Der Wintergarten am Passivhaus

Grundlagen
Anforderungen
Zusammenspiel

Dr.-Ing. Benjamin Krick, Passivhaus Institut

Grundsätzliches: Was ist ein Passivhaus?

Ein Gebäude, dessen **Jahresheizwärmebedarf kleiner** ist als **15 kWh/(m²a)** und dessen **Jahresprimärenergiebedarf kleiner** als **120 kWh/(m²a)** ist.

Was bedeutet Effizienz??

Beispiel: Kunstlicht

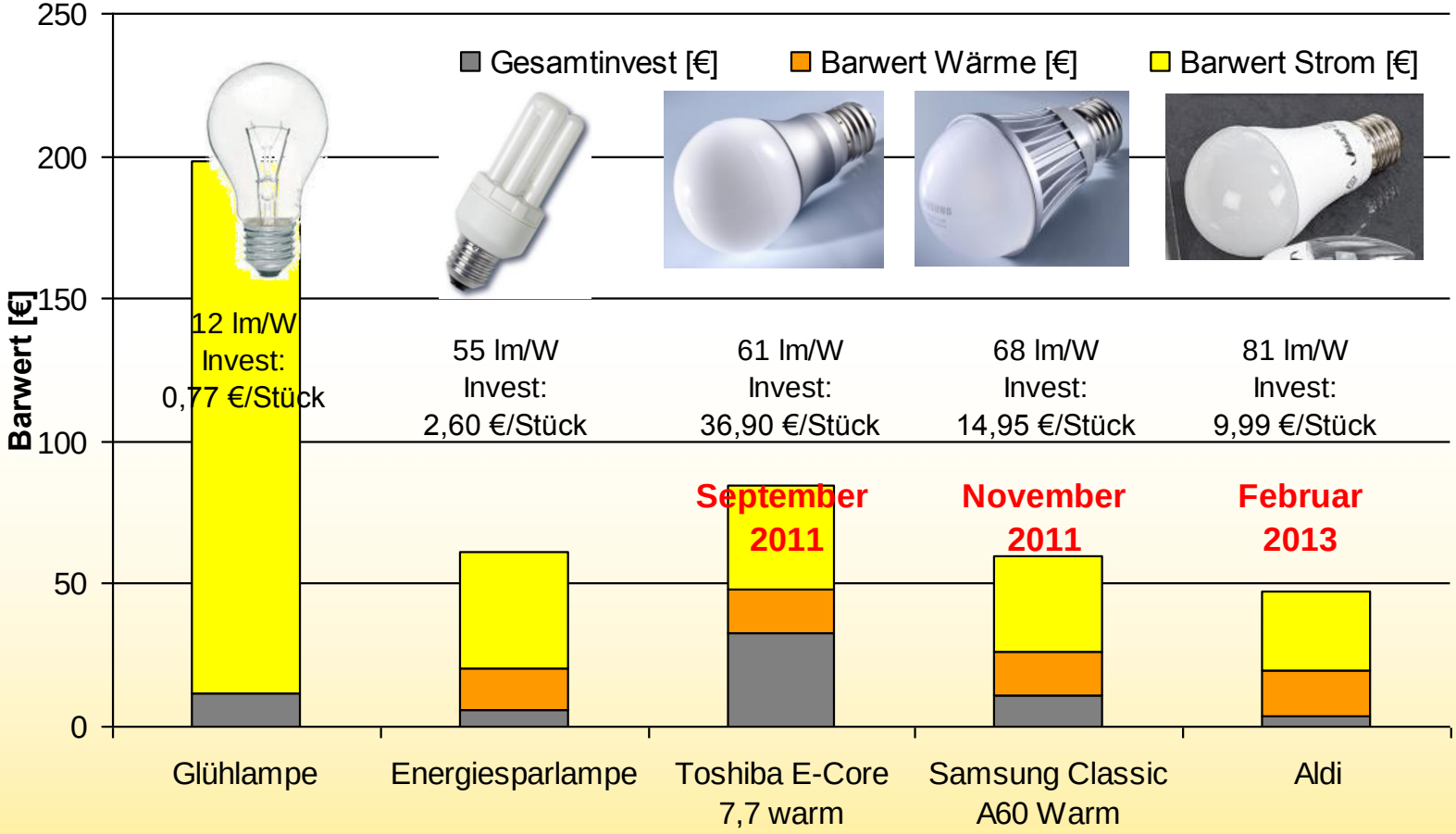
Lichtquelle	Effizienz	Für ein Schreibtischlicht (500 lx, 1,4 m² = 700 lm)
Kerze	0,1 lm/W	7000 W
Starklicht Laterne	5 lm/W	140 W
Glühbirne	12 lm/W	60 W
Energiesparlampe	60 lm/W	12 W
LED-Lampe Glühbirnenform	70 lm/W	10 W
LED-Lichtleiste (best case)	120 lm/W	6 W

Zu ineffizient!

Eine (Energie-) Dienstleistung mit möglichst geringem Aufwand erreichen

Was bedeutet Effizienz??

Beispiel: Kunstlicht

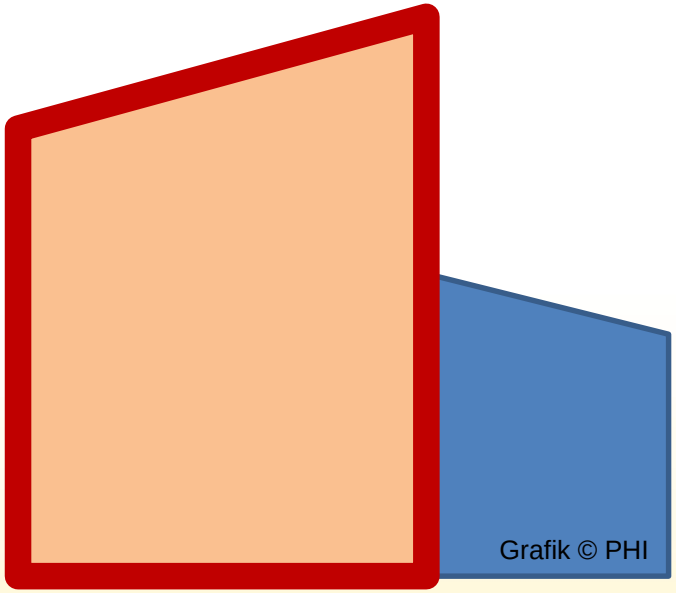


Grafik: PHI

Betrachtungszeitraum: 10 Jahre, 0,25 €kWh, 3,5%

Eine (Energie-) Dienstleistung mit möglichst geringem Aufwand erreichen

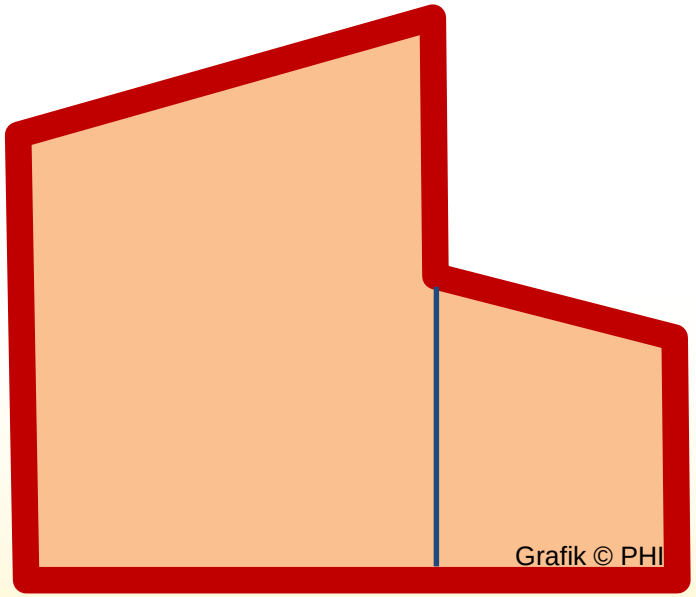
Ein Passivhaus Wintergarten?



Haus **Wintergarten**

WG außerhalb der thermischen Hülle:
Unbeheizt, kein Teil des Passivhauses

Darum geht es zunächst.
Später mehr zu beiden!

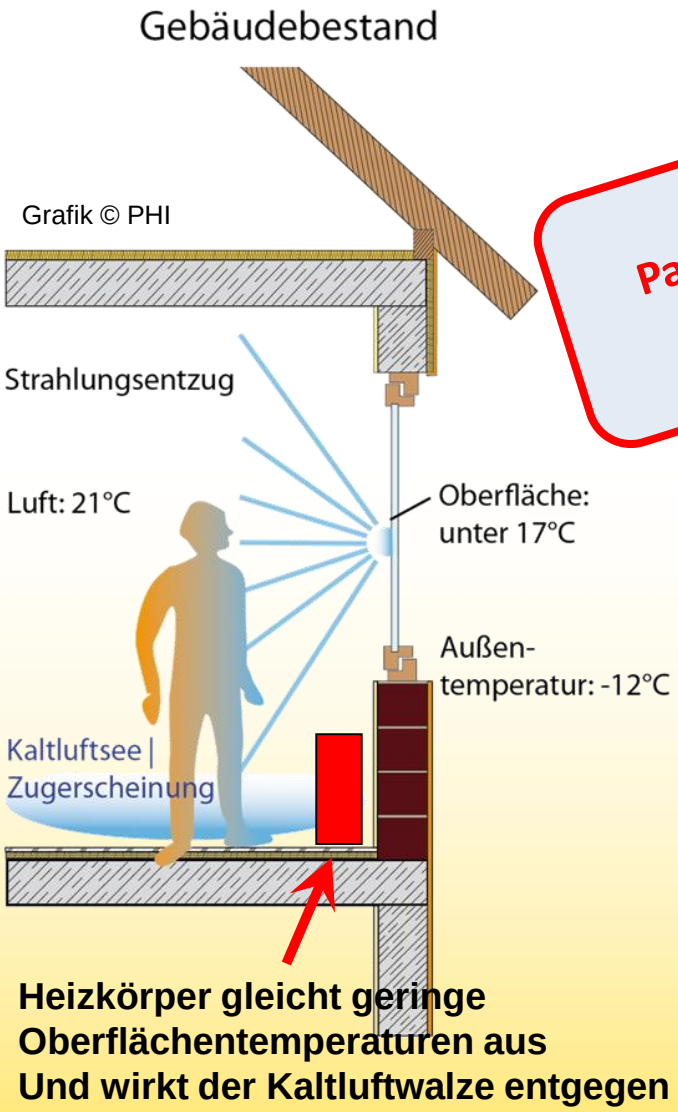


Haus **Wintergarten**

WG in der thermischen Hülle:
Beheizt, Teil des Passivhauses

Ein Passivhaus ist ein behagliches Haus!

Passive House Institute

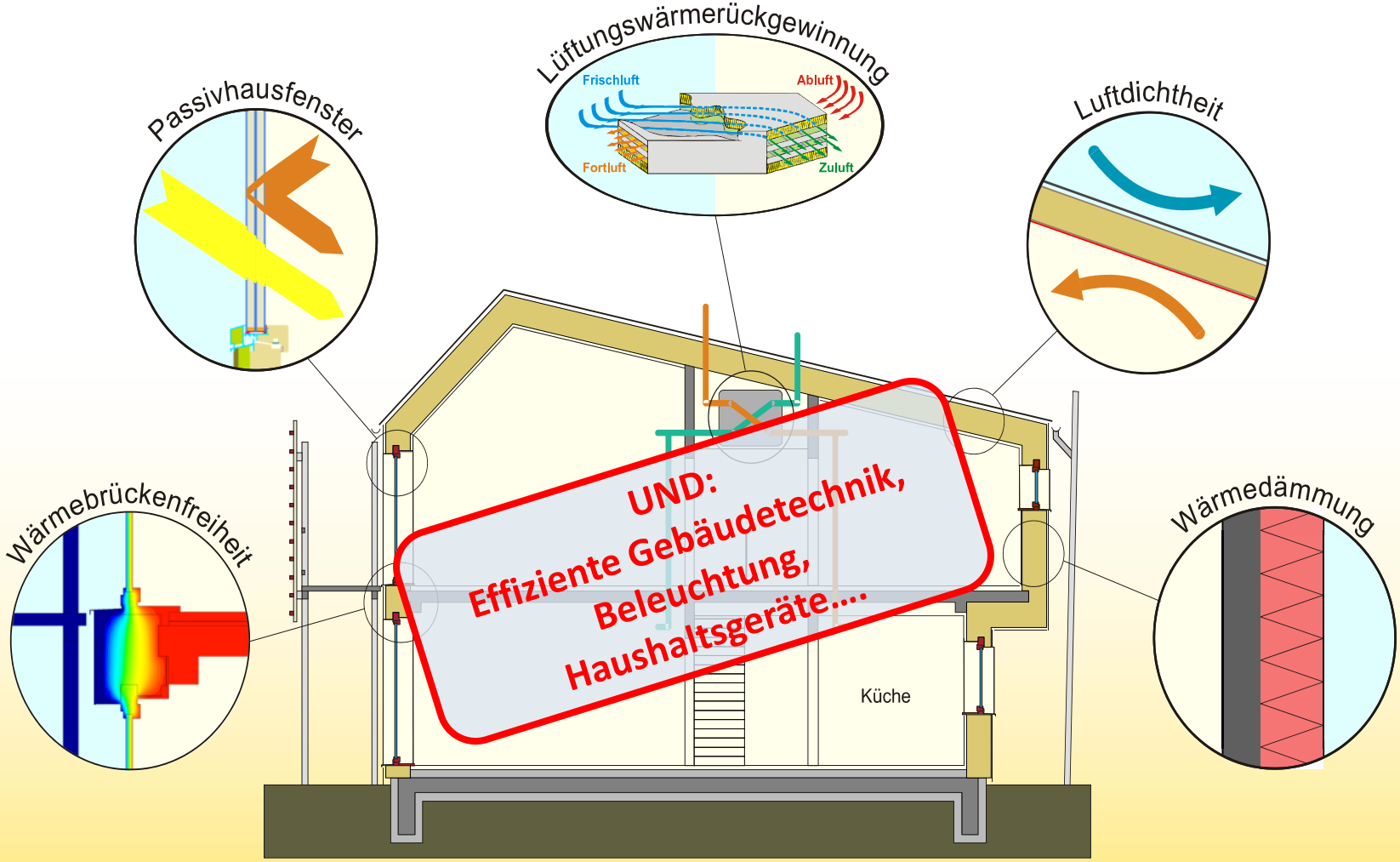


Passivhaus Wintergarten:
3-fach verglast!

Heizkörper gleicht geringe Oberflächentemperaturen aus
Und wirkt der Kaltluftwalze entgegen

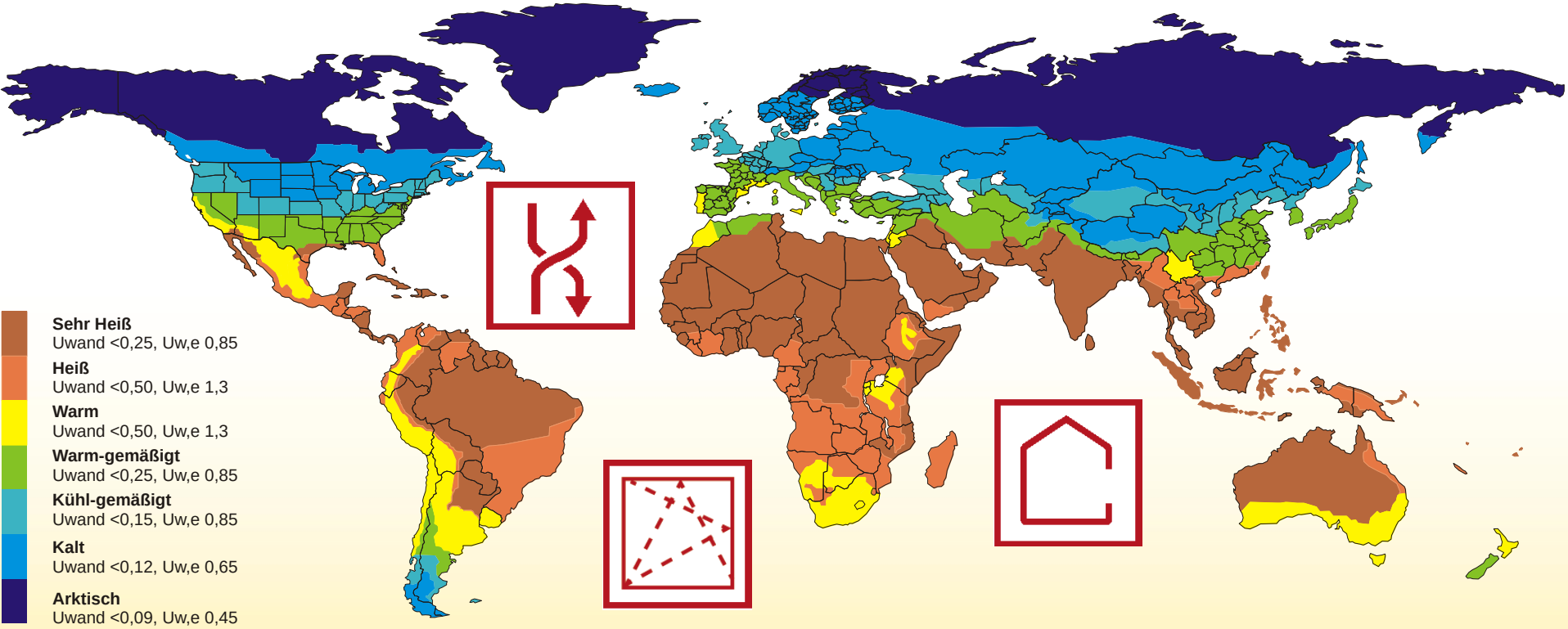
Probleme im Altbau ***Lösung im Passivhaus***

Wie funktioniert ein Passivhaus?



5 Grundprinzipien

Anforderungen weltweit



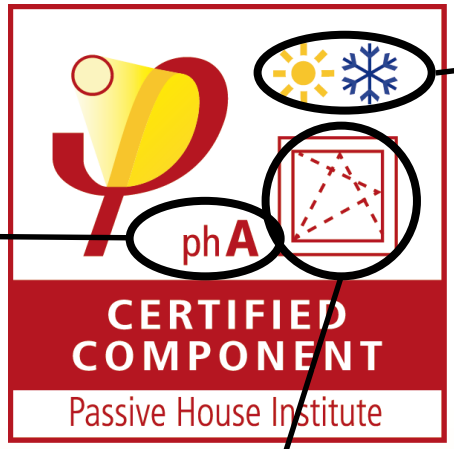
Weltweite Komponentenanforderungen

Das Passivhaus Institut definiert Qualität

Passive House Institute

Efficiency class

- phC certifiable component
- phB basic component
- phA advanced component
- phA+ very adv. component



Category

- Opaque envelope
- Transparent envelope
- Building services

Climate region

- Arctic
- Cold
- Cool, temperate
- Warm, temperate
- Warm
- Hot
- Very hot

Das Passivhaus Institut definiert Qualität

Passive House Institute

Opake Gebäudehülle
(Bau- und Dämmsysteme, Anschlüsse)

ZERTIFIZIERTE KOMPONENTE
Passivhaus Institut

Transparente Bauteile
(Türen, Verglasungen, Fenster u.a.)

ZERTIFIZIERTE KOMPONENTE
Passivhaus Institut

- Wand- und Bausysteme
- EnerPHit-Wärmedämmsysteme (für Altbau)
- Bodenplattendämmsysteme
- Abgasanlagen
- Attikaanschlüsse
- Balkonanschlüsse
- Fassadenanker

- Fensterrahmen
- Rahmen für Festver
- Schiebetüren
- Pfosten-Riegel-Fass
- Geneigte Pfosten-Riegel
- Dachflächenfen
- Oberlich
- Verglasungen
- Haustüren
- Rollladen/Raffstore
- Abstandhalter

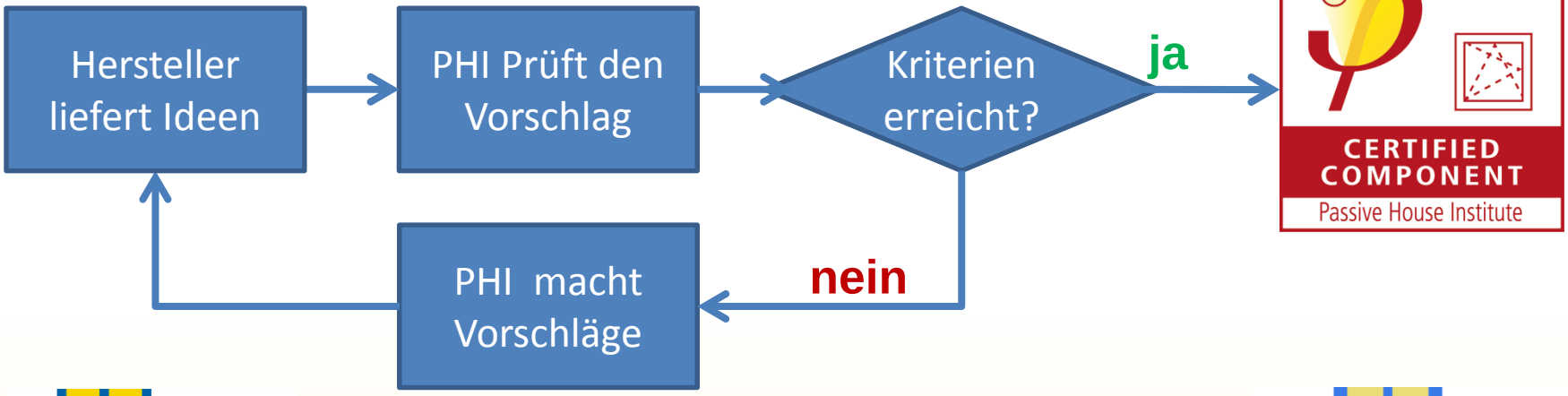
Anforderungen:
$U_{CW} \leq 0{,}80$ W/(m²K)
$U_{CW,eingebaut} \leq 0{,}85$ W/(m²K)
bei $U_g = 0{,}70$ W/(m²K)

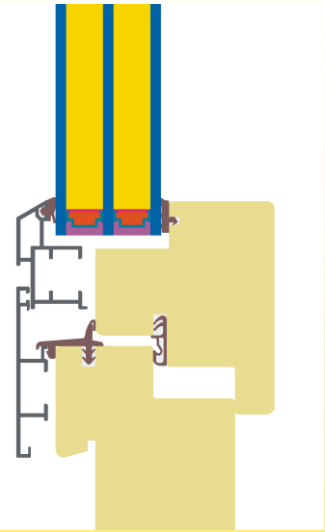
Anforderungen:
$U_{CWi} \leq 1{,}00$ W/(m²K)
$U_{CWi,eingebaut} \leq 1{,}00$ W/(m²K)
bei realem U_g

Wintergärten??
Zertifizierung möglich als
„Pfosten-Riegel-Fassade“ und
„Geneigte Pfosten-Riegel-Fassade“!

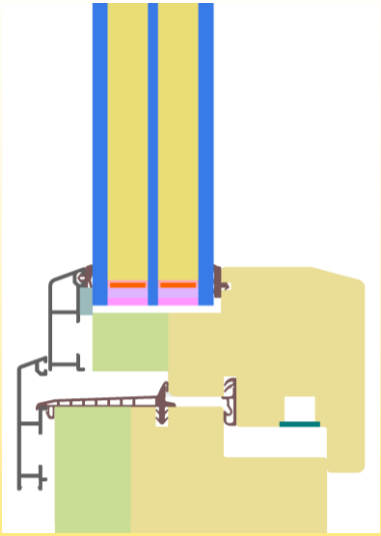
Das Passivhaus Institut definiert Qualität

Passive House Institute





- Kann eine in einer Woche erledigt sein.
- Aber es können viele Anläufe nötig sein, darum kann es schon mal ein Jahr dauern.
- Aber meistens steht am Ende der gemeinsame Erfolg!



Zertifizierung = Hilfe beim Entwickeln!

Wärmedämmung: *Rund herum dick eingepackt*

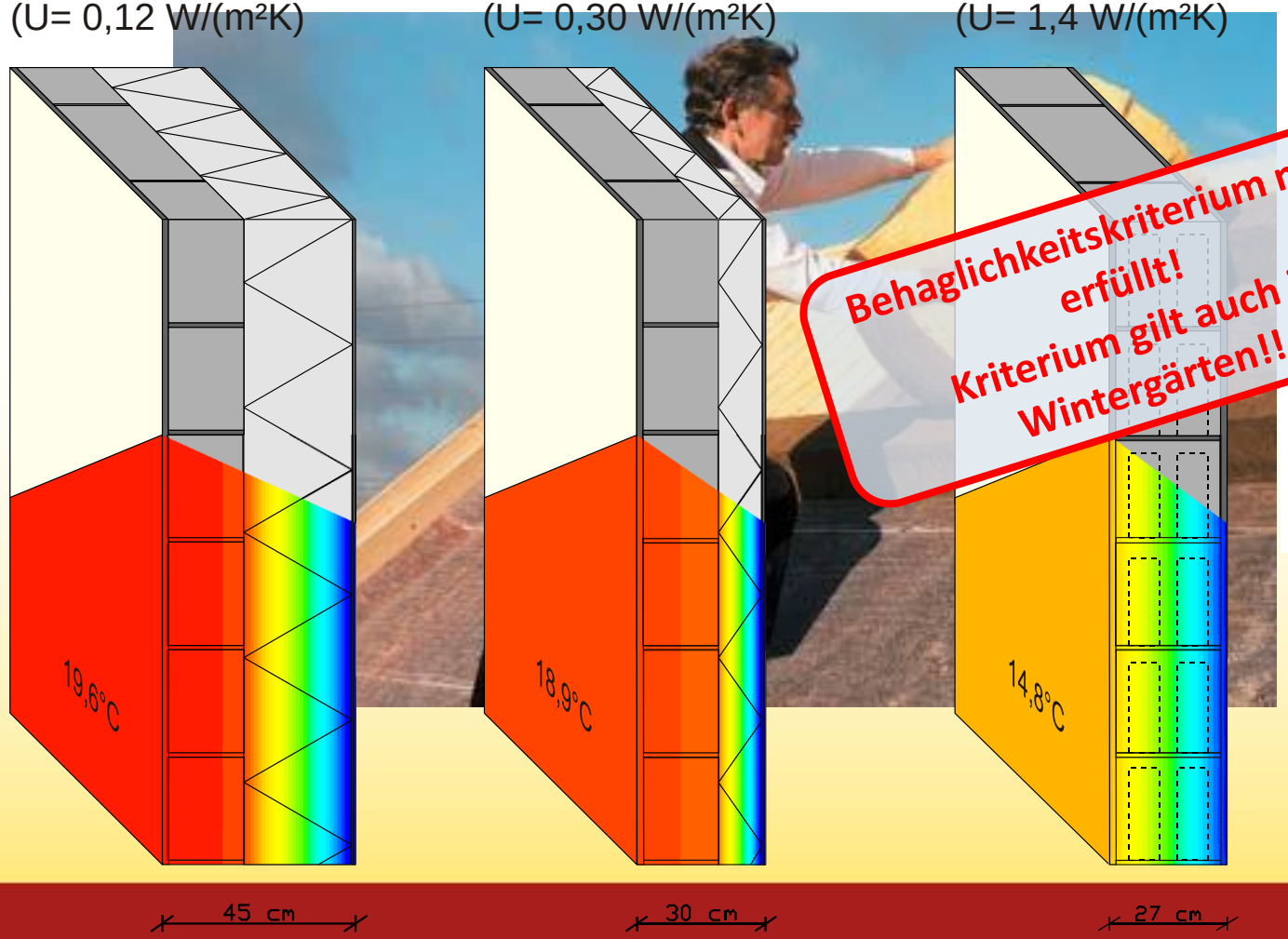
Passive House Institute

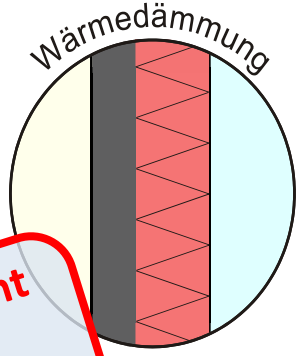
Dämmstandards

Passivhaus geeignete Konstruktion (U= 0,12 W/(m²K)

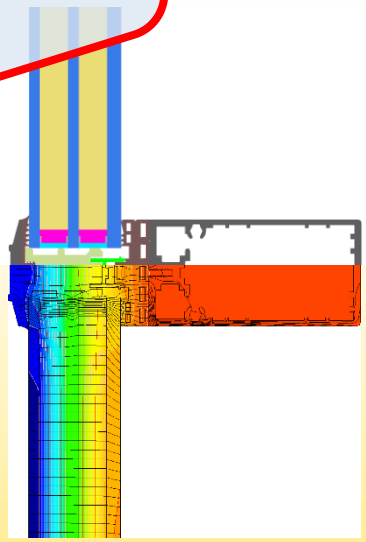
Wand nach Einergie-Einspar-Verordnung (U= 0,30 W/(m²K)

Altbauwand 1950 - 1970 (U= 1,4 W/(m²K)





Behaglichkeitskriterium nicht erfüllt!
Kriterium gilt auch in Wintergärten!!

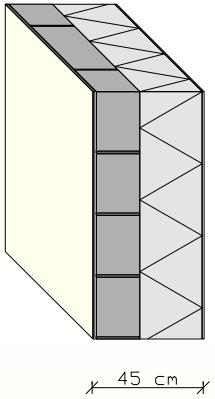


Wärmedämmung: *Rund herum dick eingepackt*

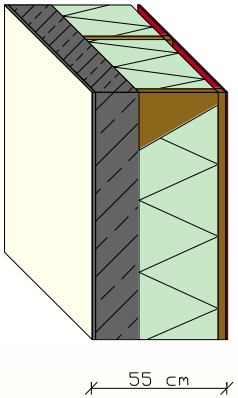
Passive House Institute

Massivbau-Passivhaus-wände

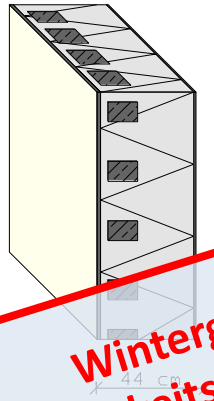
Mauerwerk mit Wärme-dammverbundsystem

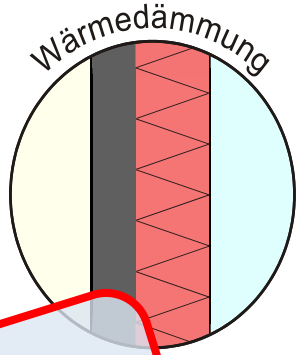


Stahlbeton mit Vorhangfassade



Betonschalungs-stein

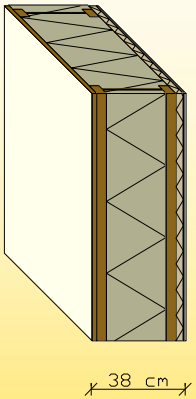




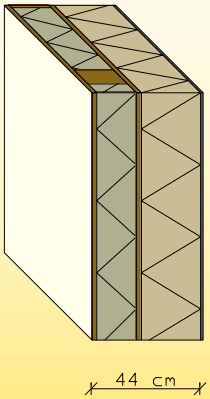
Wintergarten: Behaglichkeitskriterium muss eingehalten werdn!

Leichtbau-Passivhaus-wände

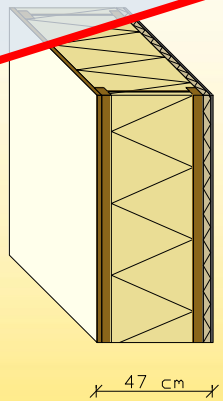
Stegträger mit Zellulosedämmung

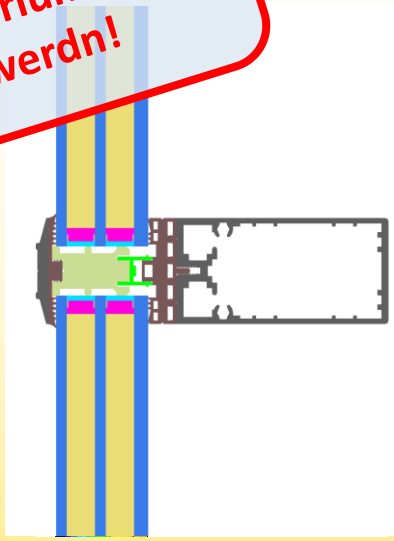


Gedämmte Pfosten-Riegelkonstruktion



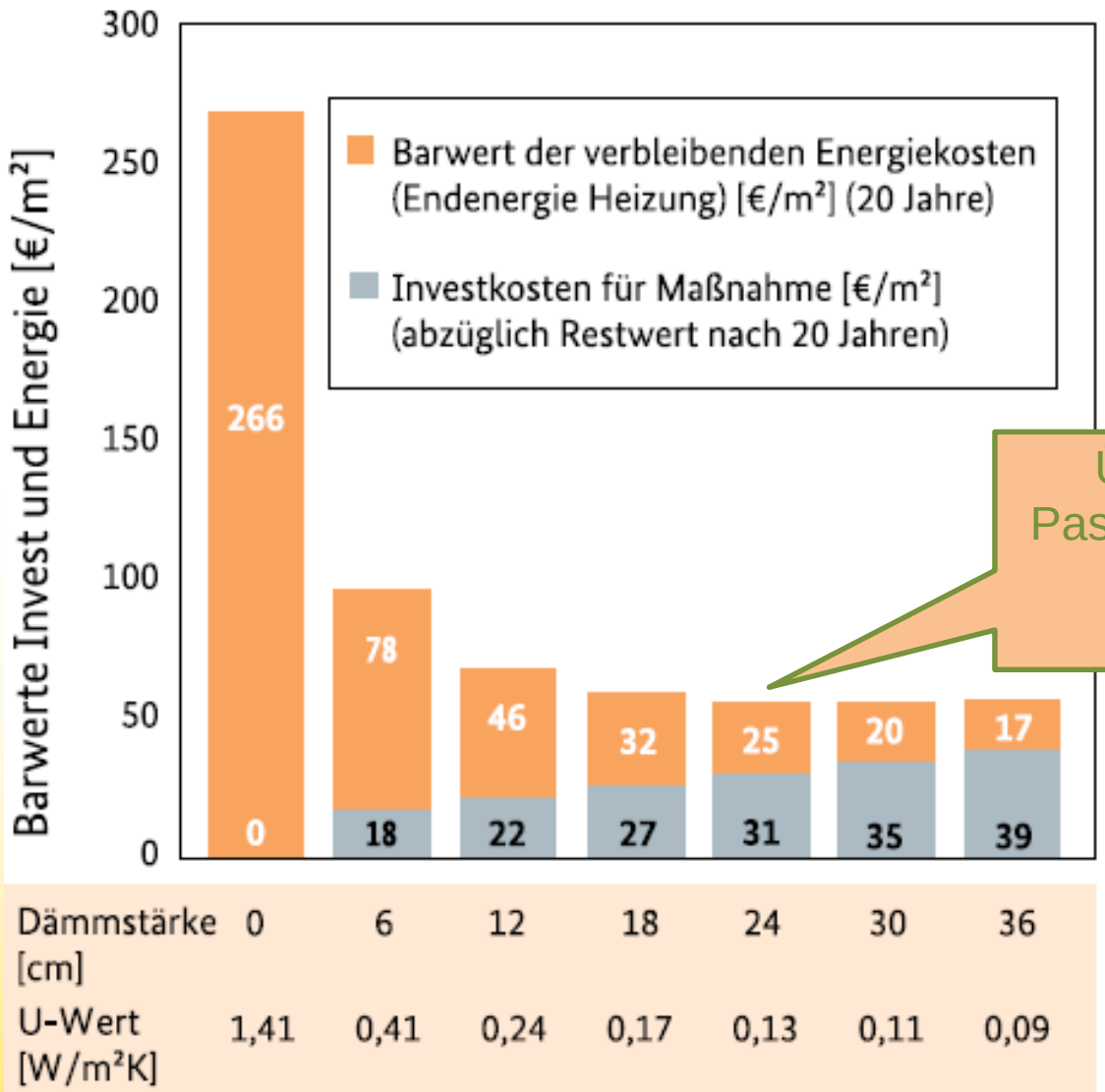
Stegträger mit Stroh-balldämmung

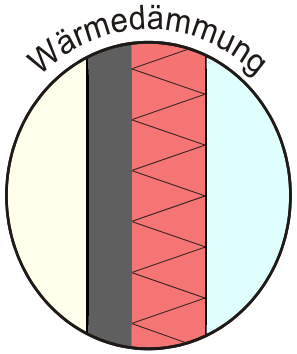




Wärmedämmung: *Ist wirtschaftlich*

Passive House Institute

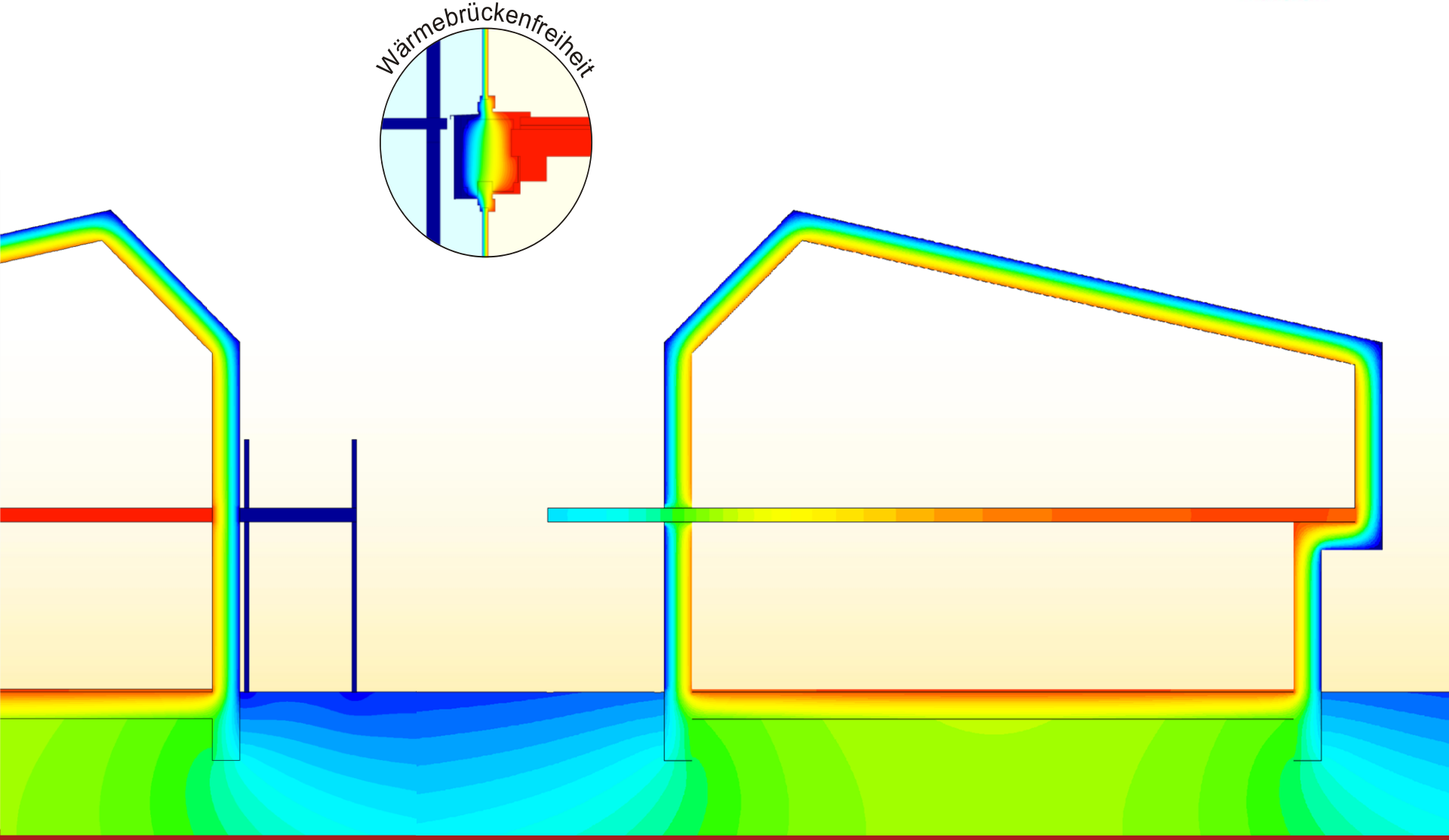




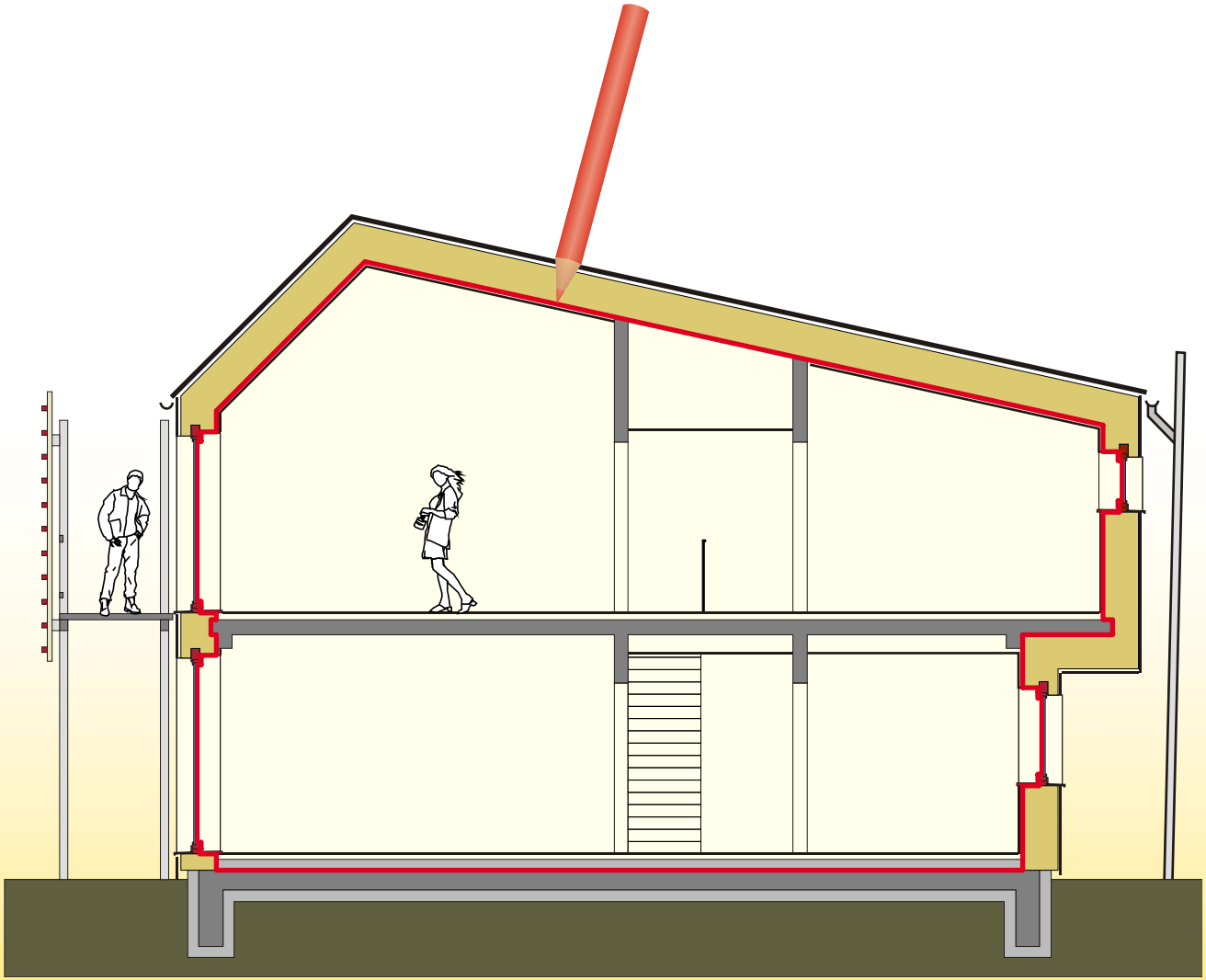
Übrigens: Der Bau eines Passivhauses kostet nur ca. 3-8% mehr, als der eines „normalen“ Hauses!

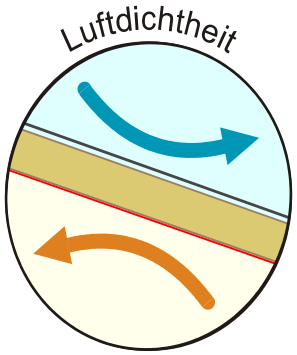
Kredit: 20 Jahre, Realzins:
Endenergie (Wärme): 0,1 €
Wärmeleitfähigkeit [W/(m
Klimafaktor (Heizgradstun
gie (elektrisch): 0,25 €/kWh

Wärmebrücken: Schwachstellen vermeiden

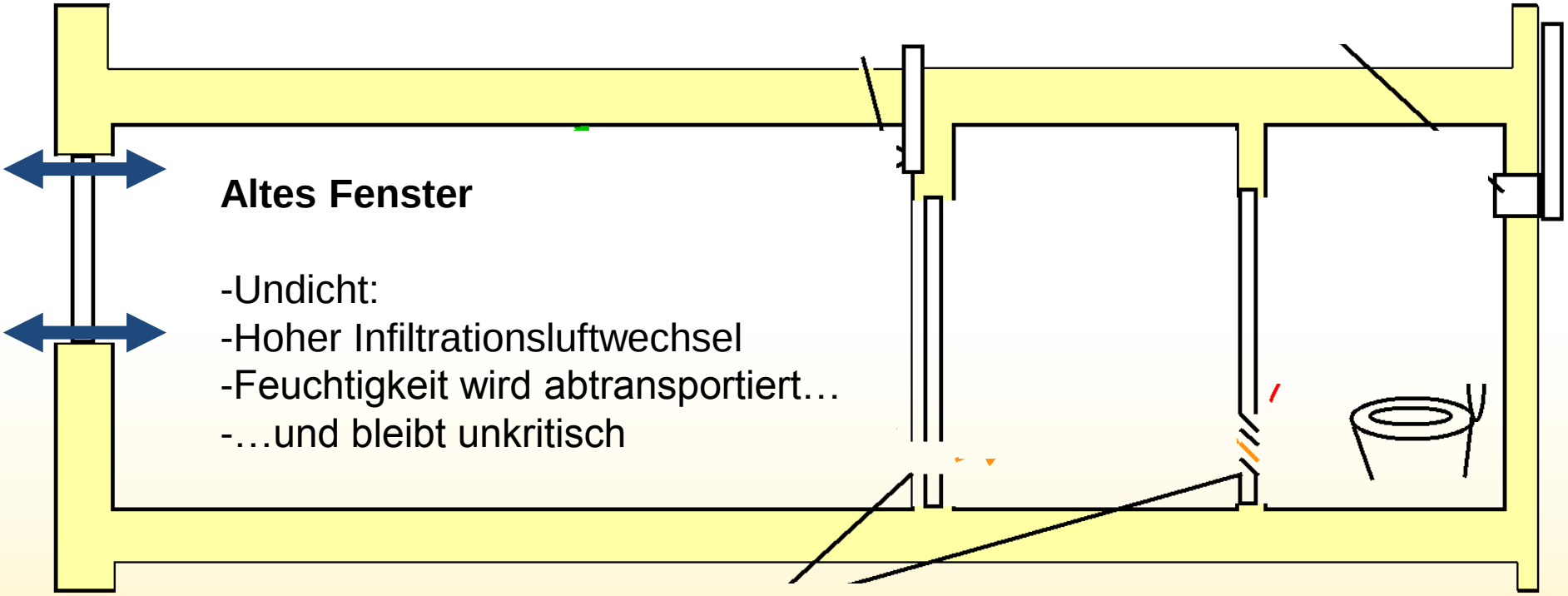


Luftdichtheit: Dicht ist Pflicht!



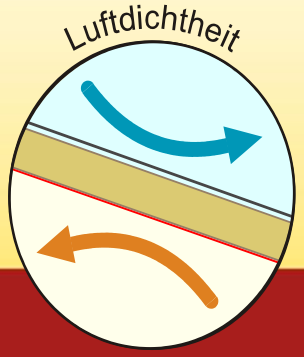


Dichtheit und Frischluft: Eine Systemfrage



Altes Fenster

-Undicht:
-Hoher Infiltrationsluftwechsel
-Feuchtigkeit wird abtransportiert…
-…und bleibt unkritisch



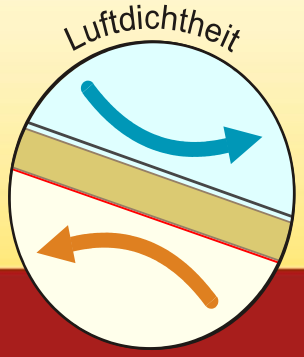
Dichtheit und Frischluft: Eine Systemfrage

Neues Fenster

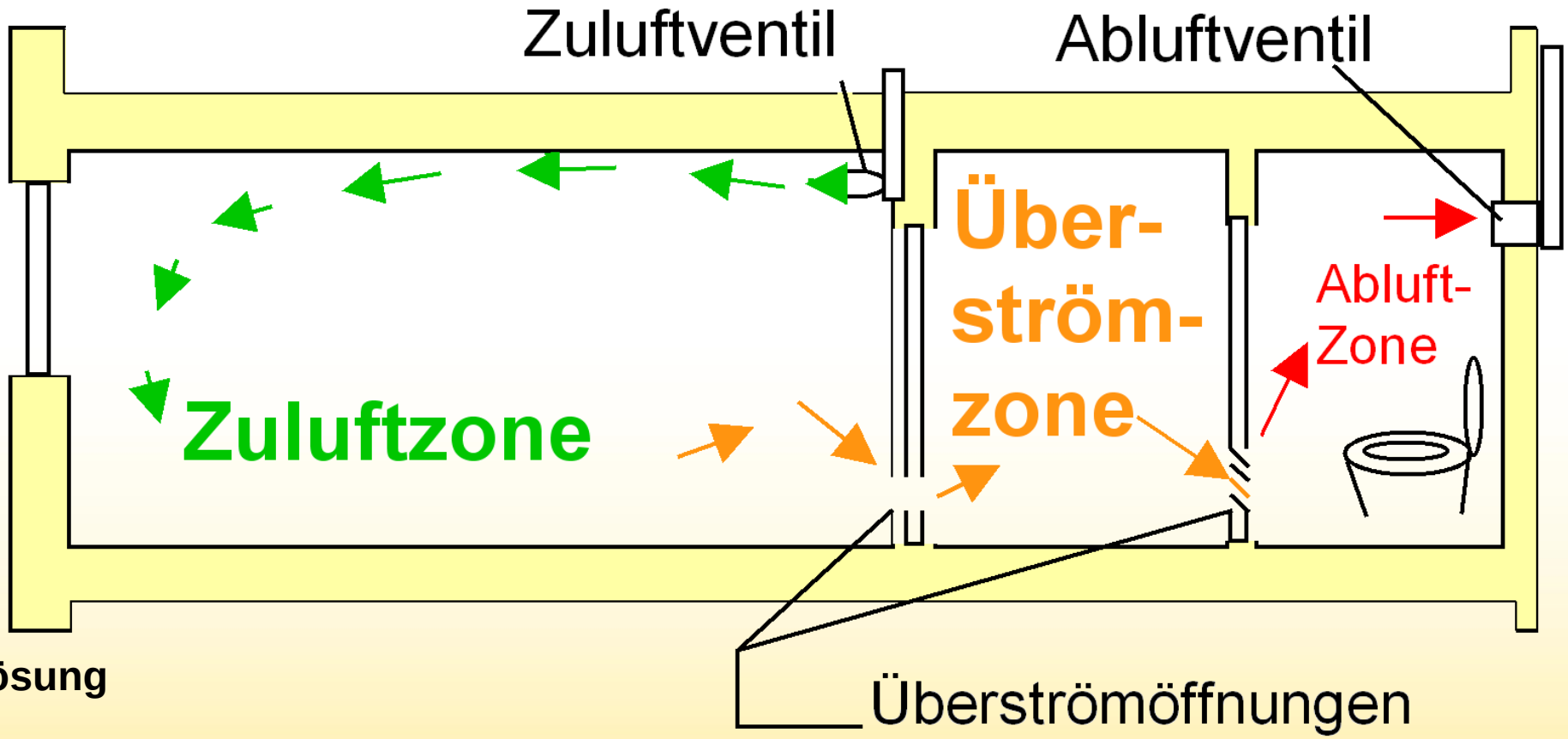
-Dicht:
-Feuchteakkumulation: Hygieneprobleme
-Besserer U-Wert als die Wand:
-Hygieneprobleme an der Wand

Im Wintergarten: Kalte Stellen am Glas und im Pfostenbereich: Dort Kondensat und evtl. Schimmelbildung:

Vorbeugen durch hochdämmende Systeme!



Dichtheit und Frischluft: Eine Systemfrage

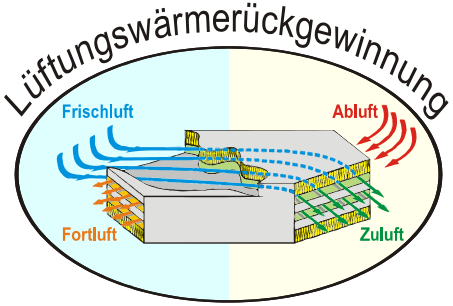


Lösung

-Lüftungsanlage (mit Wärmerückgewinnung): Transportiert Feuchtigkeit zuverlässig ab
-PHI: Zentrale Anlage besser: Höhere Wirkungsgrade, niedrigerer Luftwechsel

Komfortlüftung: Fensteröffnen?

Möglich. Aber nicht nötig!

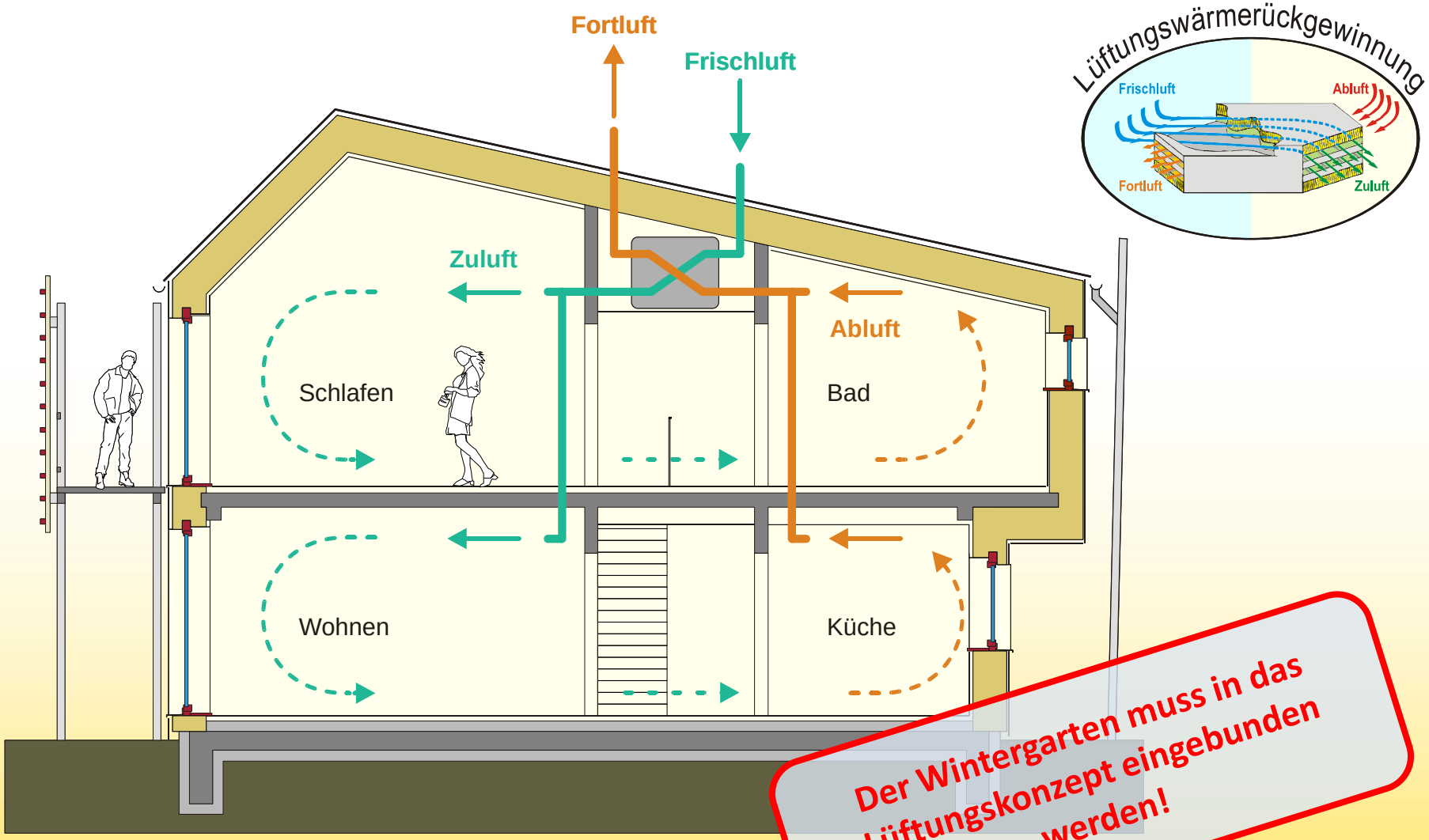


Immer frische Luft
Staub- und Pollenreduktion
Wärmerückgewinnung

Bild: www.henke-haustechnik.de

Komfortlüftung: So geht's!

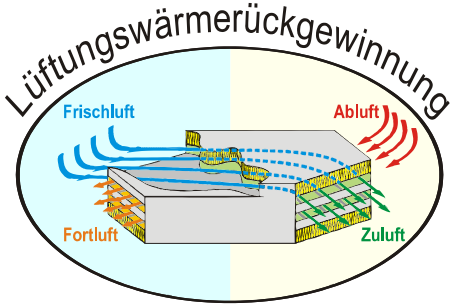
Passive House Institute

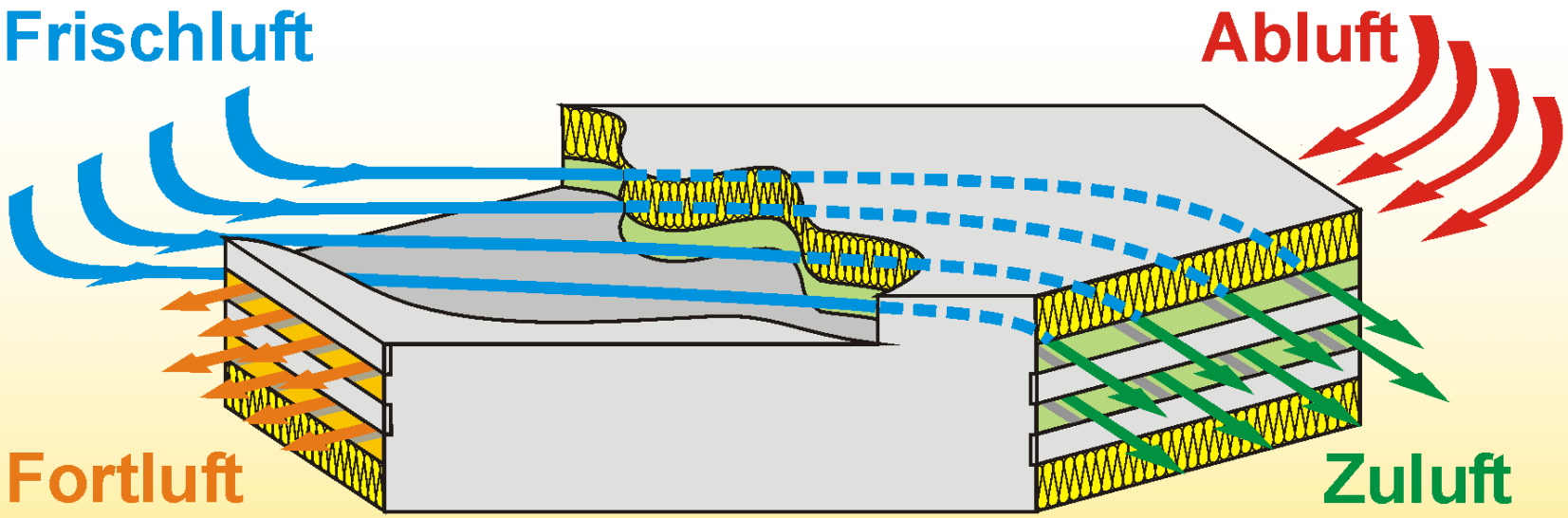


Der Wintergarten muss in das Lüftungskonzept eingebunden werden!

Komfortlüftung: So geht's!

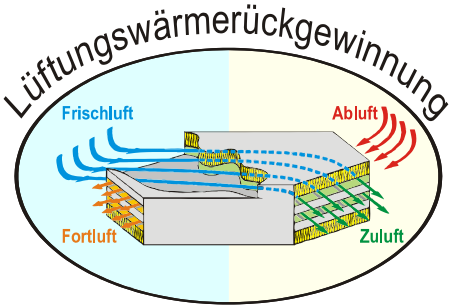
Passive House Institute





Komfortlüftung: Die Energiesparerin

Passive House Institute



Lüftungswärmeverluste mit und ohne Wärmerückgewinnung aus der Abluft im Passivhaus Bensheim

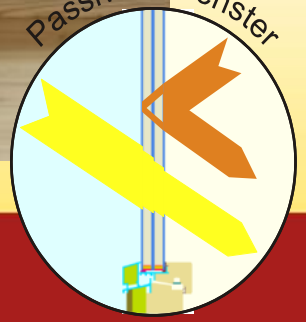
0,6 l Öl/(m²a) mit Rückgewinnung

80% Einsparung

3,1 l Öl/(m²a) ohne Rückgewinnung

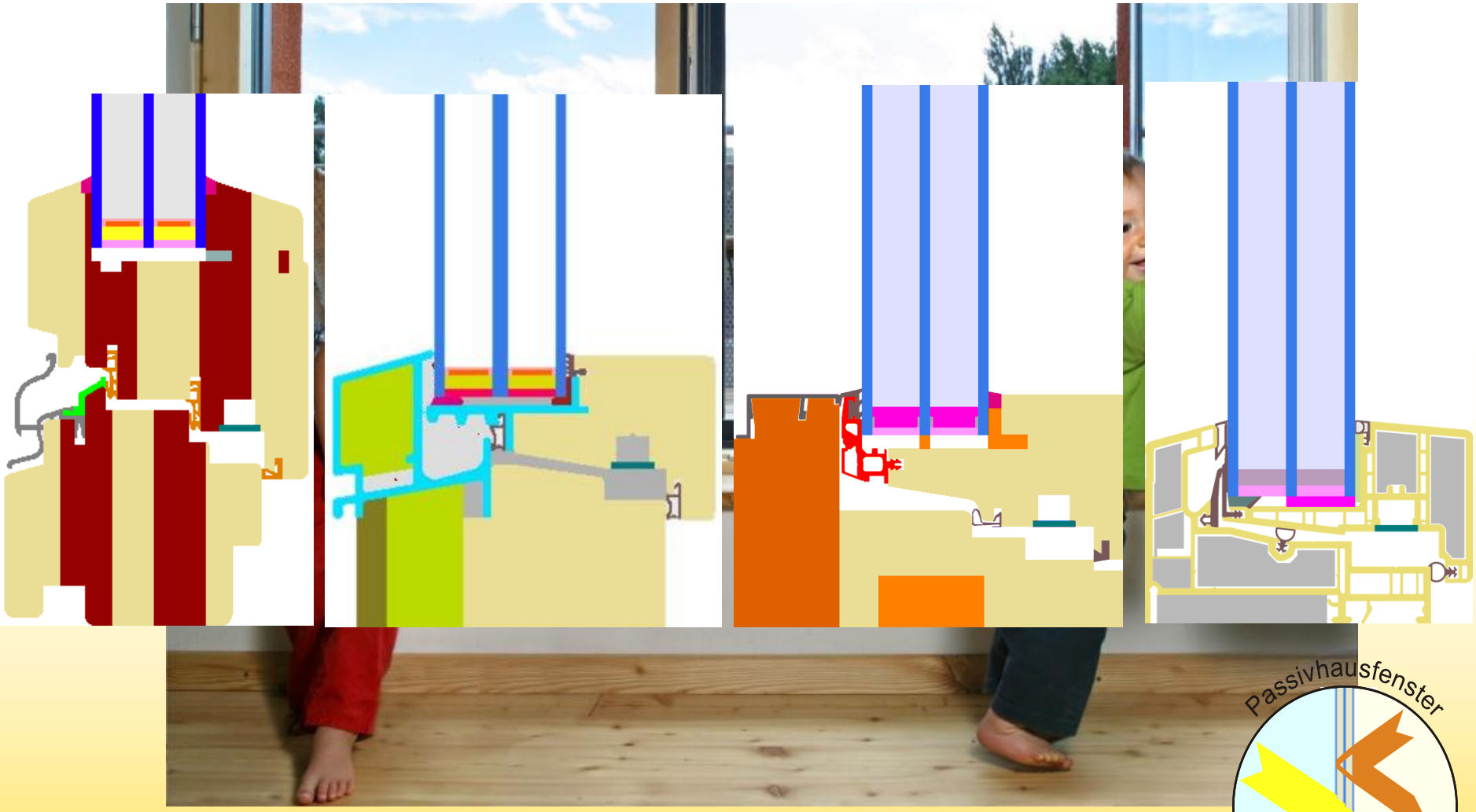
Fenster: Lass die Sonne rein!

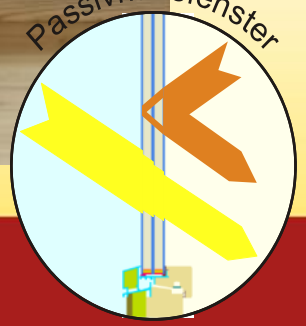
Passive House Institute



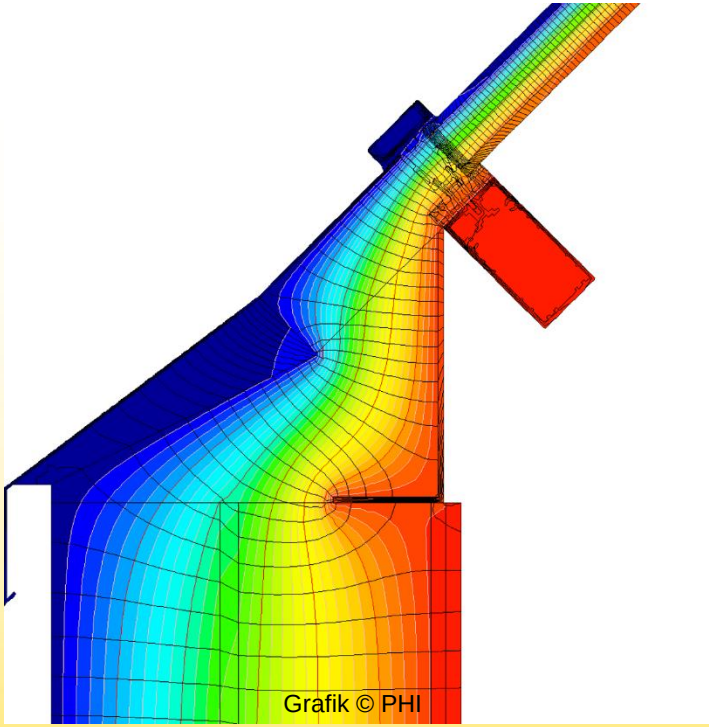
Fenster: Lass die Sonne rein!

Passive House Institute





Achtung bei geneigten Verglasungen!!



- Glas oberhalb der Dämmebene: Einbauwärmebrücke vergrößert sich
- Veränderte Konvektion im Scheiben-zwischenraum: Glas-U-Wert U_g steigt:

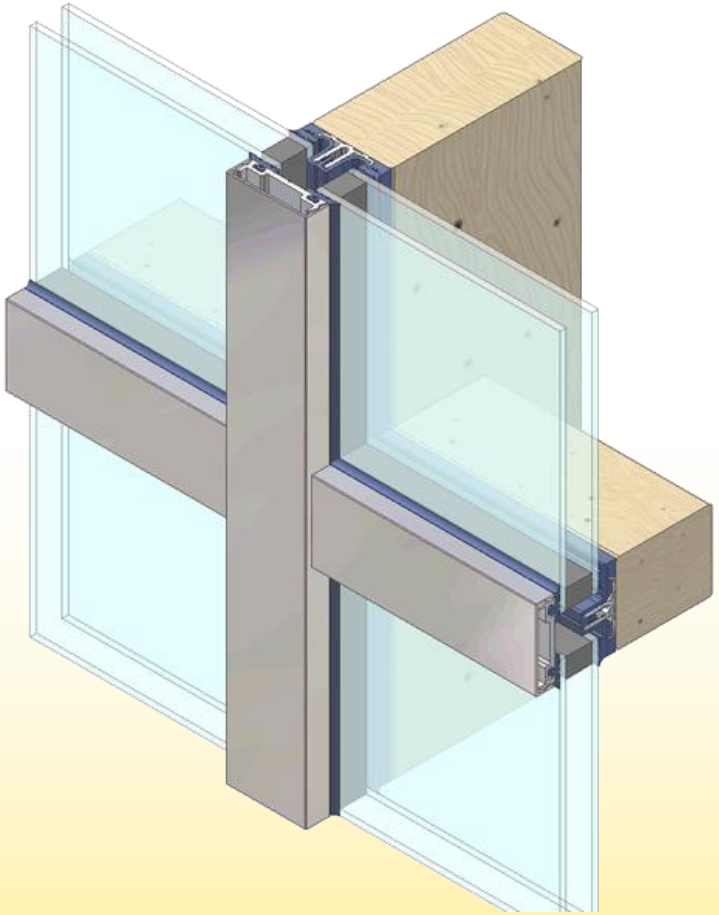
Scheibenaufbau	$U_{g,vertikal}$ [W/(m²K)]	$U_{g,45°}$ [W/(m²K)]
4/8Ar/4/8Ar/4	1,00	1,00
4/12Ar/4/12Ar/4	0,74	0,76
4/16Ar/4/16Ar/4	0,60	0,74
4/18Ar/4/18Ar/4	0,55	0,74
4/8Kr/4/8Kr/4	0,68	0,69
4/12Kr/12/8Kr/4	0,51	0,67
4/16Kr/4/16Kr/4	0,50	0,66
2-Fach Vakuum	0,5	0,5

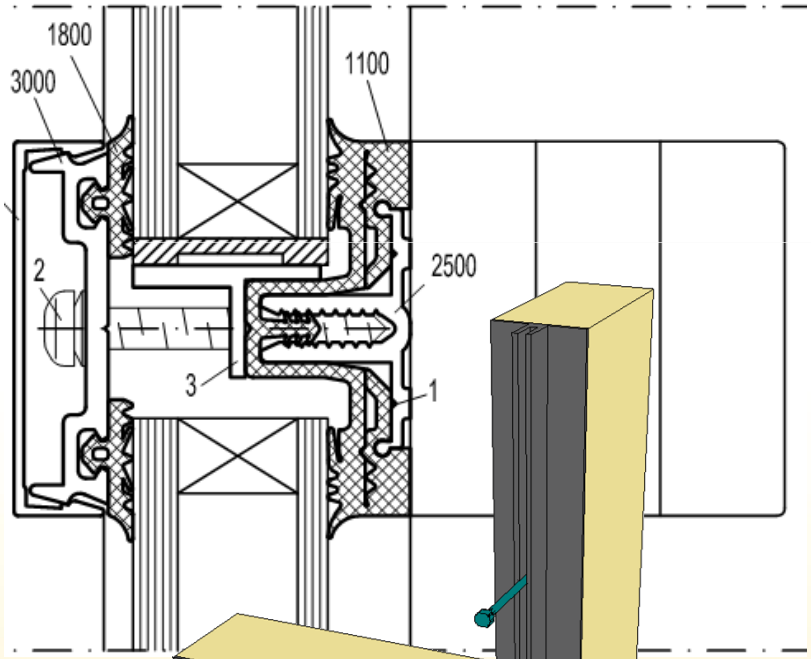
- Wärmeübergangswiderstand innen ändert sich: Geringere Anforderungen an Ug:

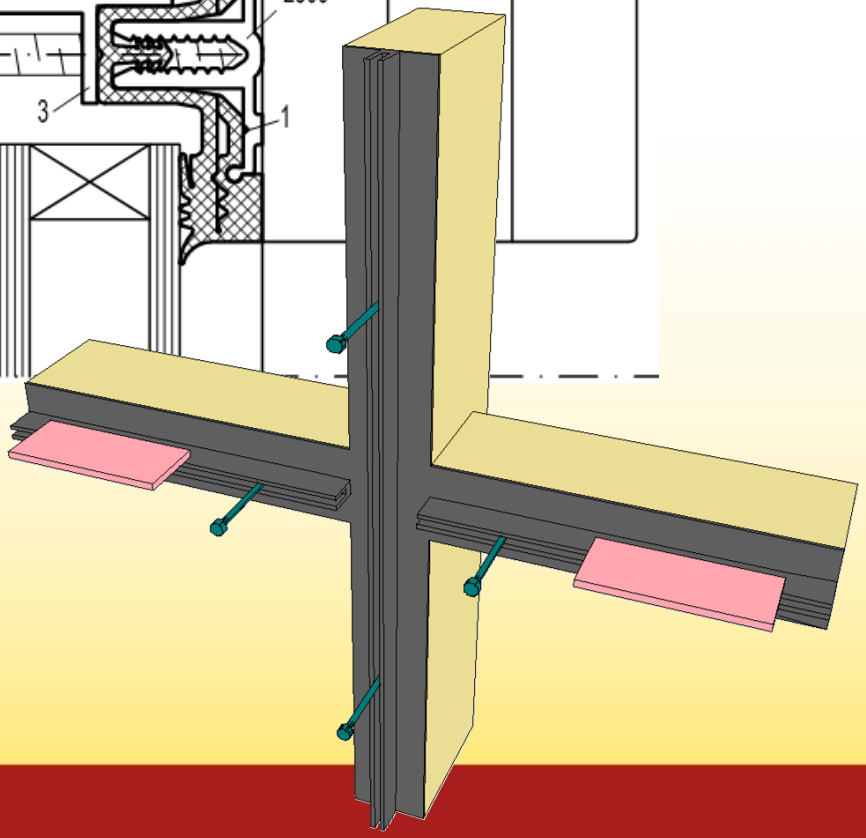
$$U_{W,45°,eingebaut,max} = 1{,}02\ W/(m^2K)$$

$$U_{W,horizontal,eingebaut,max} = 1{,}11\ W/(m^2K)$$

Pfosten-Riegel-Fassaden



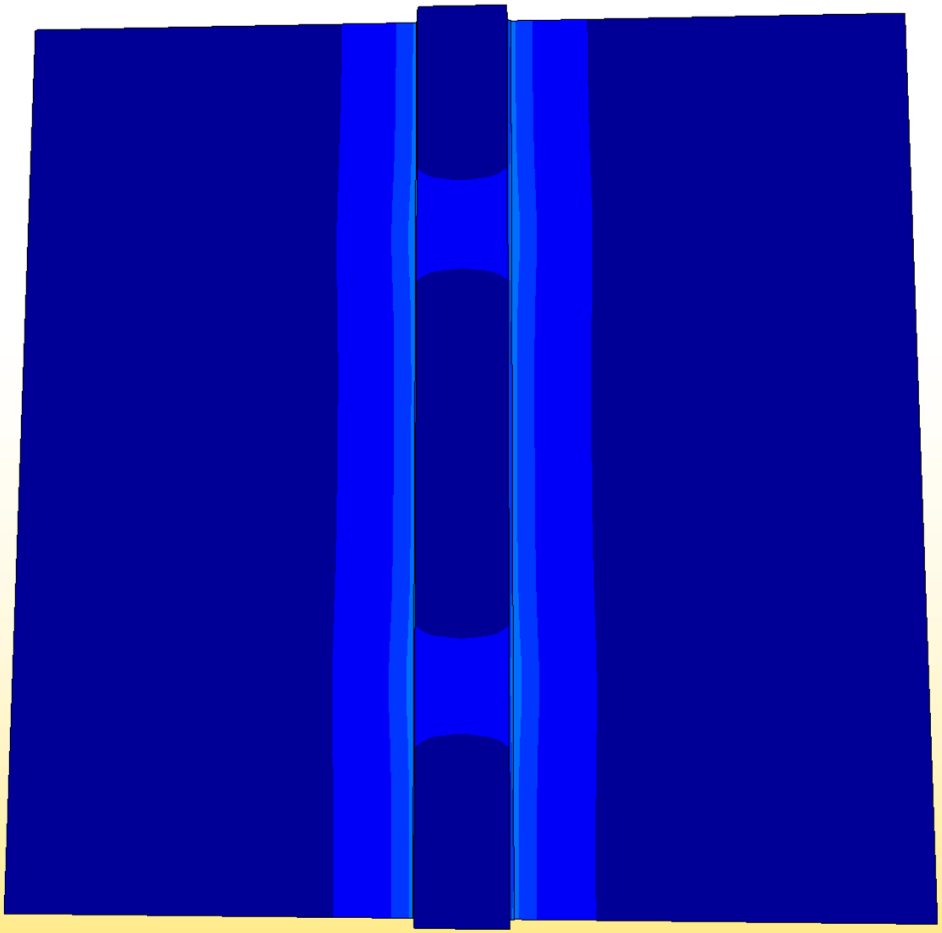




Pfosten-Riegel-Fassaden: Schraubeneinfluss

$$U_m = U_0 + \Delta U$$

$$U_t = U_0 + \Delta U$$



Pauschalwerte für *ΔU* nach PHI Zertifikatskriterien

Edelstahlschrauben: 0,30 W/(m²K)
Kunststoffschrauben: 0,02 W/(m²K)

Mit *ΔU* werden alle Profile beaufschlagt.

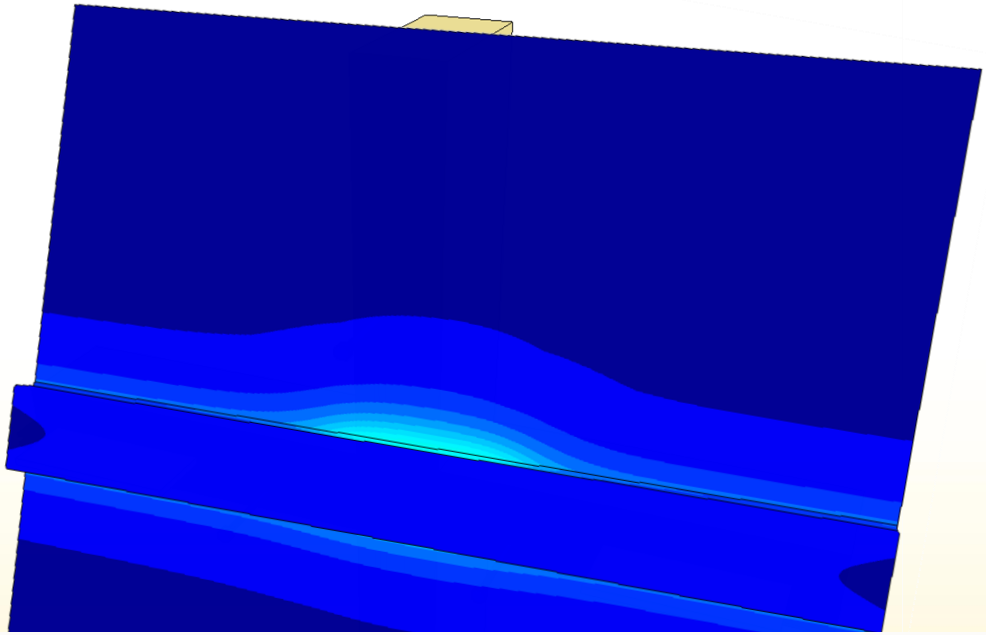
Weitere transparente Bauteile: Pfosten-Riegel-Fassaden.

Glasträgereinfluss

Einfluss der Glasträger

Wird in der EN nicht berücksichtigt.

Aber:
Der Einfluss ist signifikant!



Pauschalwerte für χ_{GT} nach den PHI Zertifizierungskriterien:

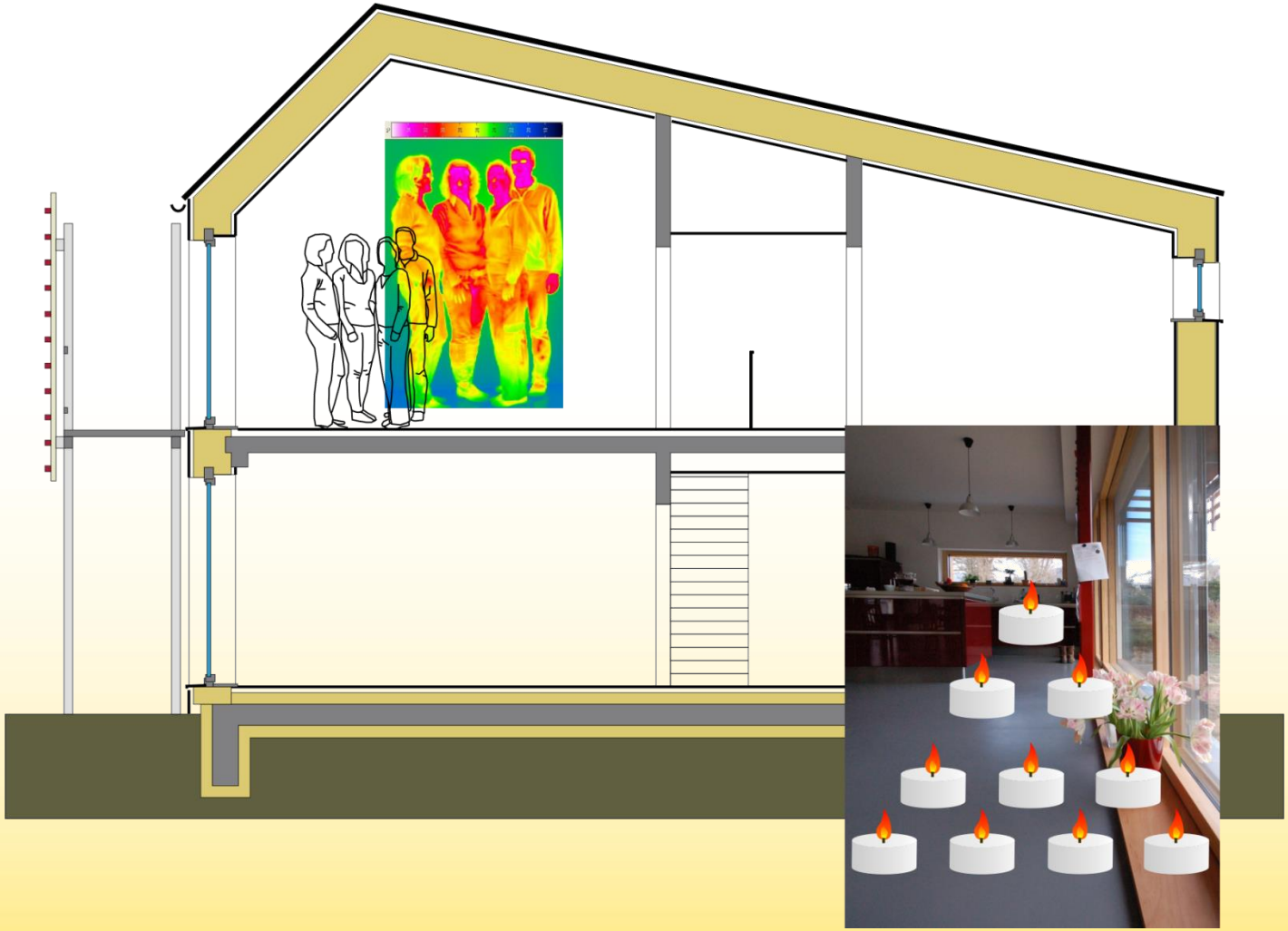
a) Glasträger aus Metall:	χ_{GT} = 0,040 W/K
b) Glasträger aus Nichtmetall mit Verschraubung:	χ_{GT} = 0,004 W/K
c) Glasträger aus Nichtmetall:	χ_{GT} = 0,003 W/K

χ_{GT} geht multipliziert mit der Anzahl der im Modul vorhandenen Glasträger in die Berechnung des Wärmebrückenverlustkoeffizienten der Fassade ein.

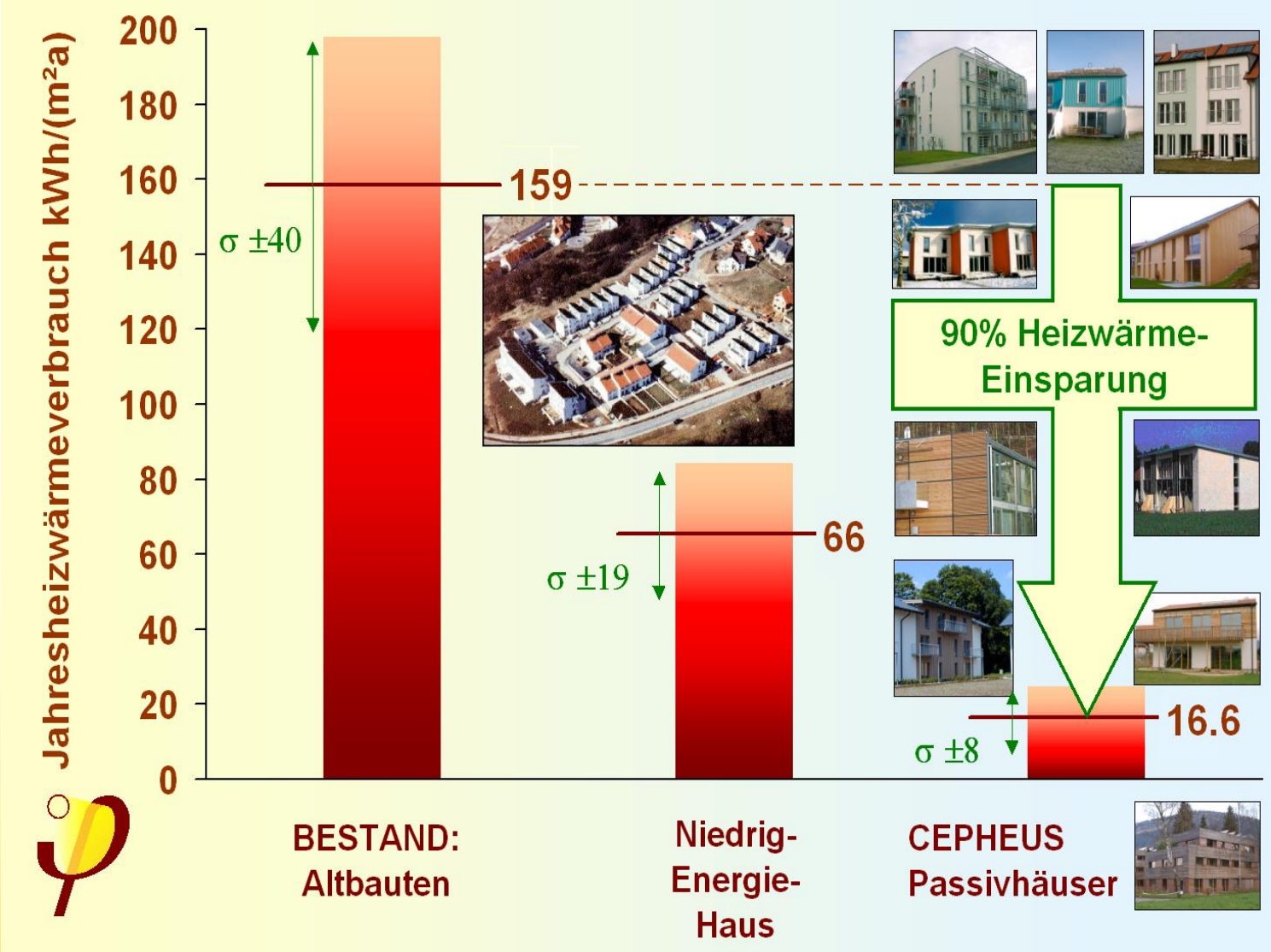
Heizen im Passivhaus: Wohlige Wärme

Passive House Institute

Heizen im Passivhaus: Wohlige Wärme



Das *Passivhaus Konzept…*



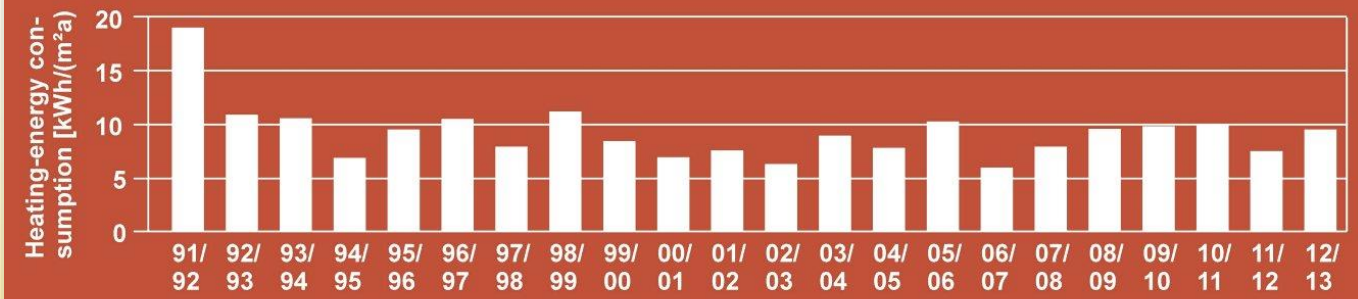
… ist validiert!

Das *Passivhaus Konzept…*

Passive House Institute

The Passive House concept

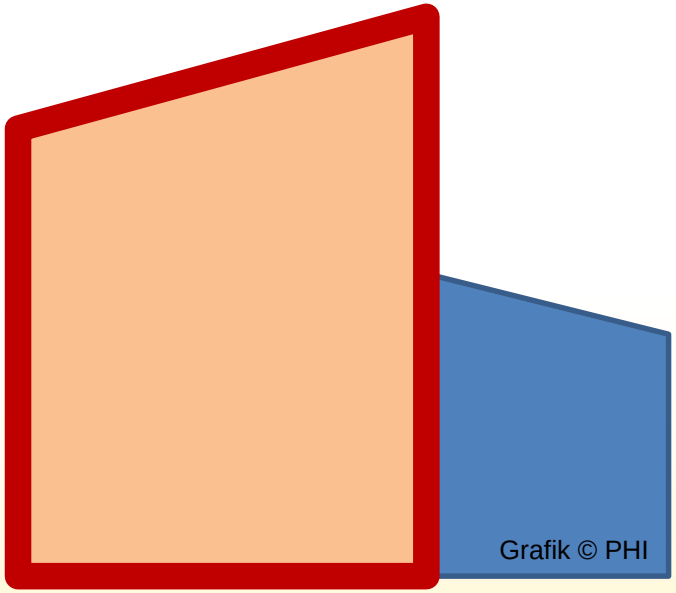
- ✓ Comfortable
- ✓ Energy efficient
- ✓ Cost effective
- ✓ Sustainable
- ✓ User friendly
- ✓ Easy to apply
- ✓ NZEB-ready



success since 1991

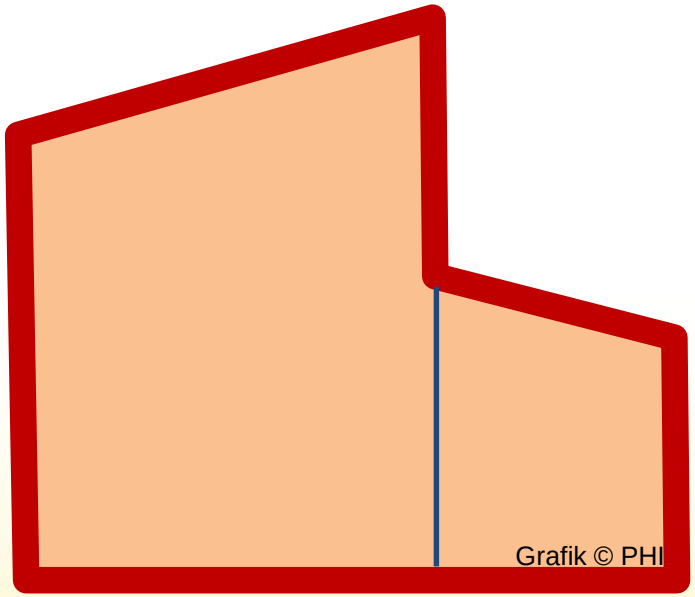
… ist validiert!

Ein Passivhaus Wintergarten?



Haus **Wintergarten**

WG außerhalb der thermischen Hülle:
Unbeheizt, kein Teil des Passivhauses

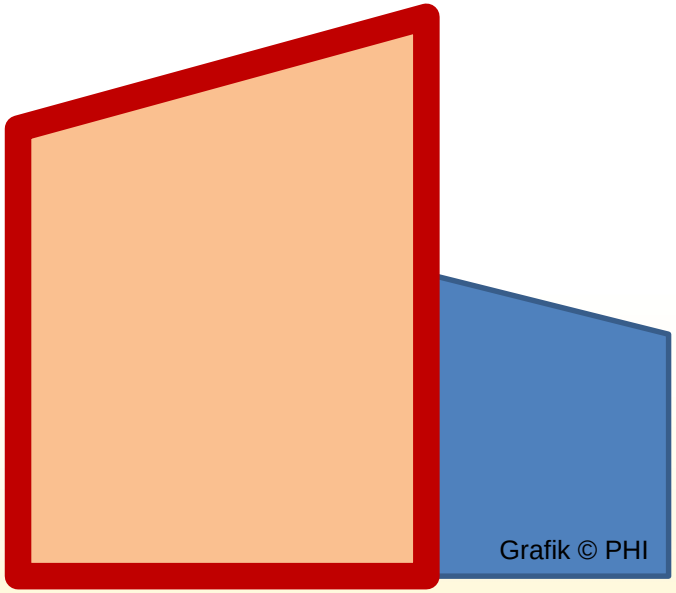


Haus **Wintergarten**

WG in der thermischen Hülle:
Beheizt, Teil des Passivhauses

Qualitativer Überblick

Unbeheizter Wintergarten: Allgemein

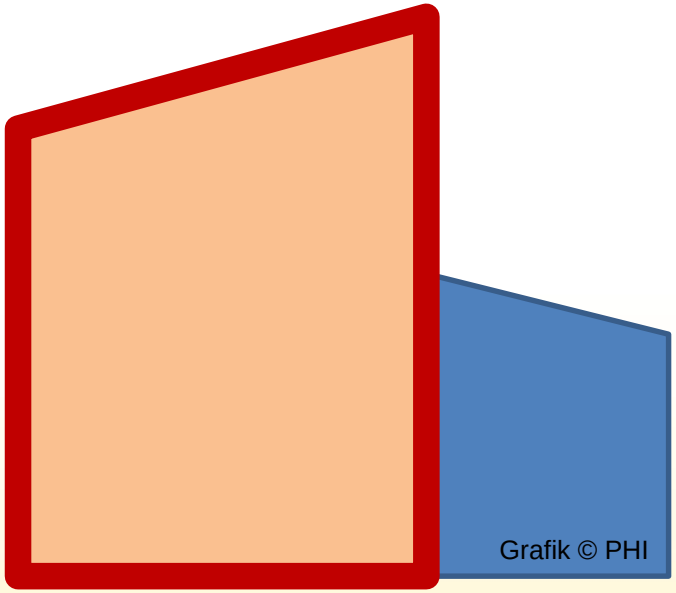


Haus **Wintergarten**

WG außerhalb der thermischen Hülle:
Unbeheizt, kein Teil des Passivhauses

- Einfach oder 2-fach verglast.
- Nicht in die Lüftung eingebunden
- Kondensat an kalten Oberflächen
- Durch die gute Passivhausdämmung und 3-fach verglaste Fenster stärker vom Innenraumklima abgekoppelt, als bei anderen Gebäuden:
  - Höhere Temperaturschwankungen
  - Im Sommer wärmer,
  - Im Winter kälter

Unbeheizter Wintergarten: Winter

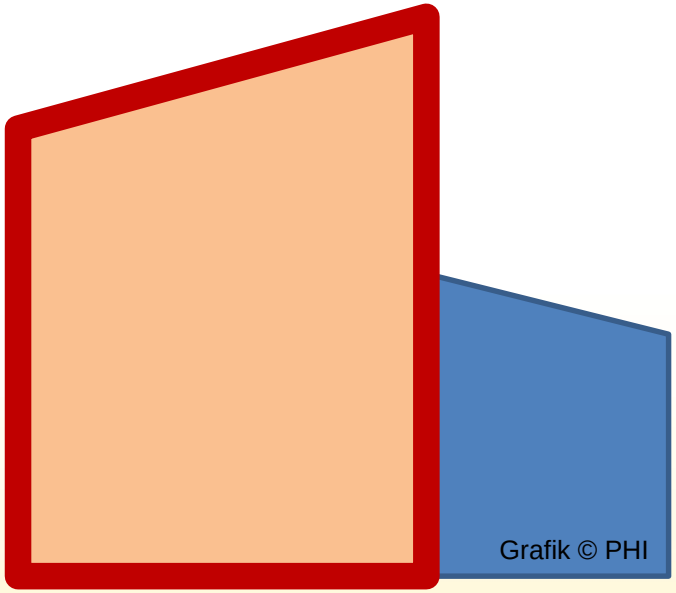


Haus **Wintergarten**

WG außerhalb der thermischen Hülle:
Unbeheizt, kein Teil des Passivhauses

- November, Dezember, Januar (evtl. Februar)
- Wirkt als Puffer, Wärmeverluste sinken. Aber aufgrund der hochwertigen Hülle ist der Effekt gering.
- Wenn die Sonne scheint, muss in einem Passivhaus nicht geheizt werden!
- Wintergarten „verschattet“ die Fenster. Solargewinne werden geringer, es muss mehr zugeheizt werden!

Unbeheizter Wintergarten: Sommer

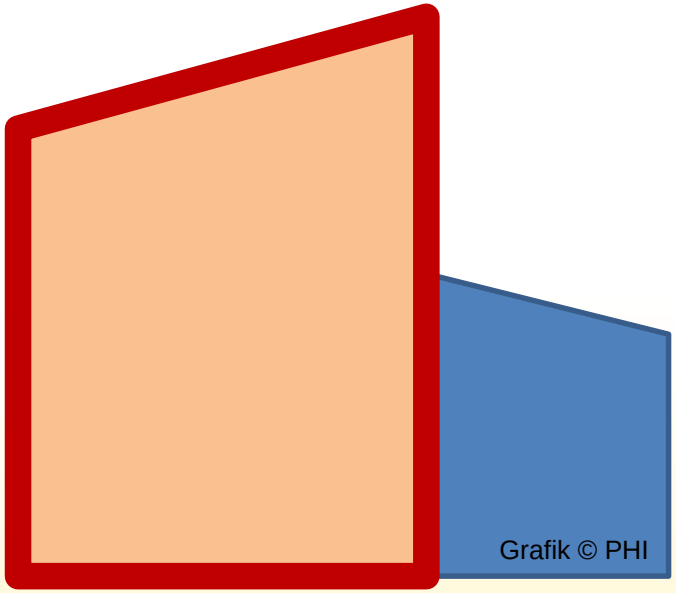


Haus **Wintergarten**

WG außerhalb der thermischen Hülle:
Unbeheizt, kein Teil des Passivhauses

- In einem Wintergarten ist es stets wärmer als im Freien (Ausnahme: schneller Anstieg der Außentemperatur ohne Sonne)
- Erhöht den Wärmeeintrag in das Gebäude
- Reduziert die Effektivität von Nachtkühlung über Fensterlüftung
- Verschattung notwendig

Unbeheizter Wintergarten: Fazit



Haus **Wintergarten**

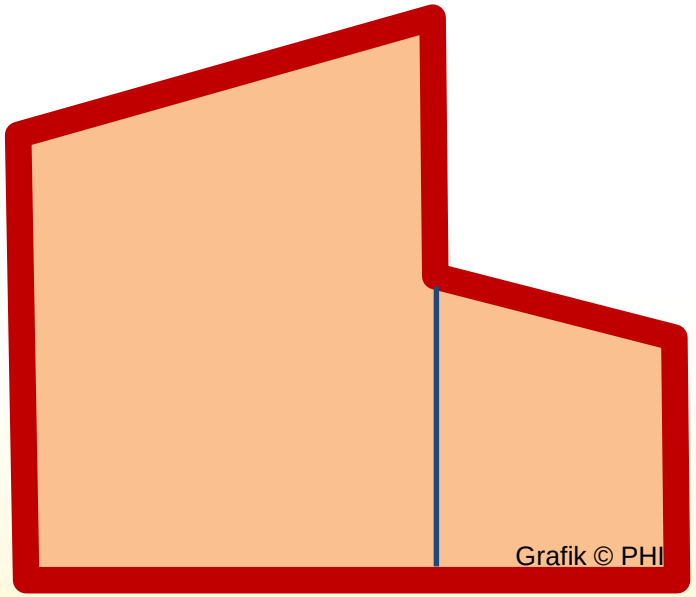
WG außerhalb der thermischen Hülle:
Unbeheizt, kein Teil des Passivhauses

- Passivhäuser und unbeheizte Wintergärten schließen sich nicht aus.
- Unbeheizte Wintergärten tragen nicht signifikant zur Energieeinsparung bei.
- Durch unbeheizte Wintergärten wird der sommerliche Wärmeschutz erschwert.

Beheizter Wintergarten: Anforderungen

Wann ist ein beheizter Wintergarten „Passivhaus tauglich“?

- Wenn das Hygienekriterium an allen Stellen eingehalten wird (im kühl-gmäßigten Klima: $f_{Rsi=0,25m^2K/W} \geq 0,7$)
- Wenn das Behaglichkeitskriterium beispielhaft bezogen auf das Prüfmodul eingehalten wird (Senkrecht $U_{CW} \leq 0,8$ W/(m²K) (zertifizierbar mit $U_g = 0,7$ W/(m²K)), geneigt: $U_{CW} \leq 0,10$ W/(m²K))
- Wenn das spezifische Gebäude mit diesem Wintergarten einen Jahresheizwärmebedarf ≤ 15 kWh/(m²a) aufweist.

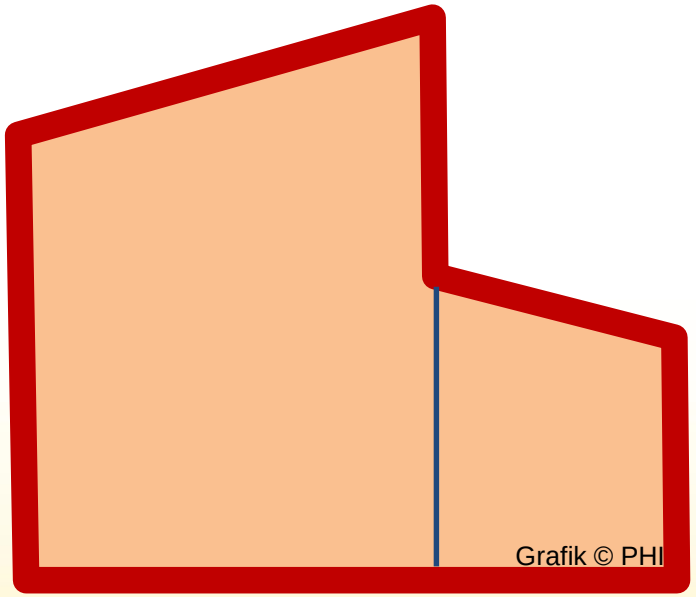


Haus **Wintergarten**

WG in der thermischen Hülle: Beheizt, Teil des Passivhauses

Beheizter Wintergarten: Allgemein

- Immer 3-fach verglast, gedämmte Profile verwenden, um Wärmeverluste und Kondensatbildung zu verringern.
- In die Lüftung eingebunden.
- Wintergarten ist ein vollwertiger, ganzjährig nutzbarer zusätzlicher Raum.



Haus **Wintergarten**

WG in der thermischen Hülle:
Beheizt, Teil des Passivhauses

Beheizter Wintergarten: Winter

- Glas-U-Wert ist höher als der Wand-U-Wert:

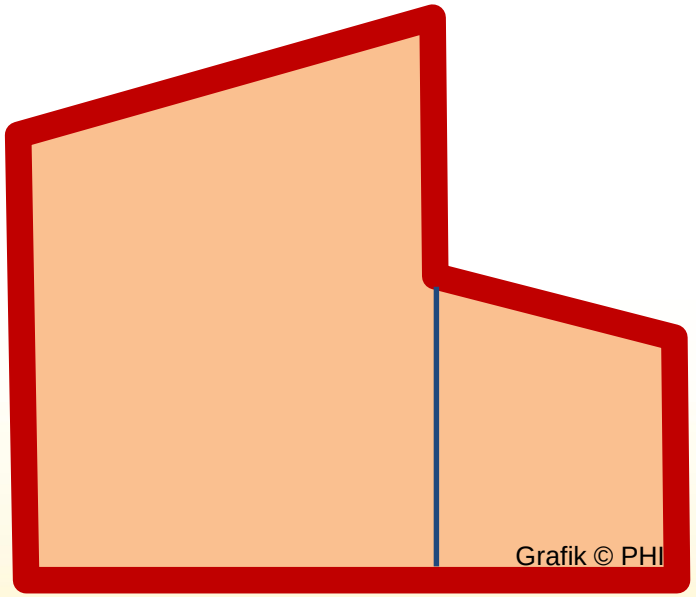
  Mittlerer U-Wert des Gebäudes

  verschlechtert sich:

  – Erhöhung der Wärmeverluste

  – Erhöhung der Heizlast, dadurch evtl. teurere Heizsysteme nötig

- Erhöhung der solaren Gewinne
- Wirkung in der Bilanz ist einzelfallabhängig.

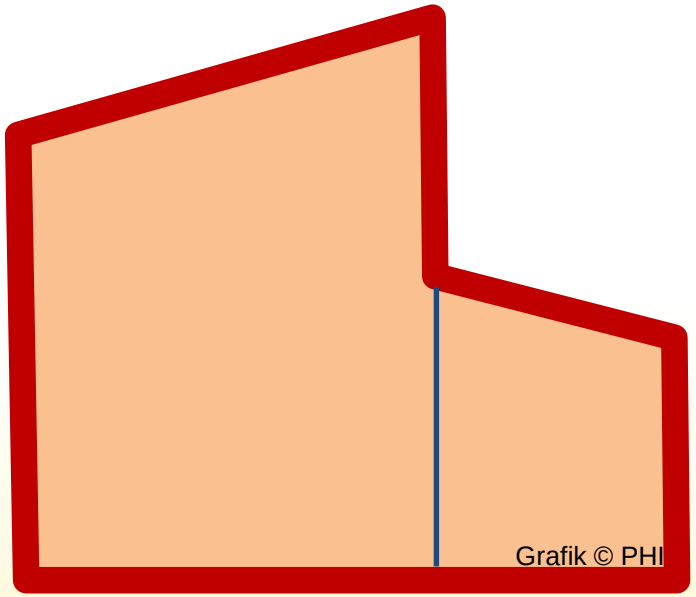


Haus **Wintergarten**

WG in der thermischen Hülle:
Beheizt, Teil des Passivhauses

Beheizter Wintergarten: Sommer

- Erhöht den Wärmeeintrag in das Gebäude
- Verschattung notwendig

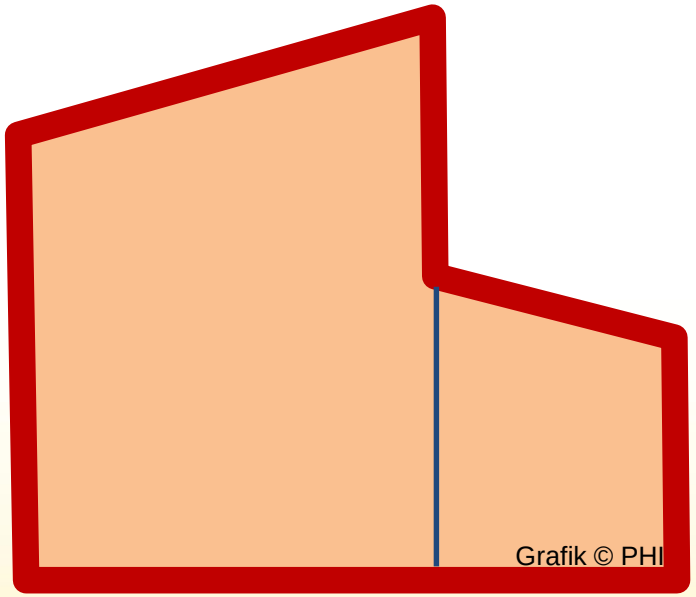


Haus **Wintergarten**

WG in der thermischen Hülle:
Beheizt, Teil des Passivhauses

Beheizter Wintergarten: Fazit

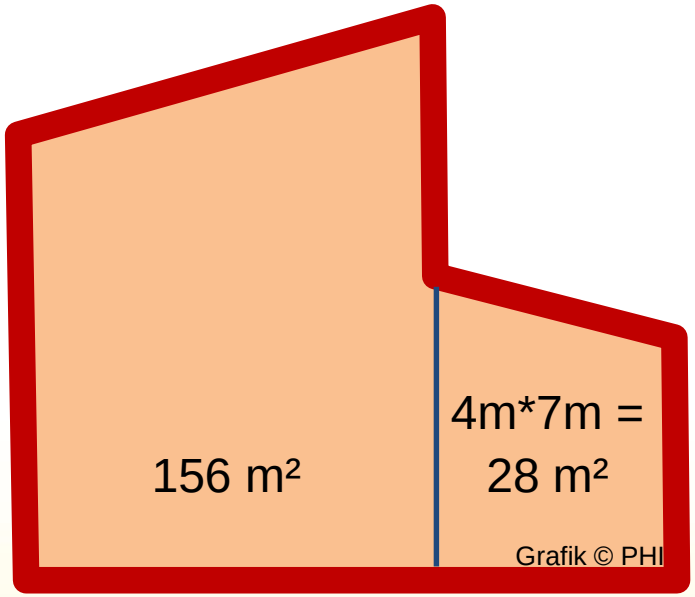
- Passivhäuser und unbeheizte Wintergärten schließen sich nicht aus.
- Durch unbeheizte Wintergärten wird der sommerliche Wärmeschutz erschwert.



Haus **Wintergarten**

WG in der thermischen Hülle:
Beheizt, Teil des Passivhauses

Beheizter Wintergarten: Beispiel Kranichstein

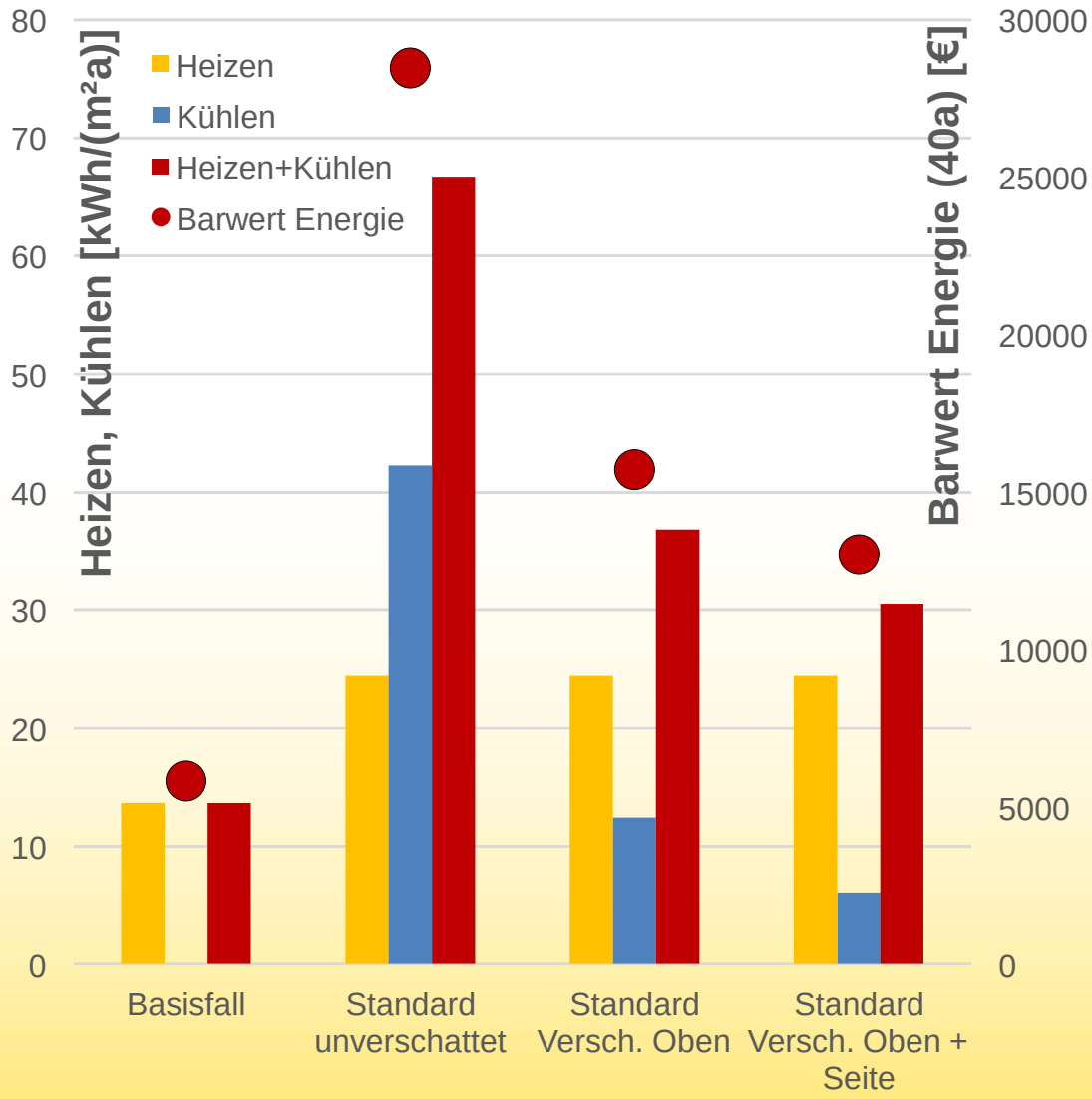


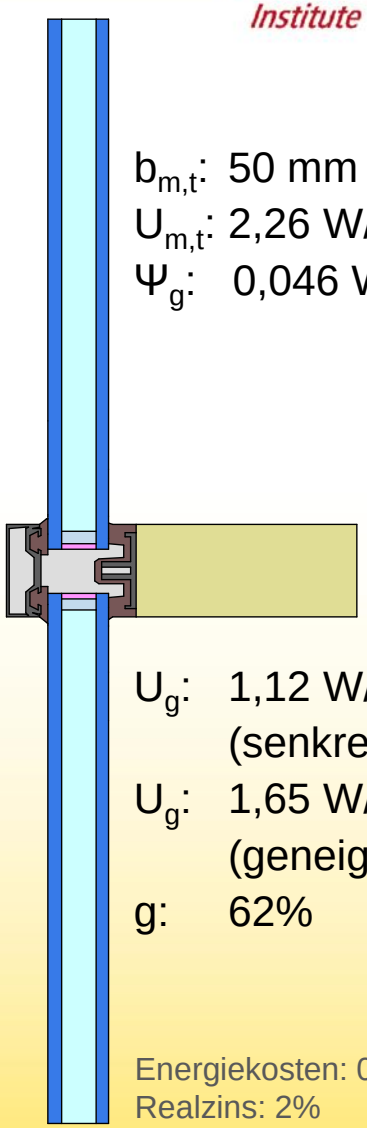
Reihenendhaus "Kranichstein"
Wohnfläche: 156 m²
Q_H = 14 kWh/(m²a)
Q_K = 0 kWh/(m²a)
Energiekosten:
Kühlung: 0,0 €/a, Heizung: 213 €/a

Haus **Wintergarten**

WG in der thermischen Hülle:
Beheizt, Teil des Passivhauses

Beheizter Wintergarten: Beispiel Kranichstein





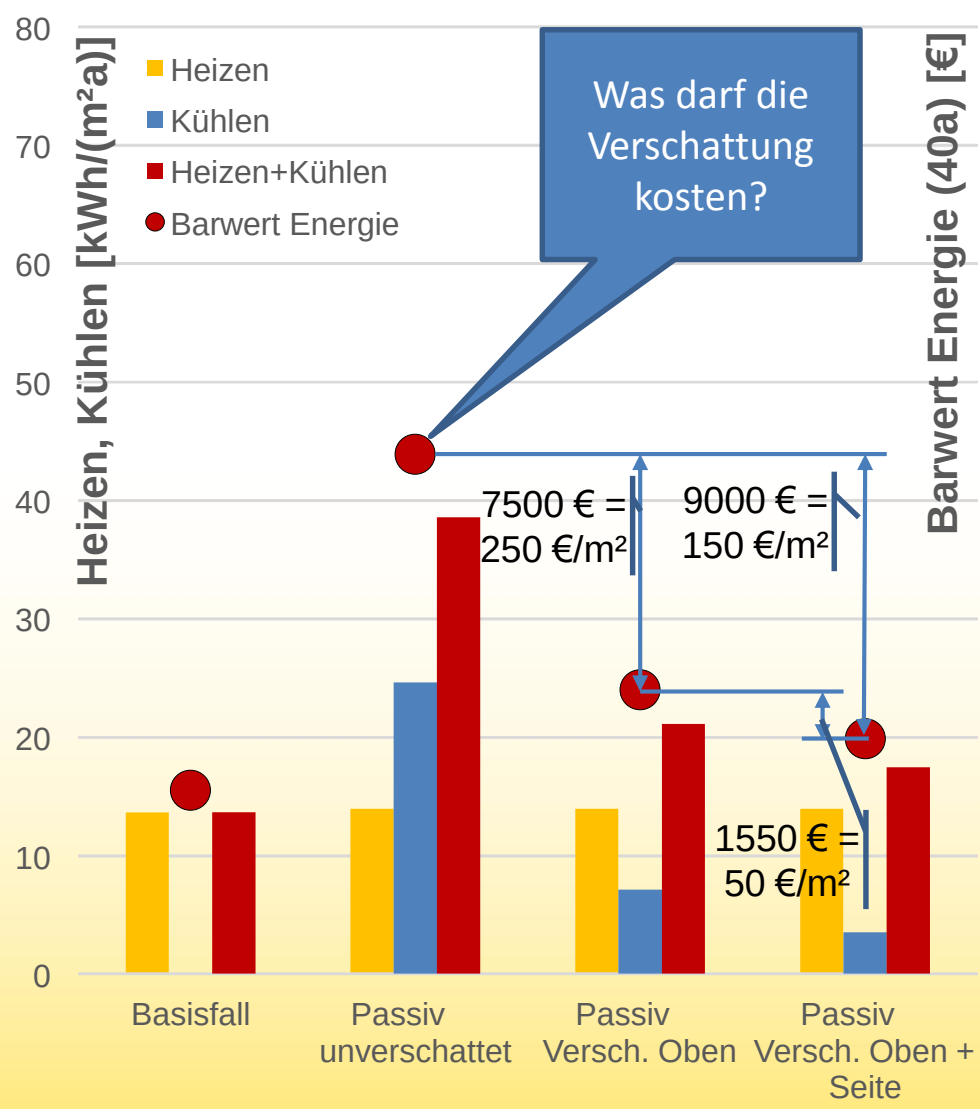
$b_{m,t}$: 50 mm
$U_{m,t}$: 2,26 W/(m²K)
Ψ_g: 0,046 W/(mK)

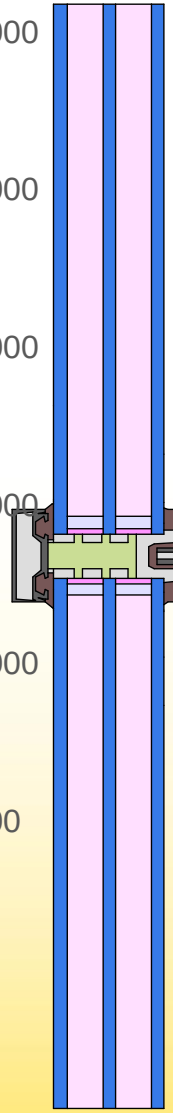
U_g: 1,12 W/(m²K) (senkrecht)
U_g: 1,65 W/(m²K) (geneigt)
g: 62%

Energiekosten: 0,1 €/kWh
Realzins: 2%

Standard- vs. Passivhauskonstruktion - Qualitative Abschätzung

Beheizter Wintergarten: Beispiel Kranichstein





$b_{m,t}$: 50 mm
$U_{m,t}$: 0,86 W/(m²K)
Ψ_g: 0,032 W/(mK)

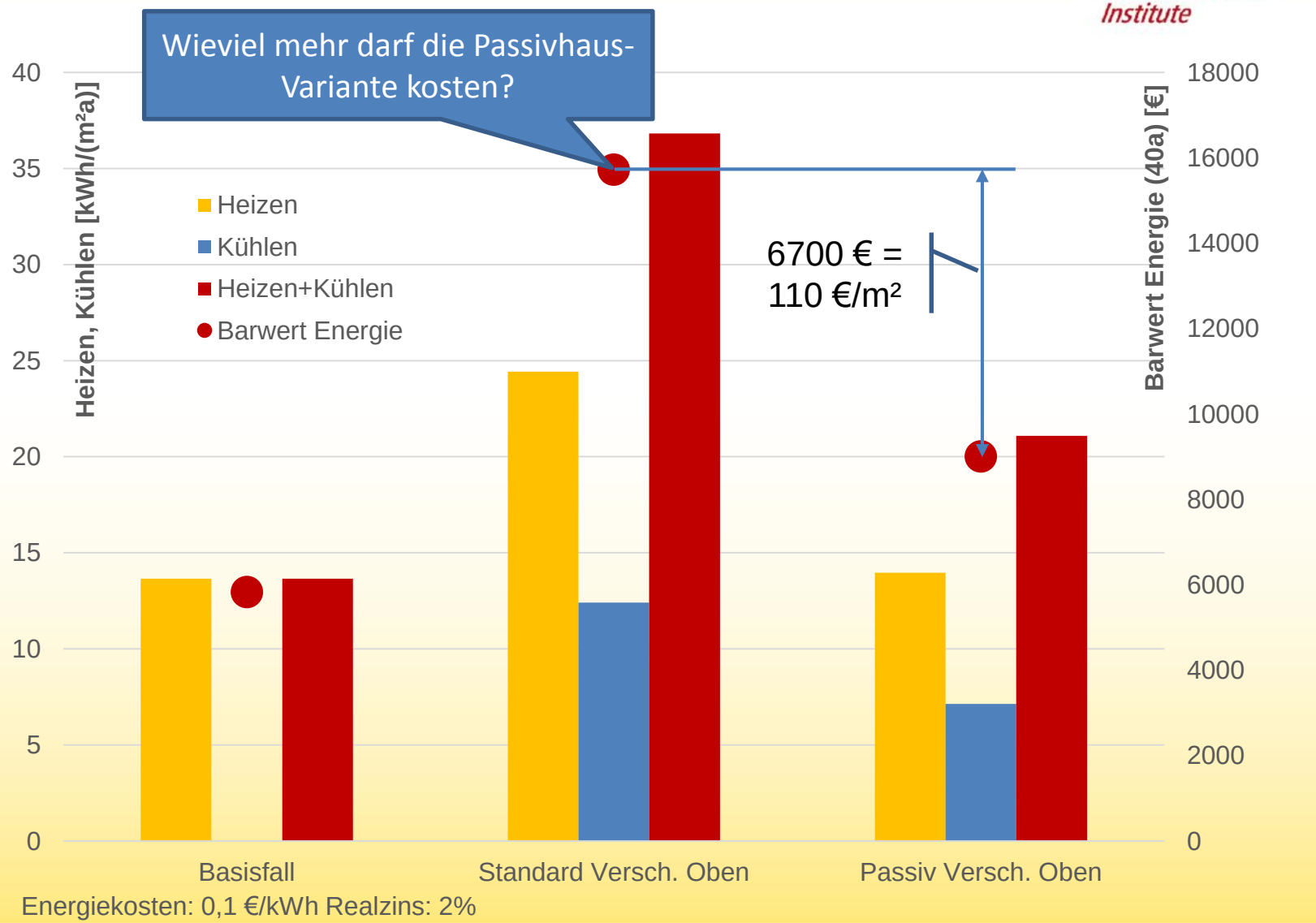
Verwenden Sie U-Wert optimierte Verglasungen!

U_g: 0,48 W/(m²K) (senkrecht)
U_g: 0,78 W/(m²K) (geneigt)
g: 45% (senkr.)
g: 43% (geneigt)

Energiekosten: 0,1 €/kWh
Realzins: 2%

Standard- vs. Passivhauskonstruktion - Qualitative Abschätzung

Beheizter Wintergarten: Beispiel Kranichstein



Energiekosten: 0,1 €/kWh Realzins: 2%

Standard- vs. Passivhauskonstruktion - Qualitative Abschätzung

Passive House Institute

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Heute für die Zukunft!