






Fassadenforum 2010

Kaffeebörse Hamburg, 06. Mai 2010

Zukunft Isoliertglas

-  EnEV 2009
-  Dreifach Wärmedämmglas
-  Energieeffizienz verschiedener Gläser
-  Dreifach Funktionsgläser
-  Absturzsicherung mit Dreifachglas

Der Beweis für den Klimawandel



1750 1900 1950 1970 1980 1990 2009

Vergleich EnEV 2007 und 2009:

| Neubau: | Wohngebäude | Nicht-Wohngebäude |
|-----------|--|---|
| | Primär-Energiebedarf | |
| EnEV 2007 | Mindest-Dämmung DIN V 4108-6 | Referenzgebäude DIN V 18599 |
| | Primär-Energiebedarf (- 30 %) | |
| EnEV 2009 | Referenzgebäude DIN V 18599 / 4108-6 Mindest-Dämmung | Referenzgebäude DIN V 18599 Mindest-Anforderungen |

Referenzgebäude-Verfahren:



Primär-Energiebedarf Q_p

Werte nach
Planung

Werte nach
EnEV 2009

Q_{P1} **nicht größer als** Q_{P0}

Referenzgebäude:

Alle Gebäude, Fenster:

- $U_w = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $g_{\perp} = 0,60$
- $L_T = 0,78$

Nichtwohngebäude, Fassade:

- $U = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $g_{\perp} = 0,48$
- $L_T = 0,72$

Vergleich EnEV 2007 und 2009:

| Sanierung: | Glas | Fenster | Fassade |
|------------|--|--|--|
| EnEV 2007 | $\leq 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ $(\leq 1,6 \text{ W/m}^2\text{K})$ | $\leq 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ $(\leq 2,0 \text{ W/m}^2\text{K})$ | $\leq 1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ $(\leq 2,3 \text{ W/m}^2\text{K})$ |
| EnEV 2009 | $\leq 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ $(\leq 1,60 \text{ W/m}^2\text{K})$ | $\leq 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ $(\leq 2,00 \text{ W/m}^2\text{K})$ | $\leq 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ $(\leq 2,30 \text{ W/m}^2\text{K})$ |

Nachkommastellen bei Glas und Fenster:

Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz
Auslegungsfragen zur EnEV - Teil 12

- „... Die mit drei wertanzeigenden Stellen genannten Anforderungen ... können mit zwei wertanzeigenden Stellen nachgewiesen werden und können damit die in der Tabelle gestellten Anforderungen erfüllen.“

Neubau und Sanierung:

Fenster:

- $U_w = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
- „... kann von einer Zwei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung sowohl mit Holz- als auch mit PVC-Rahmen eingehalten werden.“

Neubau und Sanierung:

Fassade:

- $U = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
- „... erfordert für Vorhangfassaden die Qualität einer Drei-Scheiben-Verglasung.“

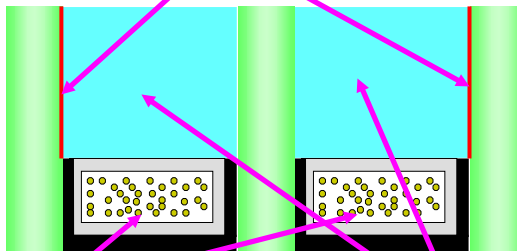


Dreifach-Wärmedämmglas :

Das Standardprodukt



Schichten: Ebene 2 + 5



SZR: 2 x 12 mm

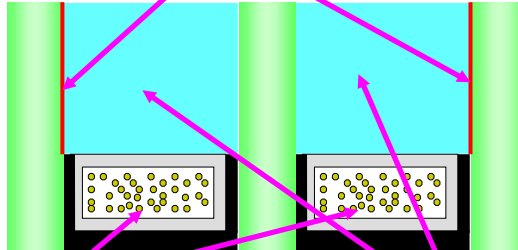
Argonfüllung

NEUTRALUX® advance 3 Ar



Schichten: Ebene 2 + 5

$U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $g = 51 \%$
 $L_T = 72 \%$



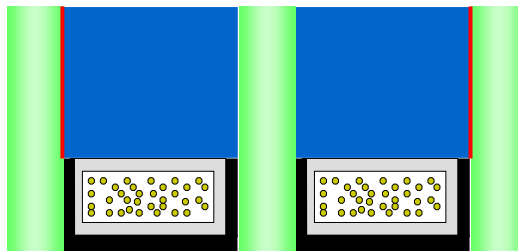
SZR: 2 x 12 mm

Argonfüllung

Dreifach Wärmedämmglas



Kryptonfüllung ?



Für Standardprodukte nicht ausreichend verfügbar

Verfügbarkeit von Edelgasen



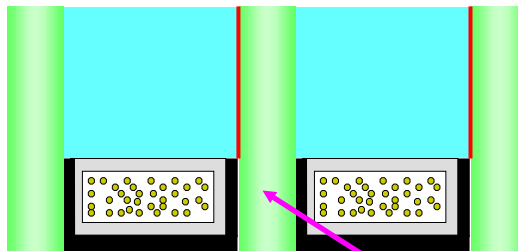
Gehalt in der Luft:

| | |
|---------|----------------|
| Argon | 0,934 Vol.% |
| Krypton | 0,0001 Vol.% |
| Xenon | 0,000009 Vol.% |

Dreifach Wärmedämmglas



Mittlere Scheibe beschichtet ?



ESG !

Dreifach Wärmedämmglas

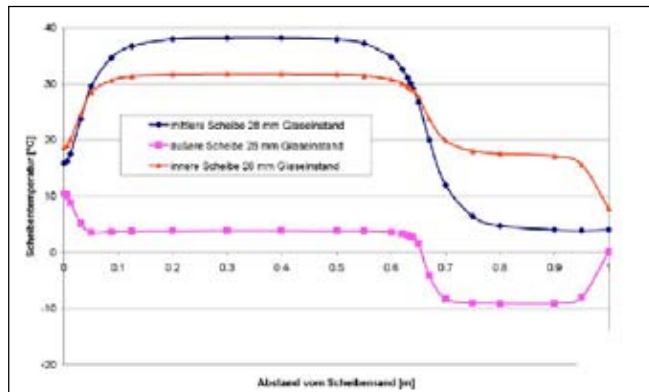


Bild 6: Temperaturprofile der Dreischeibenverglasung mit Thermix-Randverbund und 28 mm Glaseinstand (Randbedingungen: Außentemperatur -10 °C, Innentemperatur 20 °C, Einstrahlung 1000 W/m² auf 1/3 der Verglasungsbreite)

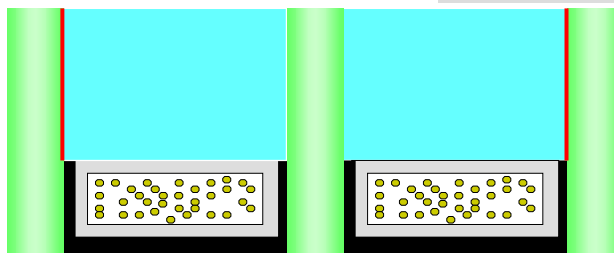
Quelle: Studie HIWIN IFT

Dreifach Wärmedämmglas



Größere Scheibenabstände ?

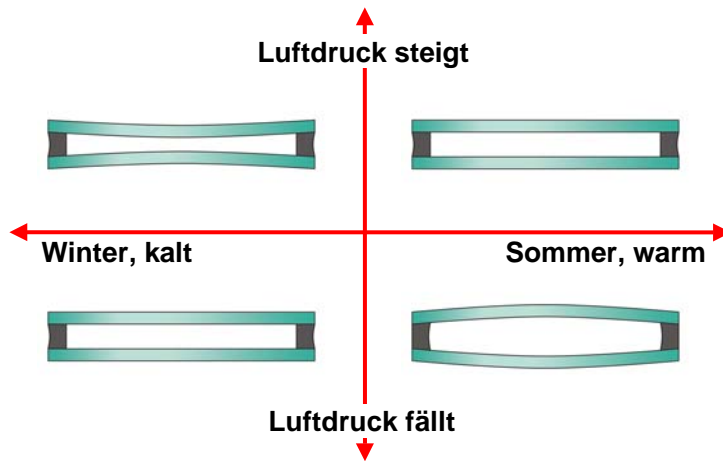
$U_g = \dots \text{ W/m}^2\text{K}$
 $g = 51 \%$
 $L_T = 72 \%$



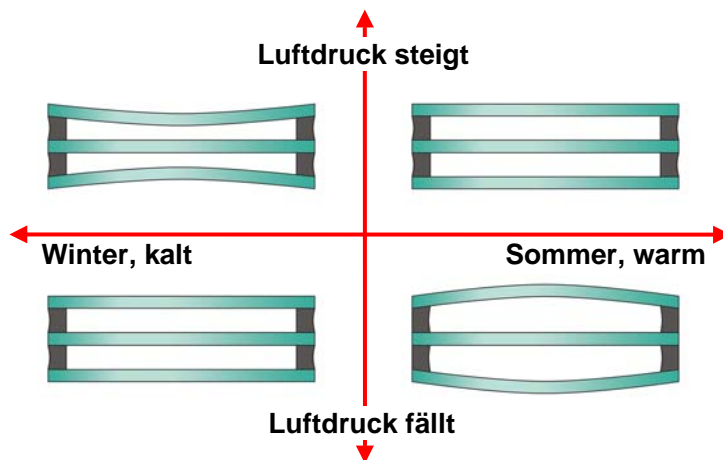
- 2 x 14 mm : 0,6 W/m²K
- 2 x 16 mm : 0,6 W/m²K
- 2 x 18 mm : 0,5 W/m²K

Achtung: Isolierglas-Effekt !

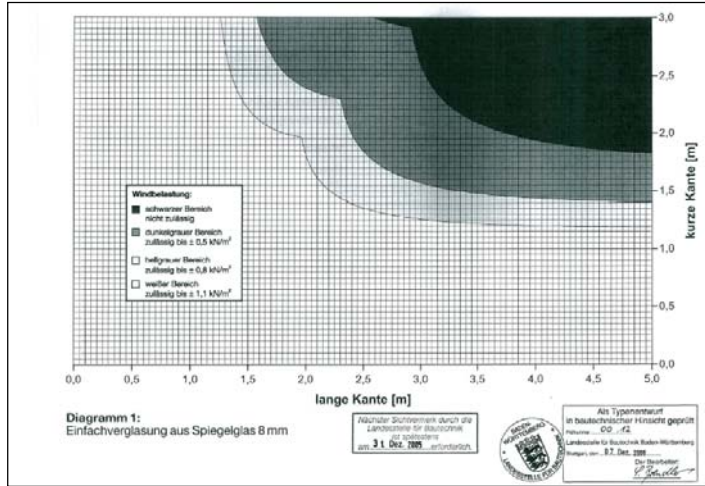
Der Isolierglaseffekt



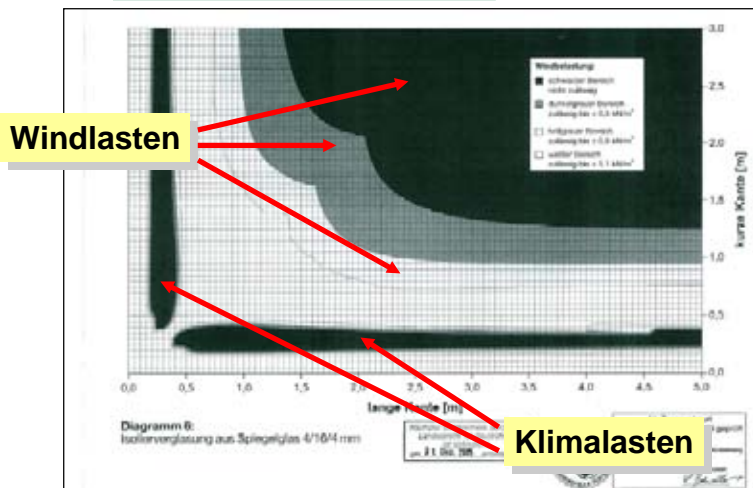
Der Isolierglaseffekt



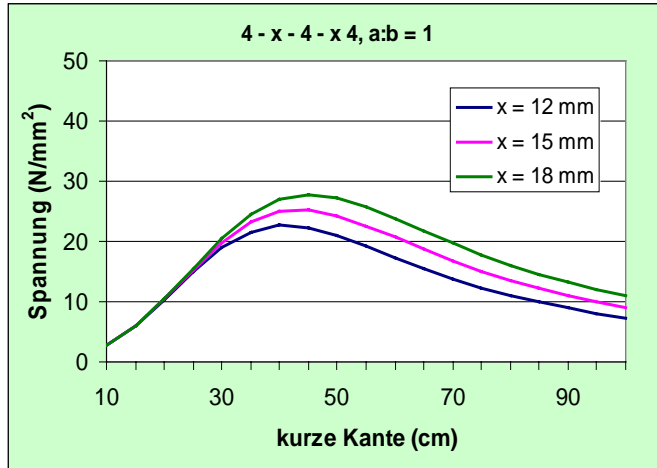
Bemessungsdiagramm für Einfachglas :



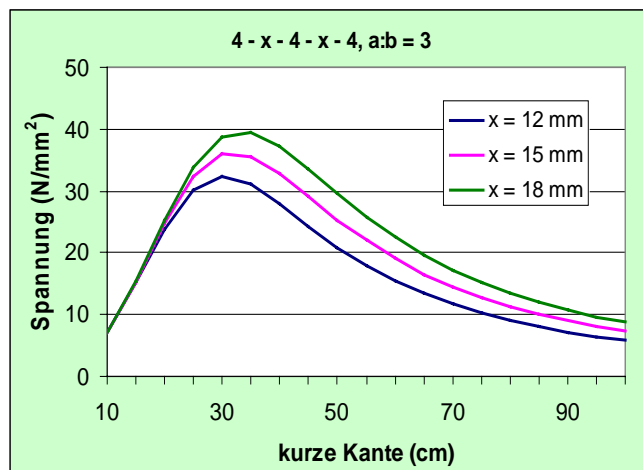
Bemessungsdiagramm für Isolierglas :



Der Isolierglaseffekt



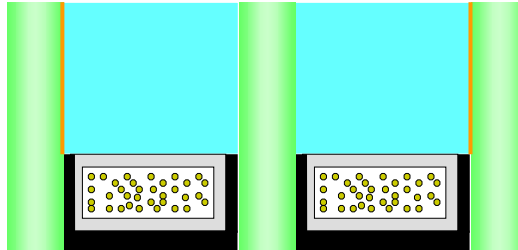
Der Isolierglaseffekt



NEUTRALUX® ensolar



Innovative, neuartige Beschichtung $U_g = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$



$L_T = 72 \%$
 $g = 51 \%$ → $L_T = 73 \%$
 $g = 61 \%$

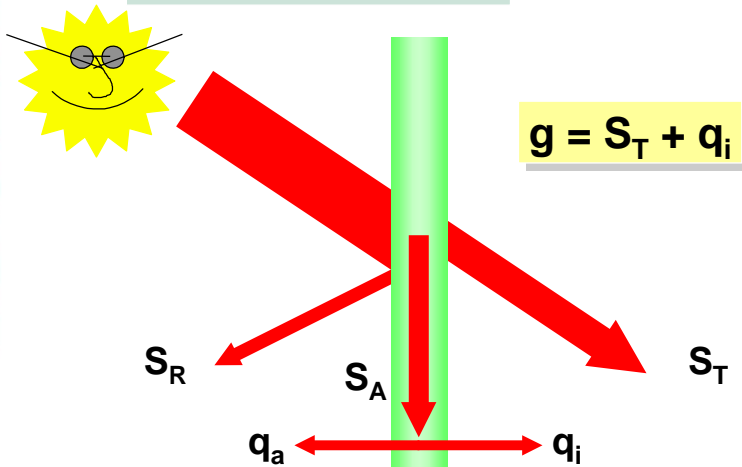


Werte im Vergleich



| NEUTRALUX® | advance: | ensolar: |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Aufbau: | 4 / 15-16 / 4 | 4 / 12 / 4 / 12 / 4 |
| Beschichtung: | Ebene 3 | Ebenen 2 + 5 |
| Zwischenraum: | Argon, 90 % | Argon, 90 % |
| U_g -Wert: | $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_g = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| g-Wert: | $g = 62 \%$ | $g = 61 \%$ |
| Lichttransmission: | $L_T = 80 \%$ | $L_T = 73 \%$ |

Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert)



Energieeffizienz



Die Energieeffizienz für ein Isolierglas ist umso größer, je niedriger mit diesem Isolierglas der Energiebedarf eines Gebäudes wird.

**Messgröße nach EnEV:
z.B. Heizwärmebedarf (DIN V 4108-6)**

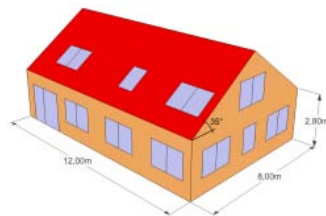
Energieeffizienz






Studie von Prof. Maas (Uni Kassel)
im Auftrag der
ISOLAR-Glas-Beratung GmbH:

„Untersuchung zum Jahres-Heizwärmebedarf
in Abhängigkeit von
Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)
und Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert)“

Energieeffizienz



Einfamilienhaus (Neubau)
Standard: EnEV 2009

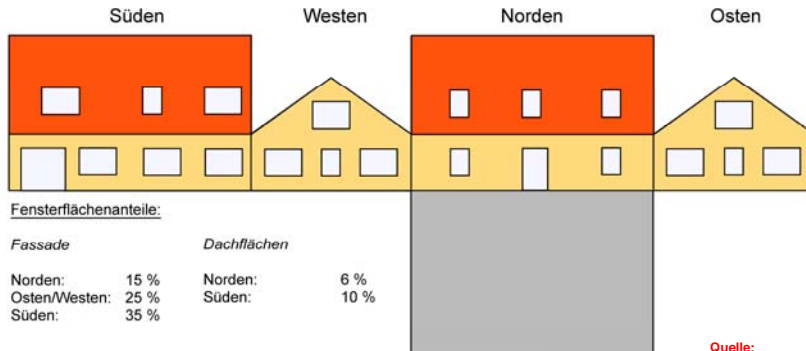
| Bauteil | | U-Wert Neubau [W/m ² K] |
|---------------|---|---------------------------------------|
| Dachflächen |  | 0,2 |
| Außenwände |  | 0,25 |
| Kellerdecke |  | 0,35 |
| Fensterrahmen |  | 1,4 |

Quelle:
Studie Prof. Maas
für ISOLAR

Energieeffizienz (Neubau)



Fensterflächen:



Quelle:
Studie Prof. Maas
für ISOLAR

Glasdaten



| Glastyp | U_g EN 673 [W/m ² K] | L_T EN 410 [%] | g EN 410 [%] |
|------------------------|---|------------------------|----------------------|
| Altes Isolierglas | 2,7 | 81 | 77 |
| NEUTRALUX advance Ar | 1,1 | 80 | 62 |
| "Glas 1,0" | 1,0 | 71 | 49 |
| NEUTRALUX advance 3 Ar | 0,7 | 72 | 51 |
| NEUTRALUX ensolar 3 Ar | 0,7 | 73 | 61 |

Quelle:
Studie Prof. Maas
für ISOLAR

Energieeffizienz (Neubau)

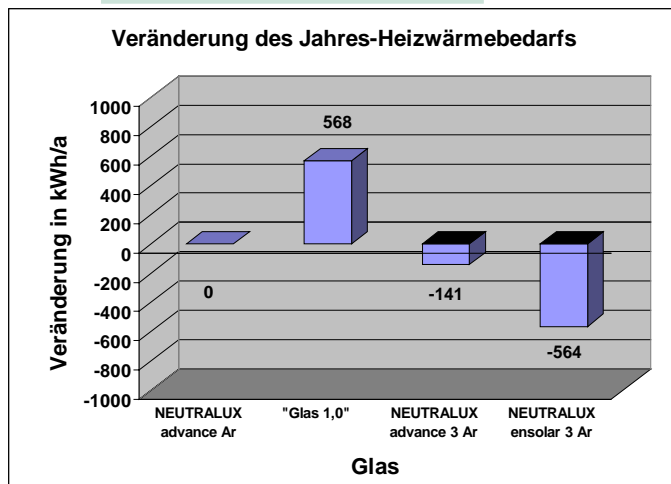


**Auswirkungen der Glasauswahl
auf den Energiebedarf ?**

**Vergleichsgröße:
Jahres-Heizwärmebedarf nach
DIN V 4108-6**

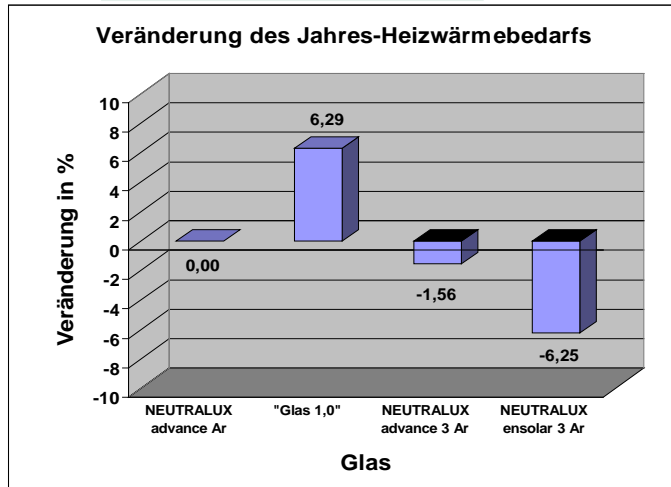
Quelle:
Studie Prof. Maas
für ISOLAR

Energieeffizienz (Neubau)



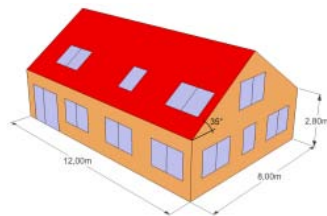
Quelle:
Studie Prof. Maas
für ISOLAR

Energieeffizienz (Neubau)



Quelle:
Studie Prof. Maas
für ISOLAR

Energieeffizienz (Sanierung)



Einfamilienhaus (Altbau)
Standard: WVO 1977

| Bauteil | | U-Wert Altbau [W/m ² K] |
|-------------|---|---------------------------------------|
| Dachflächen |  | 0,45 |
| Außenwände |  | 0,94 |
| Kellerdecke |  | 0,8 |
| Fenster |  | 2,6 |

Quelle:
Studie Prof. Maas
für ISOLAR

Energieeffizienz (Sanierung)

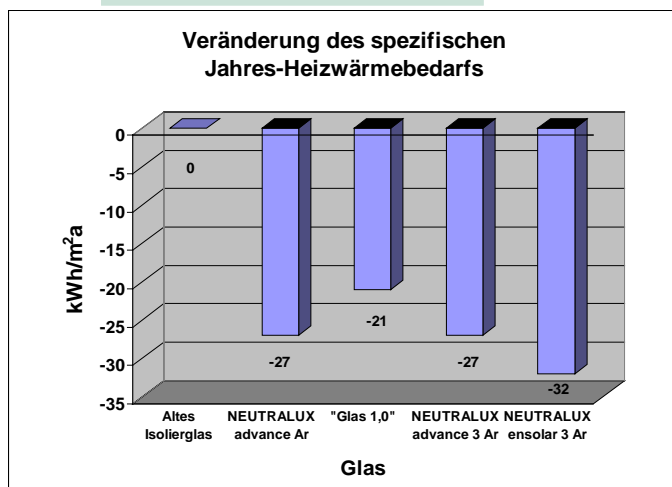


**Auswirkungen der Glasauswahl
auf den Energiebedarf nach dem
Glas- oder Fenstertausch ?**

**Vergleichsgröße:
Spezifischer Jahres-Heizwärmebedarf
nach DIN V 4108-6**

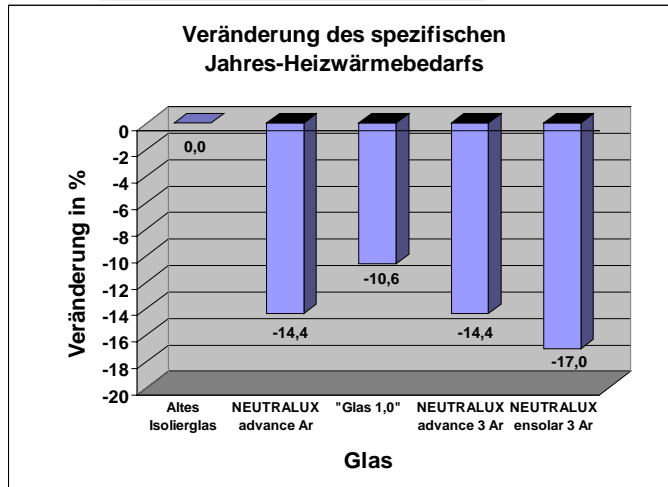
Quelle:
Studie Prof. Maas
für ISOLAR

Energieeffizienz (Sanierung)



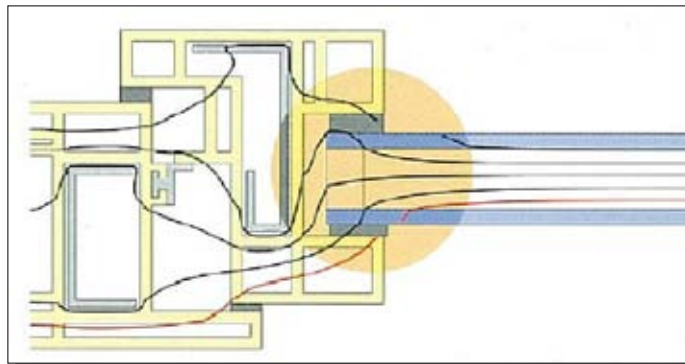
Quelle:
Studie Prof. Maas
für ISOLAR

Energieeffizienz (Sanierung)



Quelle:
Studie Prof. Maas
für ISOLAR

Und die „Warme Kante“ ?



Der ψ -Wert ist ein Fensterwert

Und die „Warme Kante“ ?



Der ψ -Wert hängt ab von:

- Glas (Glasaufbau, U_g -Wert)
- Rahmen (Material, Geometrie, U_f -Wert)
- Randverbund (Materialien, Geometrie)
- Verglasungssystem (Materialien, Geometrie)

Und die „Warme Kante“ ?



Repräsentative ψ -Werte:

Oktober 2008 – Nr. 12 – Änderung Index 1

ARBEITSKREIS 'WARME KANTE'

BF

Datenblatt
Psi-Werte Fenster


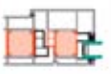
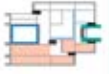





RAL
ZERTIFIZIERT
REINIGUNGSGEMÄß
REINIGUNGSGEMÄß

GLASWERKE **ARNOLD**
Markendorf

Glaswerke Arnold GmbH & Co. KG
Neuseser Straße 1
D - 91732 Merkendorf









Und die „Warme Kante“ ?



| Produktname | Alt-Zentraler Baustil in mm | Materiale | Wärmeleitfähigkeit λ in W/mK | Dicke s in mm |
|--|---|---|--|---|
| WEP classic  | 6,5 | Edelstahl Edelstahl | 15 | 0,20 |
| Metall mit thermischer Trennung | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  Zwischenfensteranalogie $\lambda_g = 1,3 \text{ W/mK}$ | 0,071 | 0,052 | 0,054 | 0,060 |
|  Doppelstufenanalogie $\lambda_g = 0,7 \text{ W/mK}$ | 0,067 | 0,049 | 0,055 | 0,061 |

Und die „Warme Kante“ ?



| Produktname | Alt-Zentraler Baustil in mm | Materiale | Wärmeleitfähigkeit λ in W/mK | Dicke s in mm |
|--|---|---|--|---|
| Thermik TLN A Isolierkammer  | 7 | Edelstahl Kunststoff | 15 0,23 | 0,10 1,3/0,8 |
| Metall mit thermischer Trennung | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  Zwischenfensteranalogie $\lambda_g = 1,3 \text{ W/mK}$ | 0,051 | 0,041 | 0,041 | 0,044 |
|  Doppelstufenanalogie $\lambda_g = 0,7 \text{ W/mK}$ | 0,045 | 0,038 | 0,039 | 0,042 |





Dreifach-Schalldämmglas :

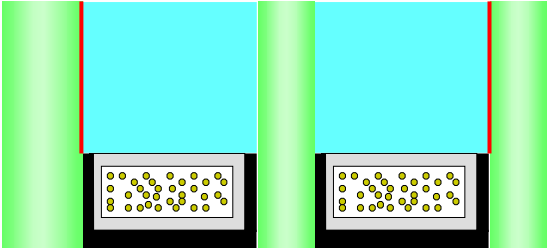
ISOLAR

ISOLAR GLAS 50 JAHRE
Erfahrung · Wissen · Vertrauen

Dreifach Schalldämmglas



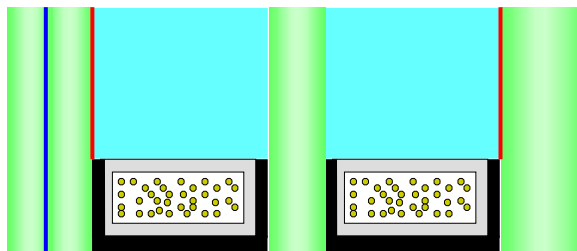
Ein neues Produktprogramm:



Dreifach Schalldämmglas



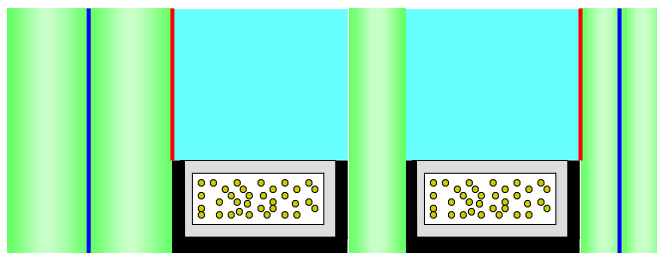
Ein neues Produktprogramm:



Dreifach Schalldämmglas



Ein neues Produktprogramm:

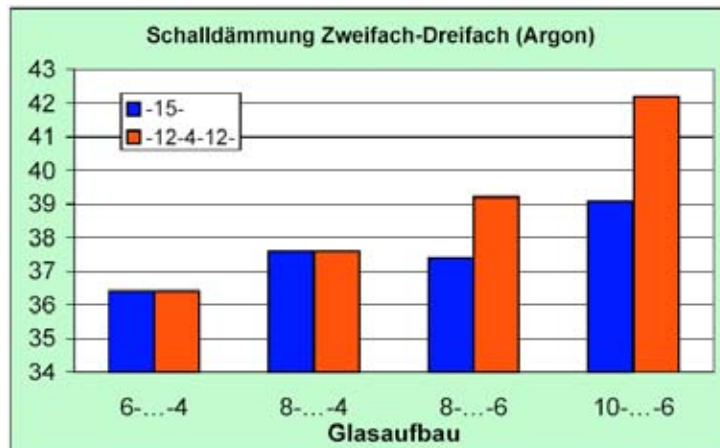


Dreifach Schalldämmglas

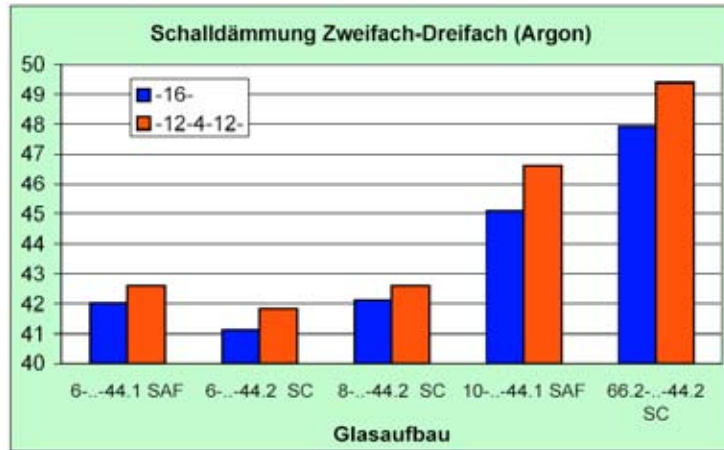


- Asymmetrische Glasdicken
- Scheibenabstand vergrößern
- Akustik VSG
- Zweimal Akustik VSG
- **Asymmetrische Abstände**
- **Mittlere Scheibe**

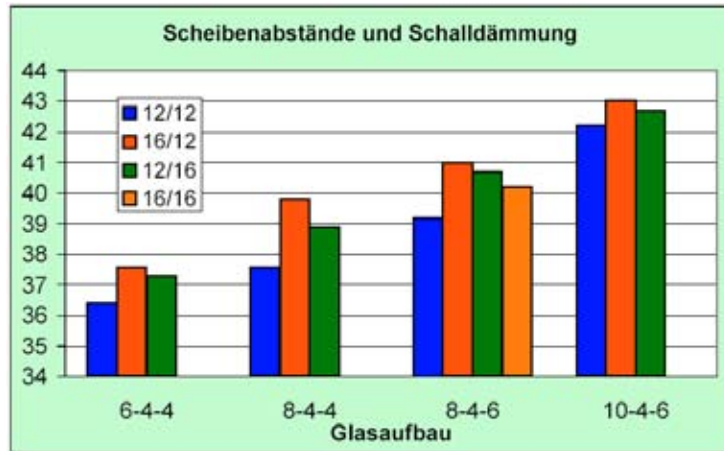
Schalldämmung im Vergleich



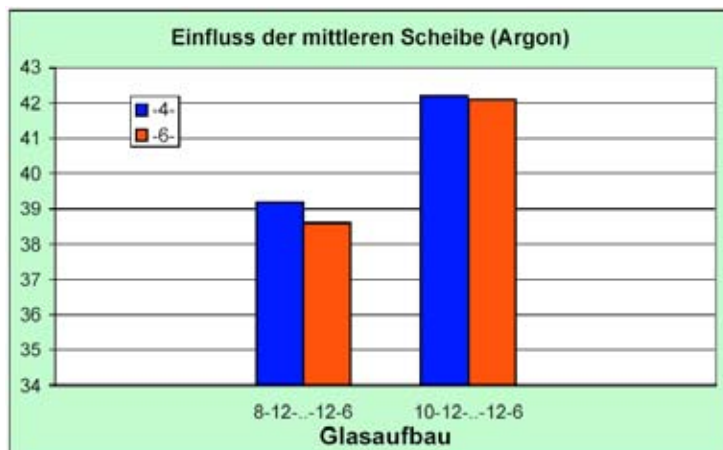
Schalldämmung im Vergleich



Schalldämmung mit Dreifachglas



Schalldämmung mit Dreifachglas

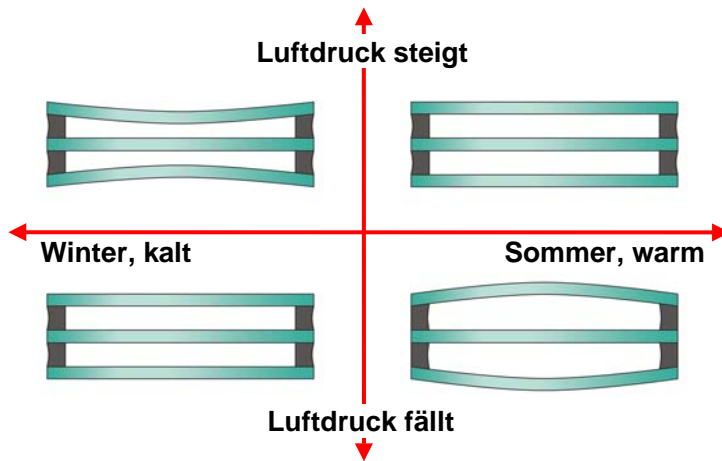


Schalldämmung mit Dreifachglas

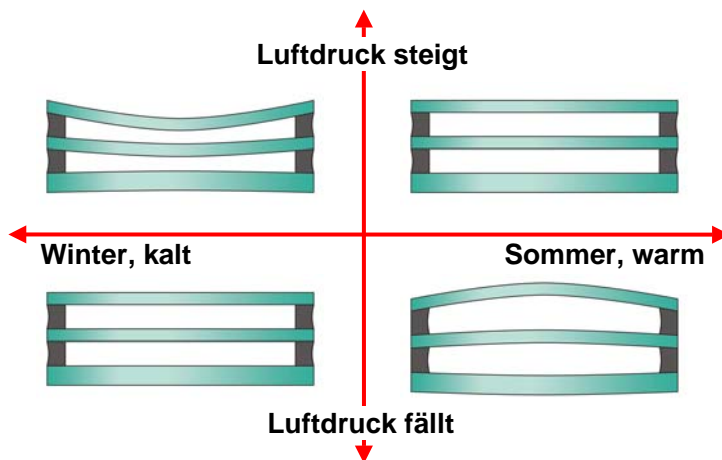


- Dreifach (x-12-4-12-y) mindestens wie Zweifach (x-15/16-y)
- Asymmetrische Abstände verbessern die Schalldämmung geringfügig
- Der günstigste Fall:
Großer Abstand zu dicker Scheibe
- Die mittlere Scheibe (4 - 6 mm) hat keine Bedeutung

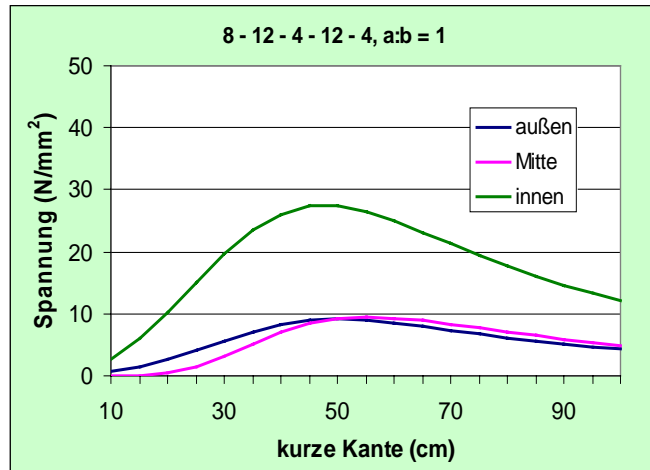
Der Isolierglaseffekt



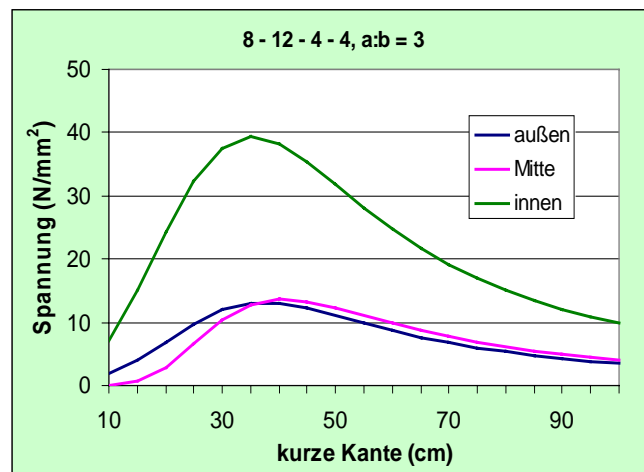
Der Isolierglaseffekt



Der Isolierglaseffekt



Der Isolierglaseffekt



Empfehlungen zum Vorspannen ?

- **Zweifach-Schalldämmglas**

Dünnere Scheibe mit Kantenlänge < 50 cm

(Prospekte der Anbieter)

- **Dreifach-Schalldämmglas**

Dünnere, äußere Scheibe mit Kantenlänge < 70 cm

(Leitfaden Dreifachglas des BF)

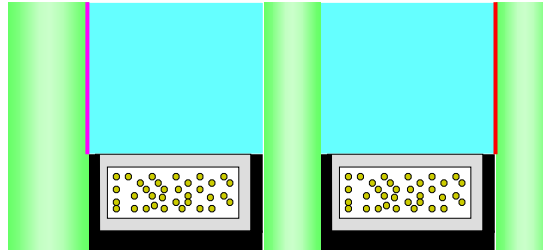


Dreifach-Sonnenschutzglas :

Dreifach Sonnenschutzglas



Ein neues Produktprogramm:



Dreifach Sonnenschutzglas



| | U_g (W/m ² K) | | L_T (%) | | g (%) | | L_R (%) | |
|---------|----------------------------|-----|-----------|----|---------|----|-----------|----|
| | | | | | | | | |
| platin | 1,1 | 0,7 | 71 | 63 | 42 | 37 | 11 | 15 |
| polaris | 1,1 | 0,7 | 65 | 58 | 36 | 32 | 12 | 15 |
| scandic | 1,1 | 0,7 | 53 | 47 | 27 | 24 | 17 | 19 |
| crystal | 1,1 | 0,7 | 60 | 54 | 32 | 29 | 16 | 19 |
| ocean | 1,1 | 0,7 | 35 | 31 | 19 | 17 | 26 | 27 |

: 6-15/16-4 : 6-12-4-12-4

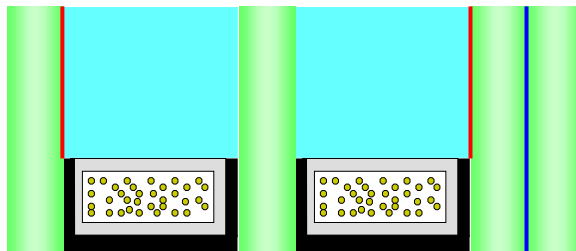


Dreifachglas mit Angriffshemmung :

Dreifach Objektschutzglas



Noch ein neues Produktprogramm:

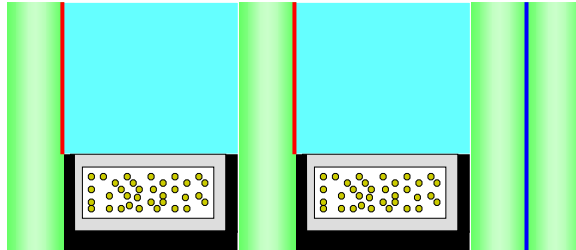


Achtung: Beschichtetes VSG !

Dreifach Objektschutzglas



Noch ein neues Produktprogramm:



Oder : Beschichtetes ESG !

Dreifachglas mit Absturzsicherung :

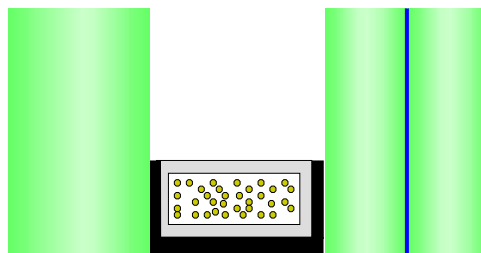
Absturzsichernde Dreifach-Verglasungen ?

Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV):

- Tabelle 2 enthält keine Dreifachgläser
- Nachweis der Stoßsicherheit muss deshalb mit Pendelschlagversuchen geführt werden

Absturzsichernde Dreifach-Verglasungen ?

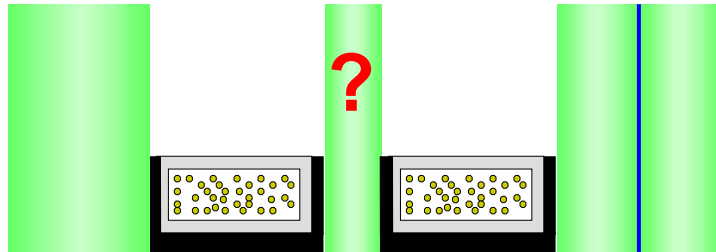
Man nehme einen Aufbau aus Tabelle 2:



ESG ≥ 12 mm VSG

Absturzsichernde Dreifach-Verglasungen ?

... und baue diesen um eine mittlere Scheibe:



ESG $\geq 12 \text{ mm}$ $\geq 12 \text{ mm}$ VSG

Absturzsichernde Dreifach-Verglasungen ?

Glasart der mittleren Scheibe?

Angriffseite ESG:

- Beschluss der Länder
- Mittlere Scheibe aus ESG

Angriffseite VSG:

- Kein Beschluss der Länder
- Glasart der mittleren Scheibe offen

Absturzsichernde Dreifach-Verglasungen ?

Forschungsprojekt:

Vergleichende
Pendelschlagversuche
an Zweifachglas
und Dreifachglas



Absturzsichernde Dreifach-Verglasungen ?

Forschungsprojekt:

| Aufbau | Abmessung in mm | Anzahl | Lage |
|-------------------------|--------------------|--------|----------------------|
| VSG10/12/ESG8 | 2100 x 3000 | 2 | 2 stehend |
| VSG10/12/Float4/12/ESG8 | 2100 x 3000 | 4 | 2 stehend, 2 liegend |
| VSG10/12/ESG8 | 500 x 1000 | 2 | 2 stehend |
| VSG10/12/Float4/12/ESG8 | 500 x 1000 | 4 | 2 stehend, 2 liegend |
| ESG8/12/VSG8 | 2100 x 3000 | 2 | 2 stehend |
| ESG8/12/Float4/12/VSG8 | 2100 x 3000 | 8 | 4 stehend, 4 liegend |
| ESG8/12/VSG8 | 500 x 1000 | 2 | 2 stehend |
| ESG8/12/Float4/12/VSG8 | 500 x 1000 | 4 | 2 stehend, 2 liegend |

Absturzsichernde Dreifach-Verglasungen ?

Forschungsprojekt:

Keine Abweichungen bei den Pendelschlagversuchen

Vorschlag zur Erweiterung der Tabelle 2



Absturzsichernde Dreifach-Verglasungen ?

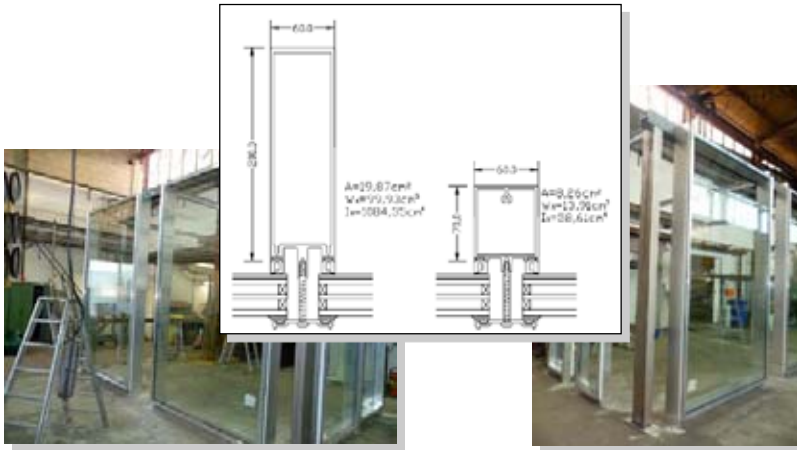
Forschungsprojekt:

Ersatz für Pendelschlagversuche

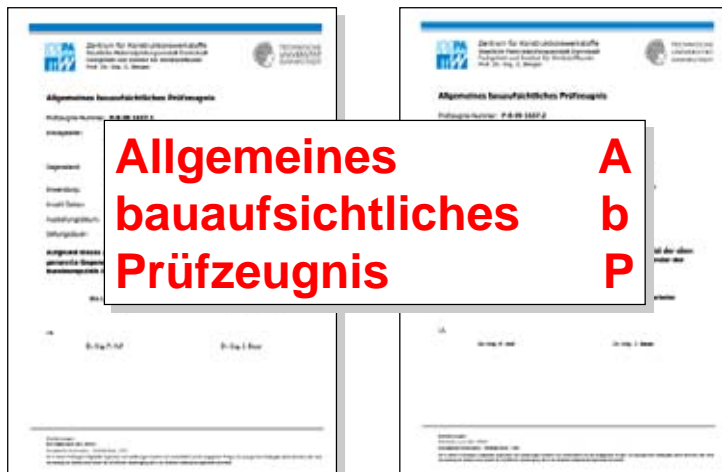
Hilfe bei Zustimmung im Einzelfall



Pendelschlagversuche für ISOLAR



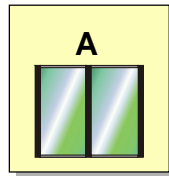
Pendelschlagversuche



Allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse

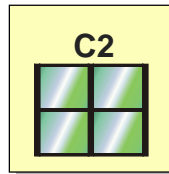
Aufgabe:

- Nachweis der Stoßsicherheit (Glas + Konstruktion)
- Kein Nachweis der Statik



Kategorie A:

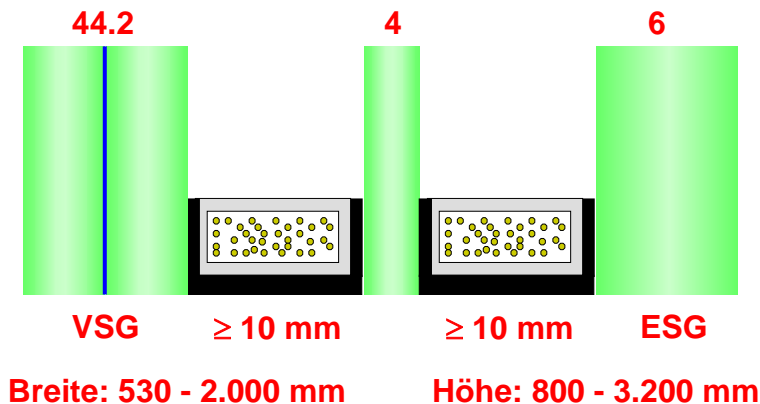
- Vertikalverglasung (z.B. raumhoch)
- Kein Brüstungsriegel oder Holm



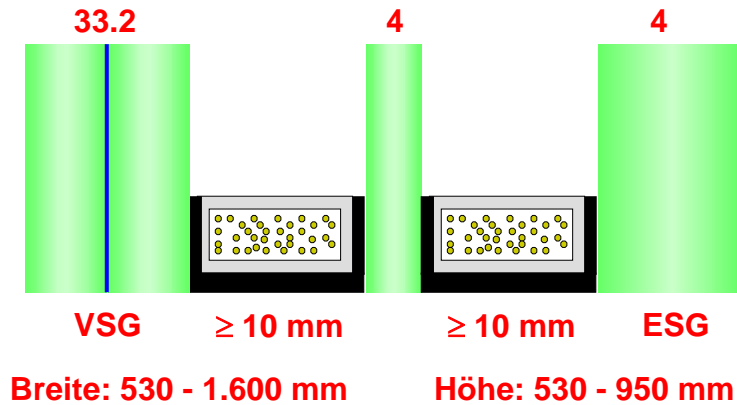
Kategorie C2:

- Vertikalverglasung
- Nur unter „Holmhöhe“

AbP Nr. P-B 09 1637.2 (Kategorie A)



AbP Nr. P-B 09 1637.1 (Kategorie C2)



Glasaufbau, Lagerung und Konstruktion

Glasaufbau:

- Dickere Gläser erlaubt
- Mehr Folien erlaubt (auch Akustikfolien)
- Größere Abstände erlaubt

Lagerung:

- Allseitig linienförmig gelagert

Rahmenkonstruktion:

- Rahmen aus Stahl, Aluminium und Holz
- Vorgaben zur Steifigkeit von Pfosten und Riegeln
- Vorgaben für Druckleisten und Verschraubungen