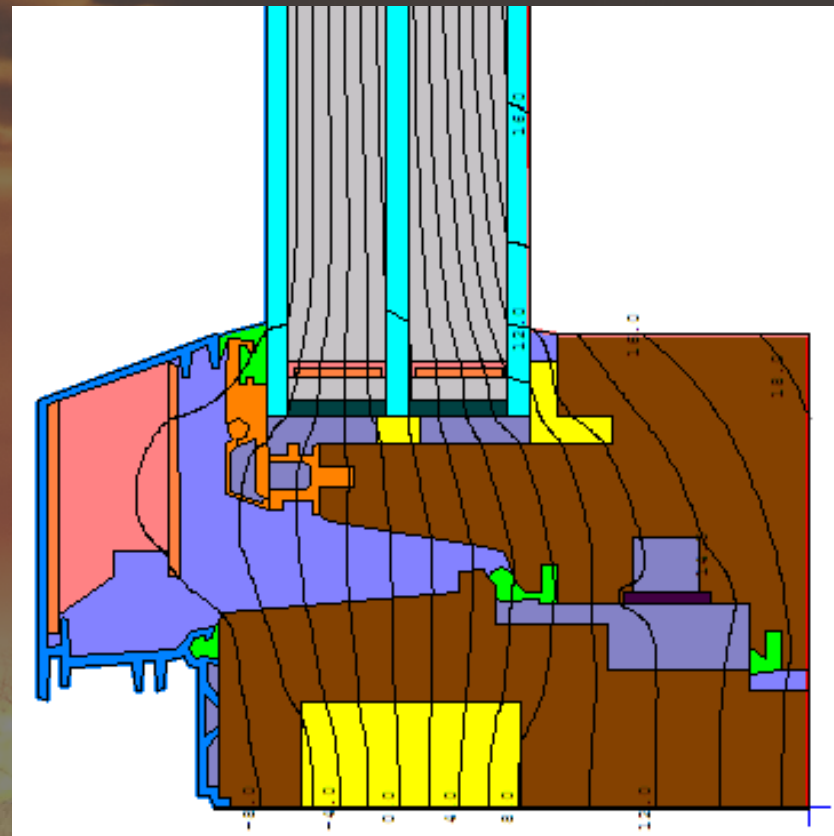
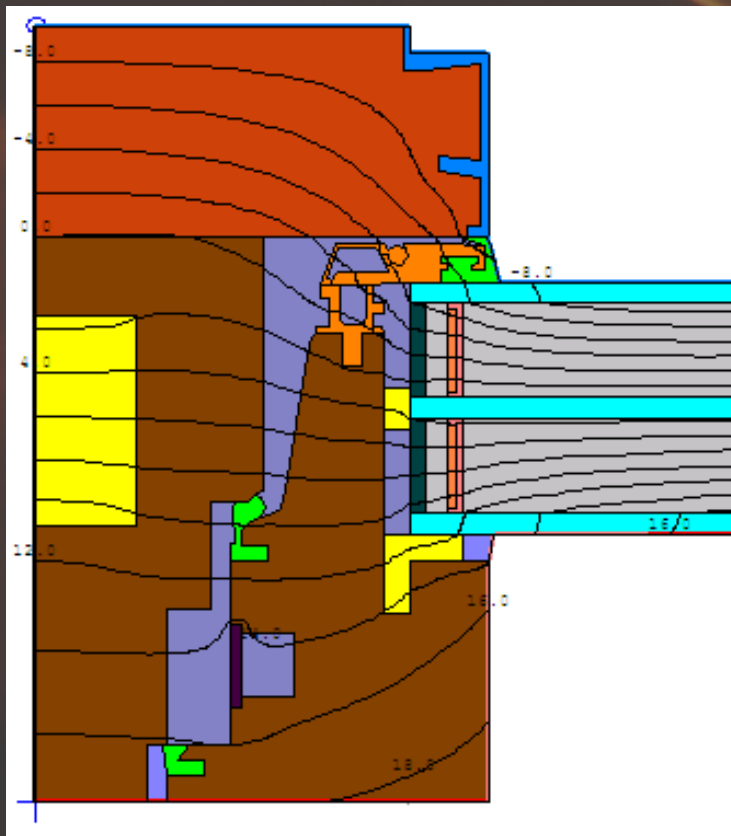
phc franz freundorfer

# Die Umsetzung nach 9 Jahren

1 Brett + 1 Platte + 1 Bohle =  
1 zukunftsfähiges Fenster

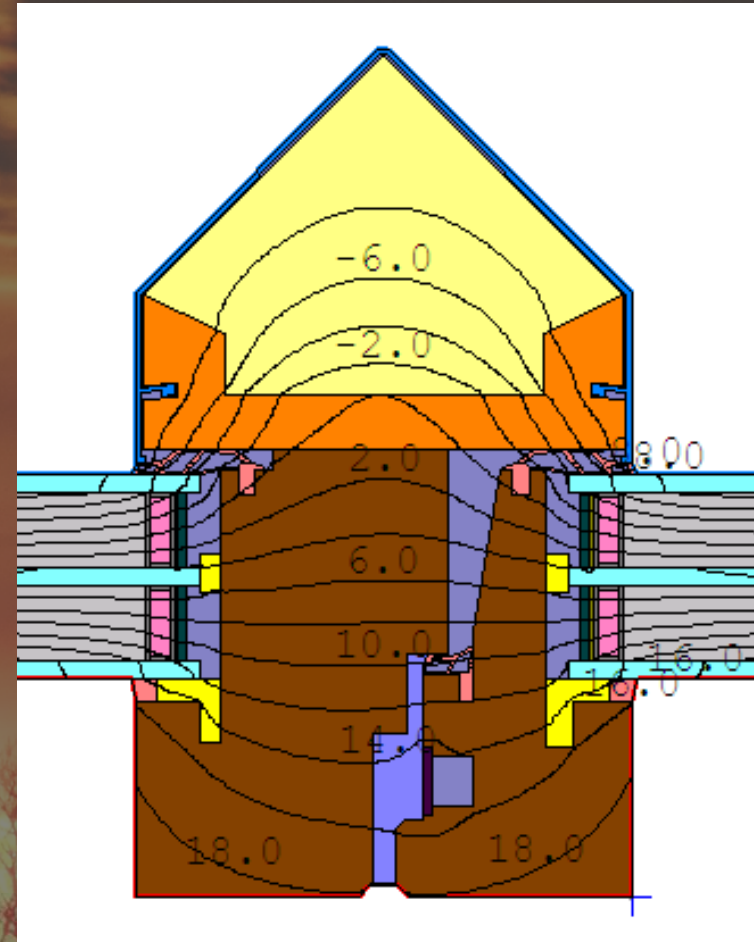
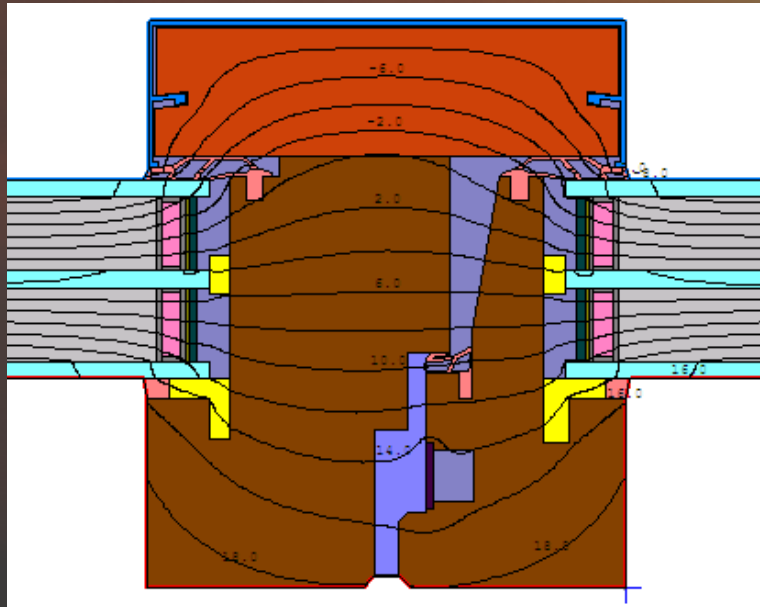


# U-Wert-Ermittlung mit Therm



Rahmenbreite 86mm,  $U_w = 0,649 \text{ W/m}^2\text{K}$  bei  $U_g = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $U_{f \text{ so}} = 0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $U_{f \text{ unten}} = 0,92 \text{ W/m}^2\text{K}$   
phc franz freundorfer

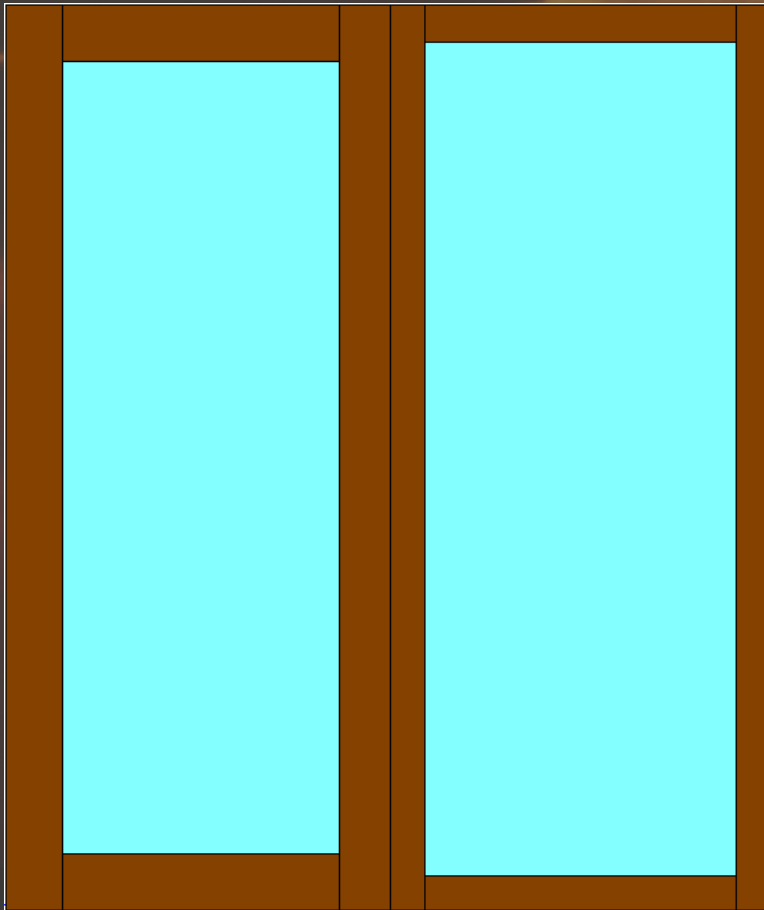
# Pfosten = Stulp



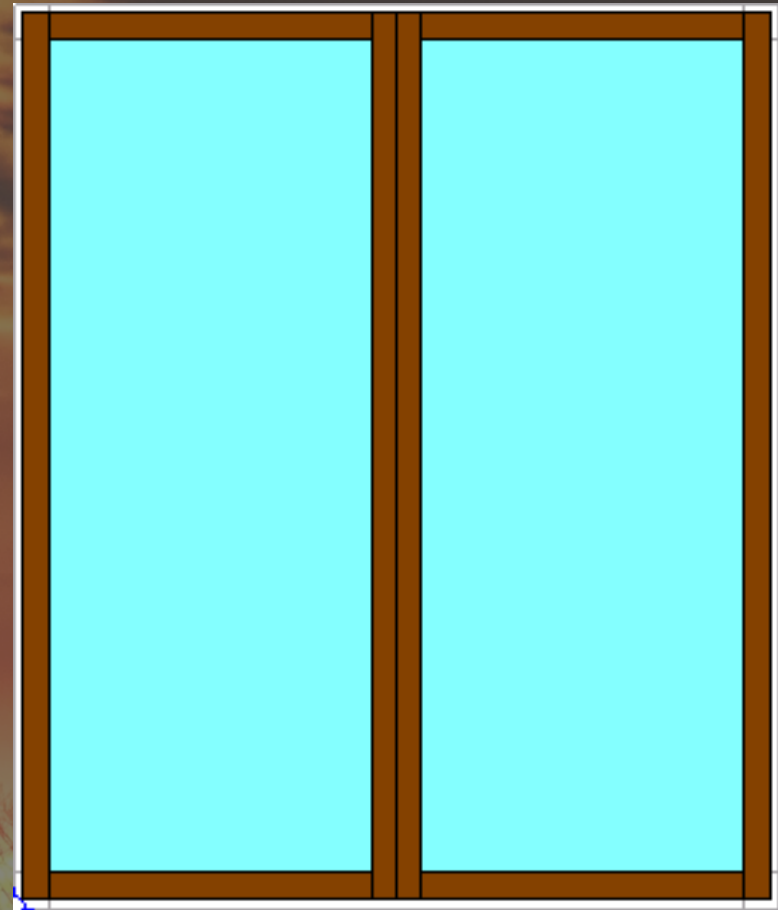
Ansichtsbreite 110mm,  $U_f = 0,82$  oder  $0,78 \text{ W/m}^2\text{K}$

phc franz freundorfer

# Ansichten von Innen



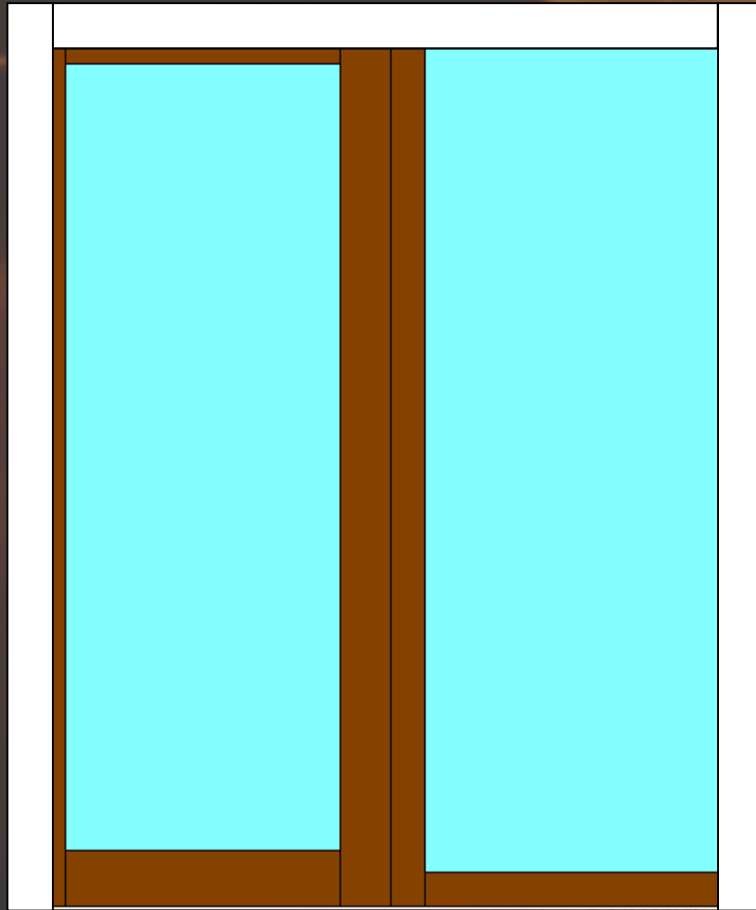
Rahmenbreite 135mm



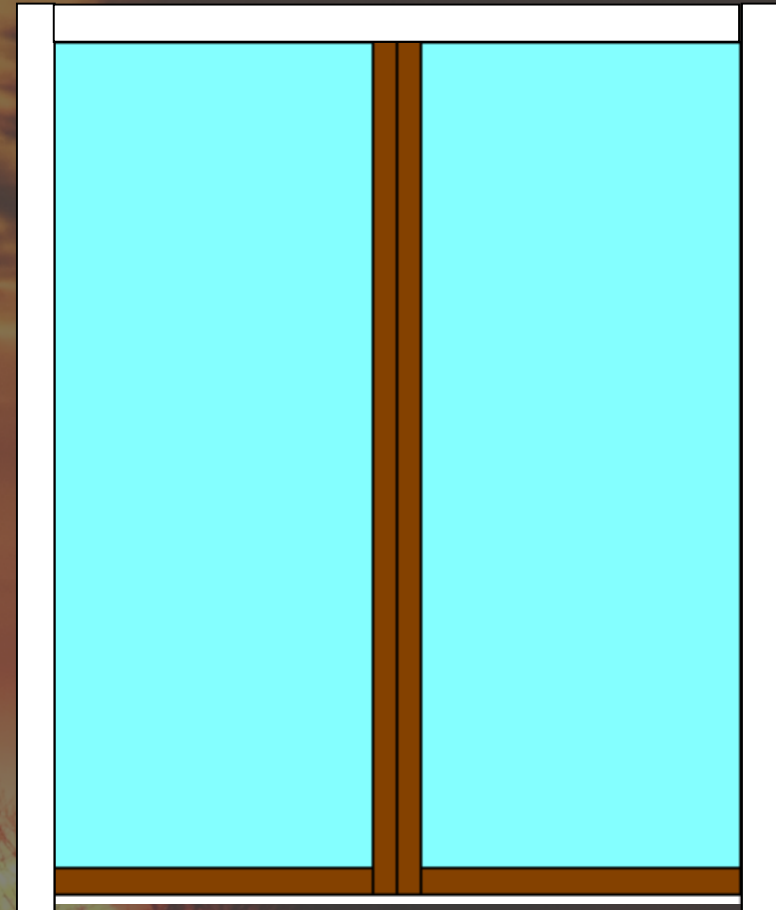
Rahmenbreite 86mm

phc franz freundorfer

# Ansichten von Außen



Rahmenbreite 135mm



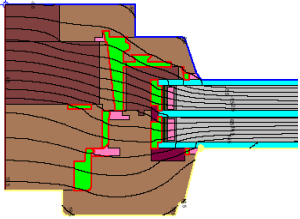
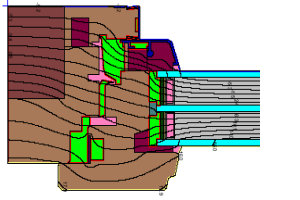
Rahmenbreite 86mm

phc franz freundorfer

# Das Potential der neuen Generation

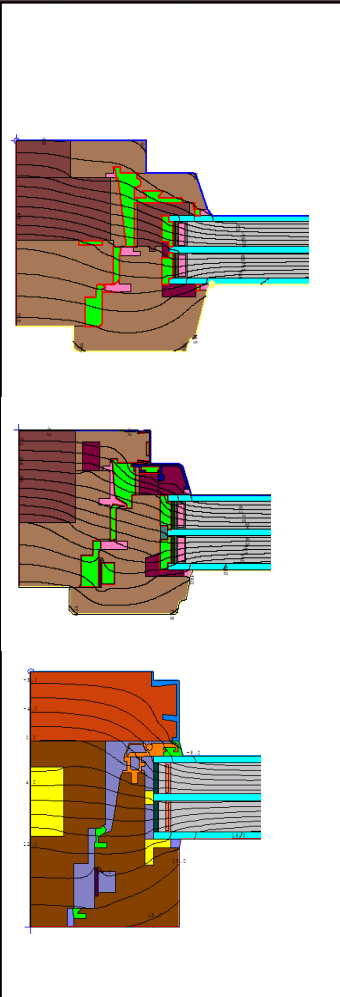
Heizwärmebedarf  
[kWh/m²a]



		HWB		HWB	
	$U_f=0,73$	14,2		14,6	
	$U_f=0,95$	14,4		14,8	
	$U_f=0,71$	9,8		10,4	

# Wie viel Sonne kommt durch?

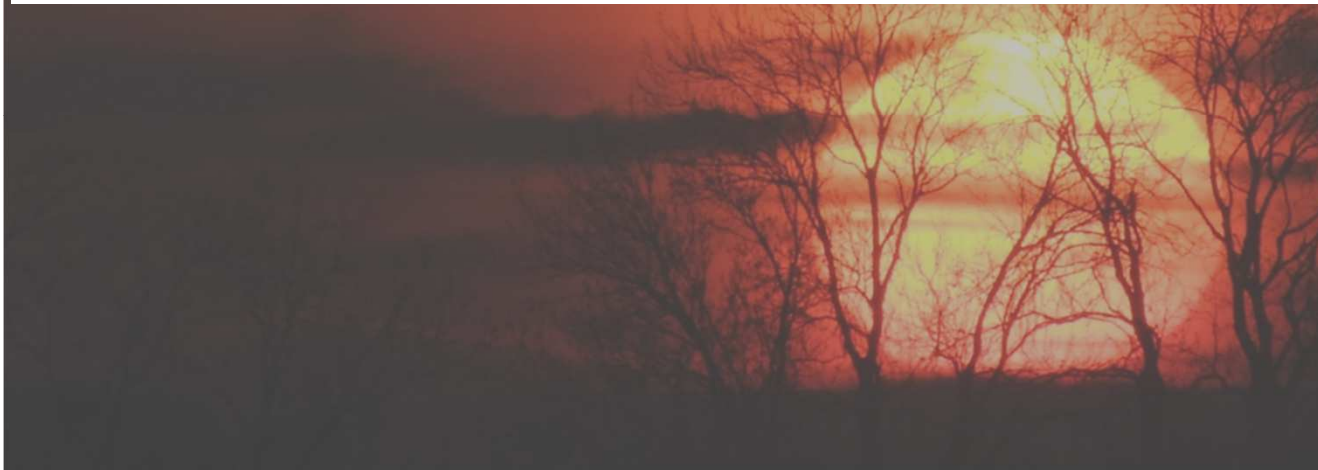
Heizwärmebedarf  
[kWh/m²a]



	HWB	$Q_{\text{solar}}$	$Q_{\text{T Fenster}}$	HWB	$Q_{\text{solar}}$	$Q_{\text{T Fenster}}$
$U_f=0,73$	14,2	3749	3170	14,6	3693	3289
$U_f=0,95$	14,4	4034	3452	14,8	3885	3547
$U_f=0,71$	9,8	4181	3045	10,4	3964	2966

# Aktuelles aus dem PHI

„Wir freuen uns über die rege Beteiligung am Award und gratulieren den Preisträgern“, sagt Prof. Dr. Wolfgang Feist, wissenschaftlicher Leiter des Passivhaus Instituts, das den Wettbewerb ausgelobt hat. Aus den insgesamt 41 Einreichungen gehe eindeutig hervor, dass Passivhaus-Fenster für Bauherren finanziell sehr attraktiv seien. „Bei den Gewinnern sind über den Lebenszyklus der Produkte Gesamtkosteneinsparungen von mehr als 25 Prozent möglich. Mit Passivhaus-Qualität wird die Energiewende somit nicht nur leistbar, sondern sogar profitabel.“



## 1. Preis



Holz-Aluminium



COMPONENT  
AWARD 2014

Das Fenster macht das Haus der Zukunft zum 1-Liter-Porsche!

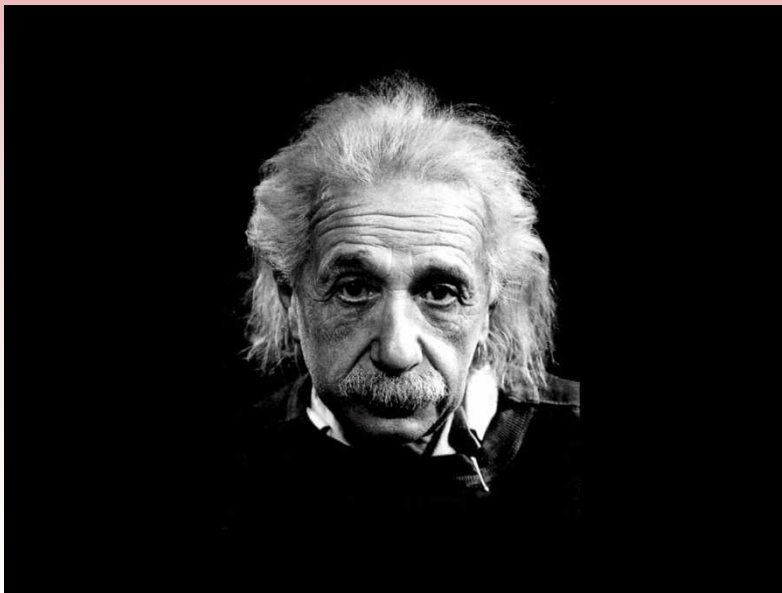
Das Fenster der Zukunft ist ein Solar-Porsche,  
der vom Handwerker hergestellt wird.

ENEV-Niedrigenergie-3Liter-Passivhaus als Zukunft?



Die Innovation im Fensterbau heißt „Fensterheizung“.

Die Probleme, die es in der Welt gibt, sind  
auch nicht mit den gleichen Fenstern zu  
lösen, die sie mit erzeugt haben!



Albert Einstein

Die Sonne schickt uns 15.000 mal  
mehr Energie, als zur Zeit alle sechs  
Milliarden Menschen verbrauchen.



Dr. Franz Alt

... und das ohne Rechnung  
einfach durch das Fenster.

# Ein Fensterleben ist 40 Jahre lang!

Ein rentables Fenster müsste nach der Hälfte der Lebensdauer noch „Stand der Technik“ sein.

=> Das Beste ist gerade gut genug!

Die Entwicklung der Fensterrahmen ist erst abgeschlossen, wenn die Rahmenbreite 0 mm beträgt.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit