

10 Eigenschaften des Glases

- * Mechanische Eigenschaften
- * Optische Eigenschaften
- * Thermische Eigenschaften
- * Akustische Eigenschaften
- * Chemische Eigenschaften

10.1 Mechanische Eigenschaften:

10.1.1 Die Dichte:

Die Dichte eines Stoffes ist das Verhältnis zwischen Masse und Volumen dieses Stoffes.

Formel: Dichte = Masse / Volumen
 $\rho = m / V$

Die Dichte von Sodakalkglas beträgt 2,5.

⇒ 1 dm³ Sodakalkglas = 2,5 kg

1 m² Sodakalkglas, 1 mm dick = 1 dm³ = 2,5 kg

Rechenbeispiele:

Wie groß ist die Masse einer Schaufensterscheibe aus Floatglas, klar, 8 mm mit den Abmessungen 2310 x 1850 mm?

Masse = Dichte x Glasdicke in mm x Flächeninhalt in m²
= $\rho \cdot D \cdot A$
= 2,5 · 8 · (2,31 · 1,85)
= 85,47 kg

Tabelle: Dichte verschiedener Stoffe

Sodakalkglas:	2,5	Wasser	1,0
Bleiglas 24% PbO	2,9	Blei	11,34
Borsilikatglas	2,23	Stahl	7,86
Acrylglas PMMA	1,2	Alu	2,7
Plast. Dichtstoff	2,2	Holz (Fichte)	0,6

Rechenbeispiele:

Wie groß ist die Masse eines Stangenglases aus "Duran", \varnothing 12 mm, per Laufmeter?
?

$$\begin{aligned}\text{Masse} &= \rho \times V \text{ (cm}^3\text{)} \\ &= 2,23 \times (0,6^2 \times \pi \times 100) \\ &= 252,20706 \text{ g} \approx 252 \text{ g}\end{aligned}$$

Wie groß ist die Masse eines Aquariums aus Float klar 10 mm, mit den Außenabmessungen 650 x 390 x 450 h, bei vollständiger Füllung mit Wasser? Das Aquarium ist mit Silicon geklebt, Fugenbreite ist Glasdicke/4.

$$\begin{aligned}\text{Masse Glas} &= 0,65 \times 0,45 \times 2 \\ &+ (0,365 \times 0,45 \times 2) \\ &+ (0,625 \times 0,365) \\ &= \times 10 \times 2,5 = \underline{28,540625 \text{ kg}}\end{aligned}$$

$$\text{Masse Wasser} = 6,3 \times 3,7 \times 4,4 = 102,564 \text{ dm}^3 = \text{l} = \text{kg}$$

$$\text{Masse gesamt} = 131,10463 \text{ kg} = 131,105 \text{ kg}$$

(Die Masse des Silicons ist gering und wird nicht berücksichtigt!)

Wie groß ist die Masse einer Tischplatte aus Floatglas, grau, 12 mm, \varnothing 1100 mm ?

$$\begin{aligned}\text{Masse} &= A \text{ (m}^2\text{)} \times D \text{ (mm)} \times 2,5 \\ &= ((1,1 : 2)^2 \times \pi) \times 12 \times 2,5 \\ &= 28,509953 \approx 28,51 \text{ kg}\end{aligned}$$

Wie groß ist die Masse eines Isolierglases mit dem Elementaufbau 2x Floatglas, klar, 4 mm; 12 mm SZR und den Abmessungen 890 mm x 1230 mm ?

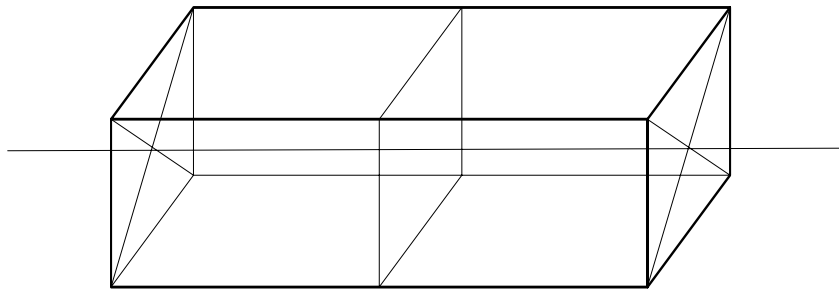
$$\begin{aligned}\text{Masse} &= A \text{ (m}^2\text{)} \times D \text{ (mm)} \times 2,5 \\ &= (0,89 \times 1,23) \times (4+4) \times 2,5 \\ &= 21,894 \text{ kg}\end{aligned}$$

(Die Masse des Randverbundes ist gering und bleibt unberücksichtigt!)

10.1.2 Druckfestigkeit:

Zur Veranschaulichung der Druckfestigkeit stelle man sich einen Prüfkörper aus einem bestimmten Material vor. Der Prüfkörper hat zwei parallele Endflächen, einen bestimmten Querschnitt (A in mm^2) und wird zusammengedrückt. Die Kraft (F in N), welche unmittelbar vor Bruch vorliegt, bezogen auf die belastete Querschnittsfläche ist die Druckfestigkeit.

Abbildung: Prüfkörper bei Druckbelastung



Einheiten: Druckfestigkeit σ_{dB} in N/mm^2

Kraft (F) in N

Querschnittsfläche (A) in mm^2

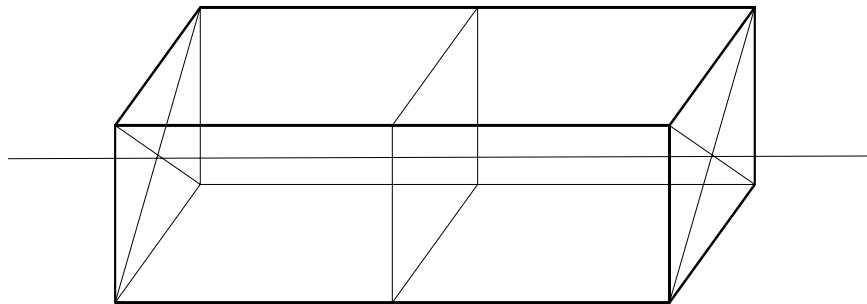
Formel: $\sigma_{dB} = F/A$

Druckfestigkeit: Soda- Kalkglas = $880 \text{ N}/\text{mm}^2$ - $930 \text{ N}/\text{mm}^2$
= 880 Mpa – 930 MPa

10.1.3 Zugfestigkeit:

Zur Veranschaulichung der Zugfestigkeit stelle man sich wieder den zuvor genannten Prüfkörper vor. Dieser Prüfkörper wird nun auf Zug belastet. Die Kraft in N, welche unmittelbar vor dem Abreißen vorliegt, bezogen auf die belastete Querschnittsfläche ist die Zugfestigkeit.

Abbildung: Prüfkörper bei Zugbelastung.



Einheiten:

Zugfestigkeit in N/mm^2
Kraft (F) in N
Querschnittsfläche (A) in mm^2

Formel: Zugfestigkeit = F/A

Zugfestigkeit: Soda- Kalkglas = $90 \text{ N}/\text{mm}^2$
(= 90 MPa)

10.1.4 Biegefestigkeit auch Biegezugfestigkeit.

Zur Veranschaulichung der Biegezugfestigkeit stelle man sich wieder den zuvor genannten Prüfkörper vor. Dieser Prüfkörper wird an seinen Endpunkten unterstützt und dann von oben, über seine ganze Oberfläche belastet. (=Flächenlast) Der Prüfkörper wird sich dabei durchbiegen.

Im Prüfkörper treten dadurch Spannungen auf.

Druckspannungen in der Zone der Stauchung = Innenbogen
Zugspannungen in der Zone der Dehnung = Außenbogen

Einheiten:

Biegefestigkeit σ_{bB} in N/mm^2

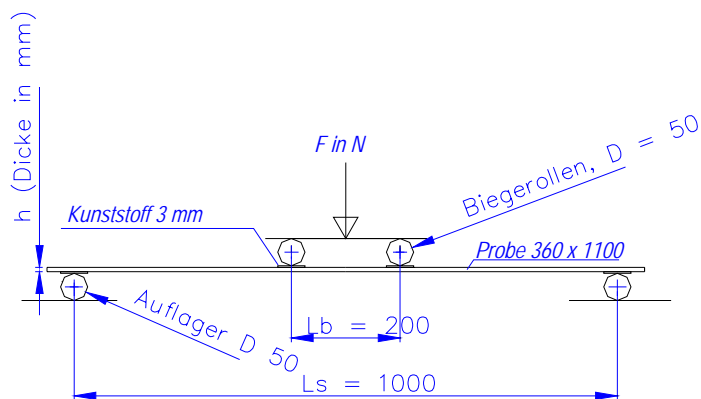
zulässige Biegezugfestigkeit $\sigma_{bB \text{ zul.}}$ in N/mm^2

Kraft F in N

belastete Fläche A in mm^2

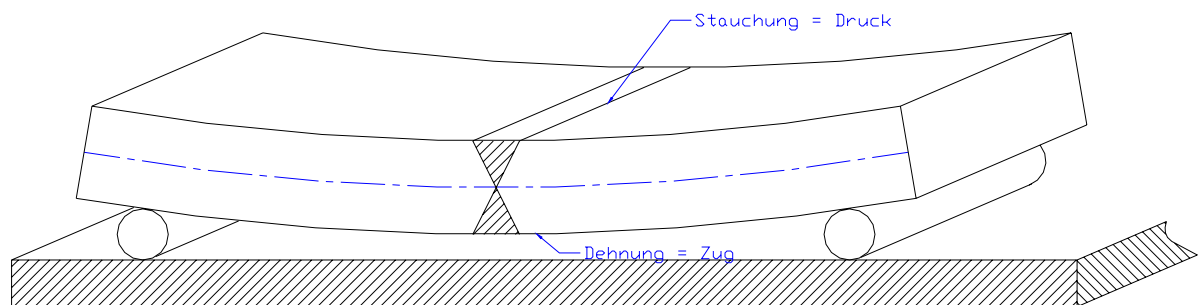
Abbildung: Prüfanordnung zur Bestimmung der Biegefestigkeit

Biegezugfestigkeit: Sodakalkglas = $90 N/mm^2$ (= 90 MPa)



Praktischer Rechenwert für lotrecht
eingebautes Floatglas = $\sigma_{\text{zul.}} 30 N/mm^2$ (30 Mpa)

Abbildung: Belastungen bei Durchbiegung



Stauchung = Druckspannung im Innenbogen
Dehnung = Zugspannung im Außenbogen

10.1.5 Elastizitätsmodul:

Unter Elastizitätsmodul, kurz E, versteht man jene theoretische Kraft, welche erforderlich ist um einen Prüfkörper mit einer bestimmten Länge auf die doppelte Länge zu dehnen.

$$E = 7 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$$

Tabelle: Mech. Festigkeitswerte verschiedener Werkstoffe

Stoff	σ_{dB} in N/mm ² (= MPa)	$\sigma_{bB \text{ zul}}$ in N/mm ² (= MPa)	E in N/mm ² (= MPa)
Floatglas	880 - 930	30	70.000
Gußglas	880 - 930	30	70.000
Drahtglas	880 - 930	20	70.000
ESG (thermisch vorgespannt)	700 - 900	50	70.000
teilvergespanntes Glas TVG		40	
VSG		30	
PMMA		105	3.300
PC			2.400
Alu AlMn		100	
Baustahl St 37		370	210.000

Zusammenfassung:

Die angeführten Werte gelten nur für Glas ohne irgend eine Verletzung, wie z.B. Kratzer, Schnittkanten.

Für statische Berechnungen ist σ_{zul} zu verwenden. Bei besonderen

Anforderungen ist ein zusätzlicher Sicherheitsfaktor anzuwenden. z.B. bei Aquarien

10.1.6 Die Härte:

10.1.6.1 Härte nach Mohs

Die Angabe der Härte von Glas erfolgt gewöhnlich nach der Härteskala von "Mohs".

1	Talk
2	Gips
3	Kalkspat
4	Flußspat
5	Apatit
6	Feldspat - Sodakalkglas, Bimsstein
7	Quarz
8	Topas
9	Korund, Elektrokorund, Siliziumkarbid, Hartmetall
10	Diamant

10.1.6.2 Härte nach Knopp laut DIN 52333:

470 HK 01/20

10.1.6.3 Schlüsse:

Für die mechanische Bearbeitung von Glas sind alle jene Stoffe von Bedeutung, deren Härte gleich groß oder größer ist als jene des Glases.

Bimsstein:	Polieren
Quarz:	Schleifen
Elektrokorund:	Schleifen, Sandstrahlen, Bohren
Siliziumkarbid:	Schleifen, Sandstrahlen, Bohren
Hartmetall:	Schneiden, Bohren
Diamant:	Schneiden, Schleifen, Bohren, Trennen.

10.2 Optische Eigenschaften

10.2.1 Transmission Licht (T_L) = Lichttransmissionsgrad τ (tau)

Unter T_L versteht man den Strahlungsdurchgang im Wellenlängenbereich von 380 nm - 780 nm in %.

10.2.2 Transmission Gesamtstrahlung, Kurzbezeichnung T_G oder g.

Unter T_G versteht man den Strahlungsdurchgang im Wellenlängenbereich von 320 nm - 2500 nm in %

g Wert = T_G in Dezimalwert

Beispiel: Float 4mm T_G 87% = g Wert = 0,87

Iso 4/12/4 T_G 77% = g Wert = 0.77

10.2.3 Transmission UV- Strahlung; Kurzbezeichnung T_{UV}

Unter T_{UV} versteht man den Strahlungsdurchgang im Wellenlängenbereich von 280 nm - 380 nm in %

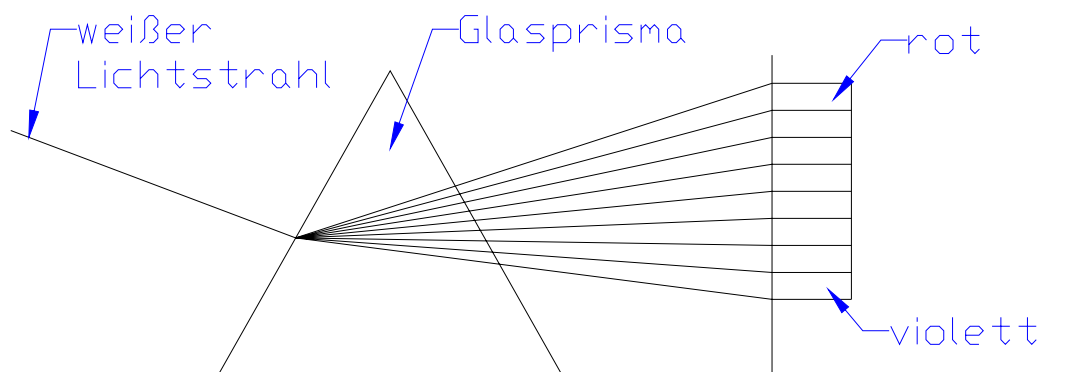
UV - B 280 nm - 315 nm

UV - A 315 nm - 380 nm

10.2.4 Lichtzerlegung:

Beim Durchgang des Lichtes durch ein Glasprisma wird das weiße Licht in die Spectralfarben zerlegt. Jede Farbe ist Strahlung einer bestimmten Wellenlänge.

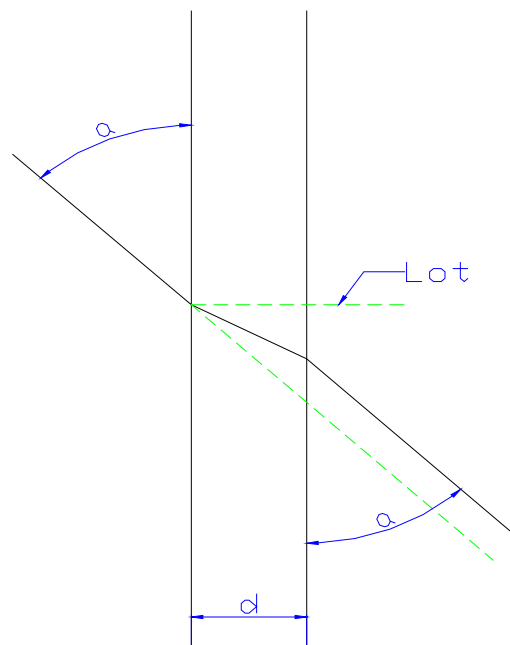
Abbildung: Lichtzerlegung



10.2.5 Beim Durchgang der Lichtstrahlung durch Medien verschiedener Dichte wird die Richtung der Strahlung geändert.

Bei Eintritt in ein dichteres Medium wird der Strahlengang zum Lot, bei Eintritt in ein leichteres Medium vom Lot gebrochen.

Abbildung: Stahlung durch Luft, Glas, Luft.



Brechzahl n von Glas = 1,52

Formel: $n = c_1 / c_2$

c = Ausbreitungsgeschwindigkeit der Strahlung im Medium.

10.2.6 Lichtstreuung:
Eine Lichtstreuung entsteht dann, wenn die Strahlungsrichtung beim Durchgang durch einen Stoff in verschiedene Richtungen abgelenkt wird. Dadurch kann entstehen:

keine Durchsicht
diffuses Licht => schattenfreies Licht
tiefere Raumausleuchtung
Lichtlenkung

Produkte mit lichtstreuender Wirkung:

- * Mattglas
- * Milchüberfangglas
- * versch. Gußgläser
- * satiniertes Glas
- * Glasplatten mit zwischengelagerter Glasfasermatte
- * Glasplatten mit zwischengelagerter Kunststoff-Kapillarplatte
- * VSG mit Mattfolie

Beispiel lichtlenkendes Glas => KFZ- Scheinwerferglas

10.2.7 Reflexion:
Als Reflexion wird jener Strahlungsanteil bezeichnet, welcher beim Auftreffen auf Grenzflächen zurückgestrahlt wird. Floatglas hat eine Reflexion von ca. 4% je Grenzfläche.

Der Anteil der Reflexion von Floatglas kann durch Bearbeitung der Glasoberflächen verändert werden.

Verminderung durch Beschichten, Ätzen, Sandstrahlen.
Vermehrung durch Beschichten.

10.2.8 Absorbtion
Unter Absorbtion wird jener Strahlungsanteil verstanden, welcher innerhalb eines Stoffes aufgenommen wird.
Die absorbierte Strahlung wird dabei in Wärme umgewandelt und, entsprechende Bedingungen vorausgesetzt, von diesem Stoff als Wärmestrahlung wieder abgestrahlt. (= Sekundärstrahlung)

Die Absorbtion von Float klar mit einer Glasdicke zwischen 4 und 10 mm beträgt ca. 2%.

Dieser Wert kann beeinflusst werden:

Verringerung:	reinweißes Floatglas
Vermehrung:	in der Masse eingefärbtes Glas metalloxidbeschichtetes Glas eingefärbtes und metalloxidbeschichtetes Glas Teil- bzw. Voll- Email beschichtetes Glas

Abbildung: Strahlungsdurchgang durch Flachglas

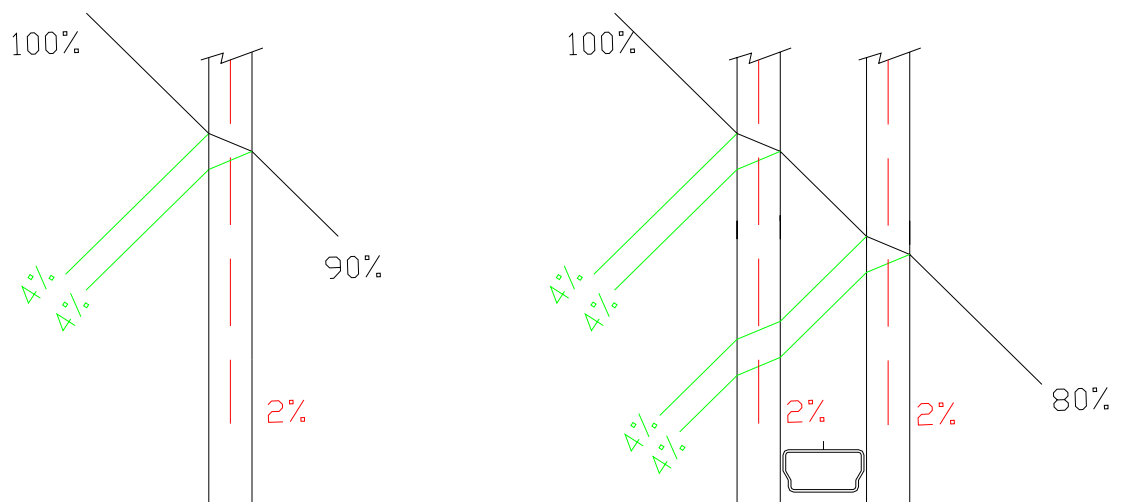


Tabelle: Strahlungsdurchlässigkeit verschiedener Flachglasprodukte

Produkt:	TL in % EN 410	g Wert EN 410	Shading Coefficient (g/0,87)
Float klar 4 mm	90	0,85	0,98
Float grau 4 mm	54	0,66	
Float bronze 4 mm	61	0,69	
Float grün 4 mm	79	0,64	
Isolierglas aus 2x Float klar 4 mm, 12 SZR Luft	81	0,76	
Isolierglas mit verbesserter Wärmedämmung, neutral, Typ 1,3	76	0,63	
Isolierglas mit verbesserter Wärmedämmung; Typ 1,1	77	0,62	
Isolierglas mit verbesserter Wärmedämmung Typ hardcoating ϵ 0,2	72	0,60	

10.2.9 Polarisiertes Licht
 Lichtwellen, die nur in einer Ebene und nicht in alle Richtungen schwingen.

10.2.10 Interferenzen:
 Das Ergebnis der Überlagerung von Lichtwellen. Treffen Wellenberg auf Wellenberg oder Wellental auf Wellental so verstärken sich die Wellen.
 Treffen Wellenberg auf Wellental so schwächen sich die Wellen ab.

10.3 Thermische Eigenschaften

10.3.1 Temperaturwechselbeständigkeit:

Darunter versteht man die Beständigkeit eines Stoffes gegenüber Temperaturdifferenzen innerhalb dieses Stoffes.

zulässige Temperaturgradienten:

Sodakalkglas, Glasdicke 4 - 10 mm	40 K
Thermisch vorgespanntes Glas ESG	150 K
Wärmeverfestigtes Glas (TVG)	100 K
Borsilikatglas + vorgespannt; z.B. "Pyran"	400 K
Glaskeramik	800 K

10.3.2 Wärmedehnung:

Die meisten Stoffe vermehren ihr Volumen bei Erwärmung und verringern es bei Abkühlung. Die Größe dieser Bewegungen wird mit der Ausdehnungszahl (a oder α) angegeben.

$$a \text{ Sodakalkglas} = 9,0 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{m} \cdot \text{K} = 0,000\,009 \text{ m} \cdot \text{m} \cdot \text{K} ;$$

gerundet $0,01 \text{ mm} \cdot \text{m} \cdot \text{K}$

Ausdehnungszahlen anderer Stoffe:

Sodakalkglas	0,01	mm*m*K
Quarzglas	0,001	mm*m*K
Borsilikatglas "Duran"	0,003	mm*m*K
Acrylglas PMMA	0,07	mm*m*K
Polycarbonat PC	0,07	mm*m*K
Alu	0,023	mm*m*K
Stahl	0,013	mm*m*K

Berechnung der Wärmedehnung:

$$\begin{aligned} \text{Ausdehnung in mm} &= \text{Ausdehnungszahl} \cdot l_{\text{fm}} \cdot \text{Temperaturdifferenz in K} \\ &= a \cdot l_{\text{fm}} \cdot K \end{aligned}$$

Berechnungsbeispiele:

Beispiel 1:

Wie groß sind die Dehnbewegungen einer Schaufensterscheibe aus Floatglas klar 8 mm, mit den Abmessungen 2630 * 1970 ?

Die Temperaturdifferenz errechnet sich aus den angenommenen Werten:

Minimaltemperatur - 26 C
Maximaltemperatur 54 C
Temperaturdifferenz 80 C = 80 K; Kurzbezeichnung $\Delta T = 80$ K

$$\Delta L = a * l_{fm} * \Delta T$$

$$= 0,01 * 2,63 * 80 = 2,104 \text{ mm}$$

$$= 0,01 * 1,97 * 80 = 1,576 \text{ mm}$$

$$= 0,01 * 0,008 * 80 = 0,0064 \text{ mm}$$

Die Bewegung in der Glasdicke ist so gering, daß sie bei Verglasungsarbeiten unberücksichtigt bleiben kann!

Beispiel 2:

Wie groß ist die Dehnbewegung des Aluprofils von Beispiel 1 und welche Schlüsse sind daraus zu ziehen?

$$= 0,023 * 2,63 * 80 = 4,8392 \text{ mm}$$

Scherbewegung zwischen Aluprofil und Glas
 $= 4,8392 \text{ mm} - 2,104 \text{ mm} = 2,7352 \text{ mm}$

Schlüsse:

Scherbewegung zwischen Aluprofil und Glas => Dichtstoff zwischen Rahmen und Glas, welcher in der Lage ist, die Scherbewegungen zu überbrücken => elastischer Dichtstoff.

Beispiel 3:

Wie groß sind die Dehnbewegungen von Glas bzw. Aluprofil bei einer Verglasung mit Profilbauglas?

Welche Schlüsse sind daraus zu ziehen?

Abmessungen: 6410 * 1980

Temperaturdifferenz: 90 K

$$\begin{aligned}\text{Ausdehnung des Glases in der Länge} &= a * l_{fm} * K \\ &= 0.01 * 6,41 * 90 = 5,769 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\text{Ausdehnung des Aluprofils} = 0.023 * 6,41 * 90 = 13,2687 \text{ mm}$$

Schlüsse:

- * gleitfähige Befestigung des Aluprofiles
- * Ausbildung einer Dehnfuge beim Aluprofil
- * Scherbewegung zwischen Glas und Alurahmen
 $13,2687 - 5,769 = 7,4997 \text{ mm}$
- * elastischer Dichtstoff zwischen Glas und Rahmen.
- * Einhaltung eines Spielraumes zwischen den einzelnen Profilglasbahnen und Abdichtung mit elastischem Dichtstoff.

10.3.3 Wie groß ist die Dehnbewegung einer Glasröhre aus Borsilikatglas („Duran“) mit den Abmessungen:

Länge: 1500 mm

Durchmesser: 60 mm

Wanddicke: 2 mm

Temperaturdifferenz: 120 K

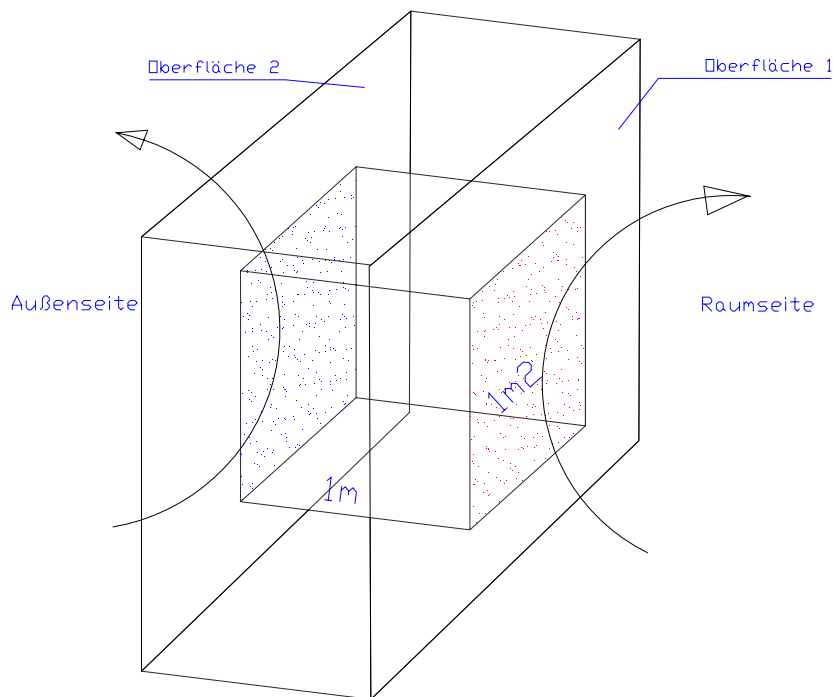
$$\begin{aligned}\text{Ausdehnung des Glases in der Länge} &= a * l_{fm} * K \\ &= 0.003 * 1,5 * 120 = 0,54 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vergrößerung des Durchmessers:} &= a * l_{fm} * K \\ &= 0.003 * (0,058 * \pi) * 120 = 0,066 \text{ mm}\end{aligned}$$

10.3.3 Wärmeleitung:

Unter Wärmeleitung versteht man den Wärmetransport innerhalb eines Stoffes und zwar von der wärmeren Schicht (Oberfläche) zur kälteren Schicht.

Abbildung: Wärmeleitung in einem Stoff



Die Wärmeleitzahl λ sagt aus, welche Wärmemenge in W durch einen Stoff, mit der Dicke 1 m, in der Zeiteinheit 1 Std. hindurchgeht, wenn die Temperaturdifferenz der Stoffoberflächen 1 K beträgt.

Einheit: λ in $J * m * s *$	λ in $W/m * K$
Soda- Kalkglas	1
Silber	580
Kupfer	384
Alu	204
Holz (Fichte)	0,14
Korkplatten	0,041
Styropor	0,04
Lochziegel	0,52
Putz	0,87

10.3.4 Wärmedurchlaßwiderstand $D = \text{Kehrwert von Wärmedurchlaßzahl } \Lambda$
 $D = 1/\Lambda$

10.3.4 Wärmeübergang: α

Unter Wärmeübergang versteht man die Wärmeübertragung von einer angrenzenden Luftschicht auf die Oberfläche eines Stoffes oder umgekehrt. Die Wärmeübergangszahl (α) gibt an, welche Wärmemenge in W auf 1 m² bei einer Temperaturdifferenz von 1 K in der Zeiteinheit 1 Std. übertragen wird.

Einheit: α in W / m² * K

10.3.5 Wärmeübergangswiderstand

Kehrwert von Wärmeübergang = $1/\alpha$

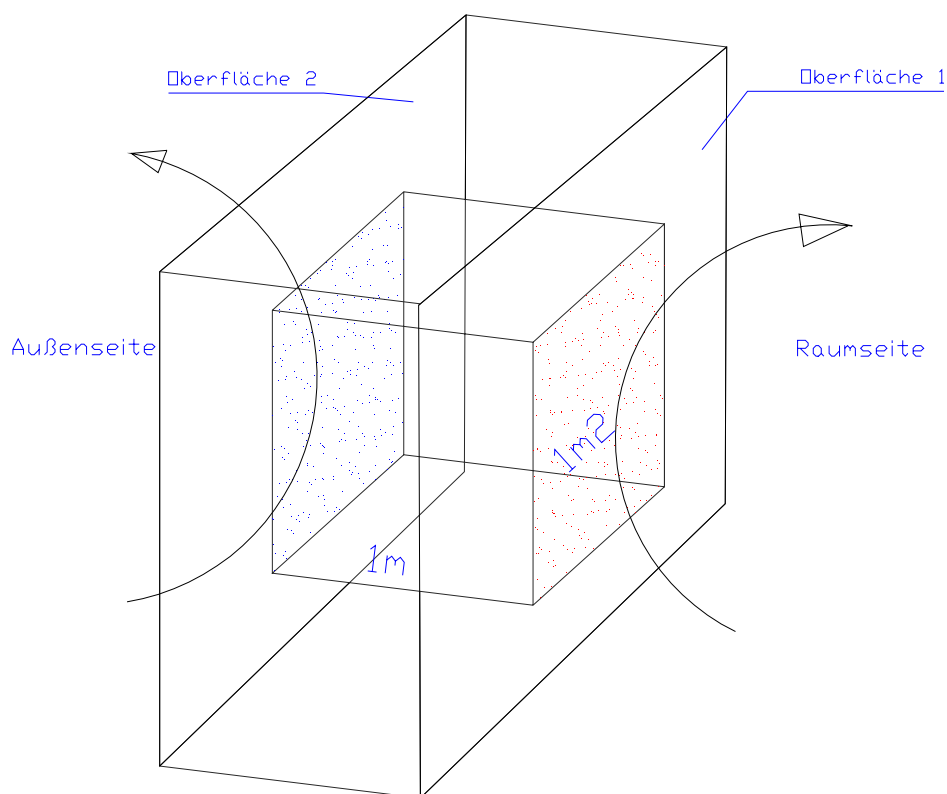
Für Wärmedurchgangsberechnungen sind die, in der ÖNORM B 8110 angegebenen Wärmeübergangszahlen bzw. Wärmeübergangswiderstände anzuwenden!

$$\alpha_j = 8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$\alpha_a = 23 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Wärmeübergangswiderstand = $1/\alpha$

z.B. $1/\alpha_j + 1/\alpha_a = 0,168$; laut ÖNORM 0,17 W/m²K

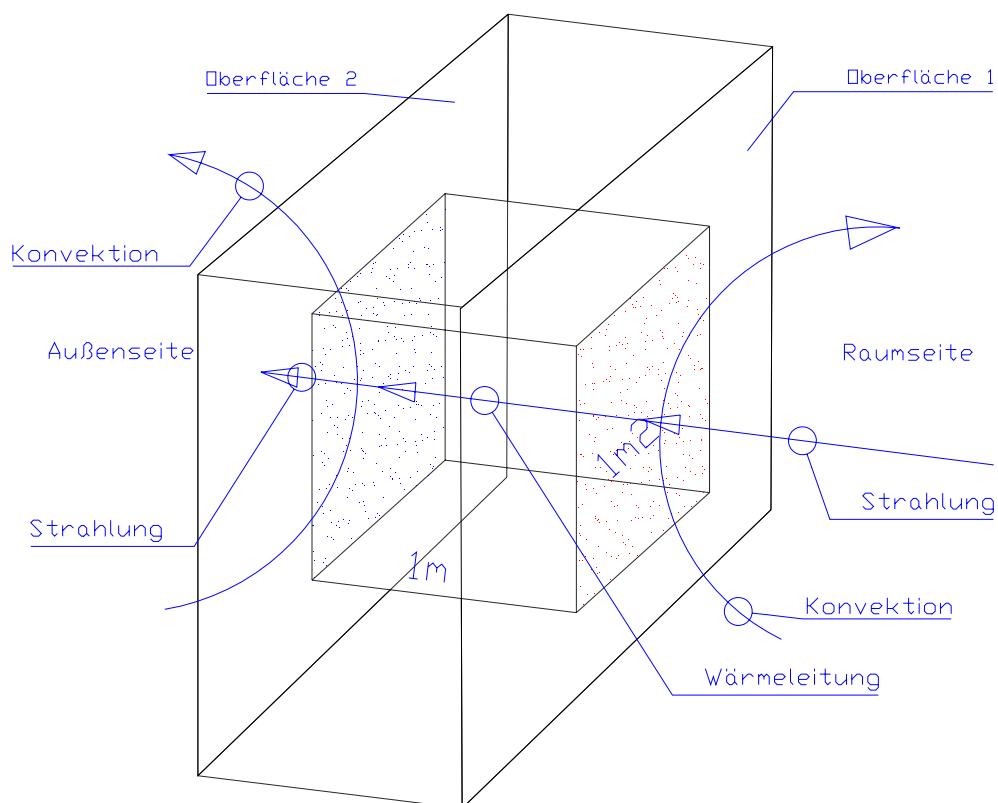


10.3.6 Wärmedurchgang: U- Value; alte Bezeichnung: k Wert.

Der Wärmedurchgang kennzeichnet den Wärmedurchgang durch einen Bauteil unter Berücksichtigung der Wärmeleitung und der Wärmeübergänge.

Die Wärmedurchgangszahl k gibt an, welche Wärmemenge in W durch 1 m^2 einer Stoffschicht, in der Zeiteinheit 1 Stunde, durchgeht, wenn die Temperaturdifferenz der angrenzenden Luftschichten 1 K beträgt.

Einheit: $W / \text{m}^2 \text{ K}$



10.3.6.1 Berechnung der Wärmedurchgangszahl:

Aufgrund der Kenntnis von Wärmeleitzahlen und der Wärmeübergangszahlen lässt sich die Wärmedurchgangszahl von ein- oder mehrschichtigen Bauteilen errechnen.

Formel: $U = 1 / (1/\alpha_i + s_1/\lambda_1 + s_n/\lambda_n + 1/\alpha_a)$

Beispiel 1:

Wie groß ist der $U_g = 1/(1/8+0.004/1+1/23) = 5,797 \sim 5,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ oder
 $= 1/(0,17+0,004) = 5,74 \approx 5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

Beispiel 2:

Wie groß ist U- Value von Floatglas klar 2 mm?

Beispiel 3:

Wie groß ist U- Value von Floatglas klar 10 mm?

Schlussfolgerung!

Beispiel 4:

Wie groß ist U- Value einer Außenmauer aus Lochziegel 38 cm dick. Die Ziegelwand ist außen mit 6 cm dicken Korkplatten isoliert und 2 cm dick verputzt. Auf der Raumseite ist 2 cm Putz.

Beispiel 5:

Berechne U- Value eines Paneels mit dem Aufbau

ESG 6 mm emailiert; Korkplatte 70 mm; Alublech 1 mm pulverbeschichtet.

10.3.6.2 Berechnung des U- Wertes von Mehrfachverglasungen:

Dabei ist zusätzlich der Wärmedurchlaßwiderstand durch stehende Luftschichten zu berücksichtigen.

Tabelle: Rechenwerte für die Wärmedurchlaßwiderstände von senkrechten Luft- bzw. Gasschichten laut Dokument N 16E CEN/TC 89

Dicke des SZR in mm	Zwischenraum mit Luftfüllung					Zwischenraum mit Argonfüllung				
	eine Seite beschichtet			unbeschichtet		eine Seite beschichtet			unbeschichtet	
ϵ	0,1	0,2		0,8	0,8	0,1	0,2	0,04	0,8	0,8
6	0,211	0,190		0,132	0,127	0,296	0,257		0,161	0,154
9	0,298	0,259		0,162	0,154	0,410	0,339		0,190	0,180
12	0,376	0,316		0,182	0,173	0,507	0,403		0,208	0,196
15	0,446	0,363		0,197	0,186	0,581	0,448	0,7	0,220	0,206
50	0,406	0,335		0,189	0,179	-	-		-	-
100	0,376	0,315		0,182	0,173	-	-		-	-

ϵ 0,04 und 15 SZR Argon = $1/1,1 - 0,206 = 0,70$

U- Wert- Berechnungen für Isolierglas:

Beispiel 1:

Wie groß ist der U- Wert eines Isolierglases mit dem Scheibenaufbau 2x Float klar 4 mm, 1x 12 mm SZR mit Luftfüllung?

$$U_g = 1 / (1/\alpha_i + s_1/\lambda_1 + D + s_2 / \lambda_2 + 1/\alpha_a)$$

$$U_g = 1 / (1/8 + 0,004/1 + 0,173 + 0,004/1 + 1/23) = 2,86 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$\text{oder } 1 / (0,17 + 0,008 + 0,173) = 2,85 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Beispiel 2:

Wie groß ist der k Wert eines Dreifachelementes mit dem Scheibenaufbau 3x Float klar 4 mm, 2 SZR a 9 mm mit Luftfüllung?

Beispiel 3:

Wie groß ist der k Wert eines Isolierglases mit dem angeführten Aufbau?
 2x Float klar 4 mm, die 3. Oberfläche beschichtet mit ϵ 0,1
 1x SZR 15 mm mit Argonfüllung.

10.3.6.3 Berechnung des U- Wertes von Fenstern (U_w):

Bei der Berechnung des U- Wertes von Fenstern ist der U- Wert des Rahmens, bezogen auf dessen Flächenanteil und der U- Wert der Verglasung, bezogen auf deren Flächenanteil zu berücksichtigen.

Sind die exakten Fenstermaße und die Maße der Glaslichte nicht angegeben, so wird der Flächenanteil des Rahmens mit 25% und der der Glaslichte mit 75% angenommen.

Beispiel 1:

Wie groß ist der U- Wert eines Isolierglasfensters (Holzfenster IV 68), verglast mit Isolierglas 4/12/4 ?

$$U_{\text{frame}} = 1/(1/8 + 0,068:0,14 + 1/23) = 1,53 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{glass}} = 2,86 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\begin{aligned} U_{\text{window}} &= U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g \\ &= 1,53 \cdot 25\% + 2,86 \cdot 75\% = 2,53 \text{ W/m}^2\text{K} \end{aligned}$$

Beispiel 2:

Fensterelement im Klassenzimmer:

Abmessungen Maueröffnung = m²:

Abmessungen Glaslichten = m²:

Fensterprofil (Materialgruppe):

Verglasungselement:

Isolierglas aus 2x Float klar 4 mm,
1x SZR 15 mm mit Luftfüllung

Fensterorientierung (Himmelsrichtung)

Beispiel 3:

Um wieviel % verbessert sich der Wärmedurchgangswert des Fensters, wenn die Verglasung mit Wärmedämmisolierverglasung Typ 1,1 an Stelle Isolierglas 4/12/4 ausgeführt wird?

10.3.6.4 U- Wert equivalent = U_{eq}

Der U_{eq} berücksichtigt nicht nur den Wärmeverlust durch Bauteile sondern auch den Wärmegewinn.

Der Wärmegewinn durch Bauteile ist abhängig von der Orientierung des Bauteiles. (Himmelsrichtung)

Zur Berechnung des keq ist ein Strahlungsgewinnfaktor SF zu berücksichtigen.

Tabelle: Strahlungsgewinnfaktor SF

Nord	1,2
Süd	2,4
West und Ost	1,8

Formel: $U_{eq,g} = U - SF \cdot g$

Beispiel 1:

Wie groß ist der keq eines Holzfenster IV 68, verglast mit Isolierglas aus 2x Float klar 4 mm und 1 SZR 12mm Luftfüllung?

Beachte! Nur strahlungsdurchlässige Bauteile erbringen einen Wärmegewinn.

Ist keine Orientierung des Fensters angegeben, so wird der kleinste SF zur Berechnung verwendet.

10.3.6.5 U_w unter Berücksichtigung des „warm edge- Effektes“

$$U_w = A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \psi / A_f + A_g$$

U_w = Wärmedurchgangswert des Fensters in W/m^2K

U_f = Wärmedurchgangswert des Fensterrahmens in W/m^2K

A_g = Glasoberfläche in m^2

A_f = Oberfläche des Fensterrahmens in m^2

ψ (psi) = linearer Wärmedurchgang über den Randverbund (Glaskante)

l_g = Umfang des Glases in m

ψ (psi) – Werte für verschiedene Isolierglasrandverbünde

Thermix	0,04
TPS C	0,041
SWS	0,042
TIS	0,045
CrTech	0,05
Alu	0,067

el:

Wärmedämmisoliertglas Typ 1,3 mit „warm edge“ Randverbund in Holzfenster IV 68.

10.3.6.6 Berechnung des Brennstoffbedarfs bzw. der Heizkosten

Die Berechnung des Brennstoffbedarfes und die Berechnung der Kosten für den Brennstoff erfolgt nach folgender Formel:

Formel: Bedarf in Liter = $U_w \cdot A \cdot \text{HGT} \cdot U \cdot 24 / (H \cdot W)$

HGT = Heizgradtage am Standort (siehe ÖNORM B 8110)

H = Heizwert des Brennstoffes in Wh/Einheit

U = Umrechnungsfaktor bei Heizöl; l/kg

W = Wirkungsgrad der Heizanlage

U_w = U_w der Fenster (Glas und Rahmen)

A = verglaste Fensterfläche in m²

Beispiel 1:

Wie groß ist der Brennstoffbedarf, infolge der Wärmeverluste durch die Fenster, bei einem Einfamilienhaus in Kitzbühel. Die Fensterfläche wird mit 30 m² angenommen. Der Zeitraum wird für eine Heizperiode angenommen.

Holzfenster IV 68, verglast mit Isolierglas 4/12/4.

Zentralheizung, 75% Wirkungsgrad

Brennstoff Heizöl EL. Heizwert: 11.800 Wh/kg

Umrechnungsfaktor: 1.19

Kosten per Liter € 0,55

HGT Kitzbühel: 4180

Beispiel 2:

Wie groß ist die Einsparung, wenn beim Beispiel 1 die Verglasung mit Wärmedämmisoliertglas 1,1 ausgeführt ist?

10.4 Akustische Eigenschaften

10.4.1 Schall:
Unter Schall versteht man mechanische Schwingungen im Frequenzbereich zwischen 16 und 20 000 Hertz. Dabei wird unterschieden zwischen

- * Luftschall = Schallausbreitung in gasförmigen Stoffen
- * Körperschall = Schallausbreitung in festen Stoffen.

10.4.2 Frequenz f:
Als Frequenz werden die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde bezeichnet.
Hertz: = Maßeinheit der Frequenz
1 Hz = 1 Schwingung pro Sekunde

10.4.3 Lärm:
Als Lärm werden Schallereignisse, welche subjektiv als unangenehm und störend empfunden werden, bezeichnet.

10.4.4 Lautstärke:
Angabe über die Lautheit eines Schallereignisses.

10.4.5 Maßeinheit: Phon (siehe Lautstärkenskala ÖNORM B 8111)

10.4.6 Dezibel dB: Maßeinheit für Schalldämmung

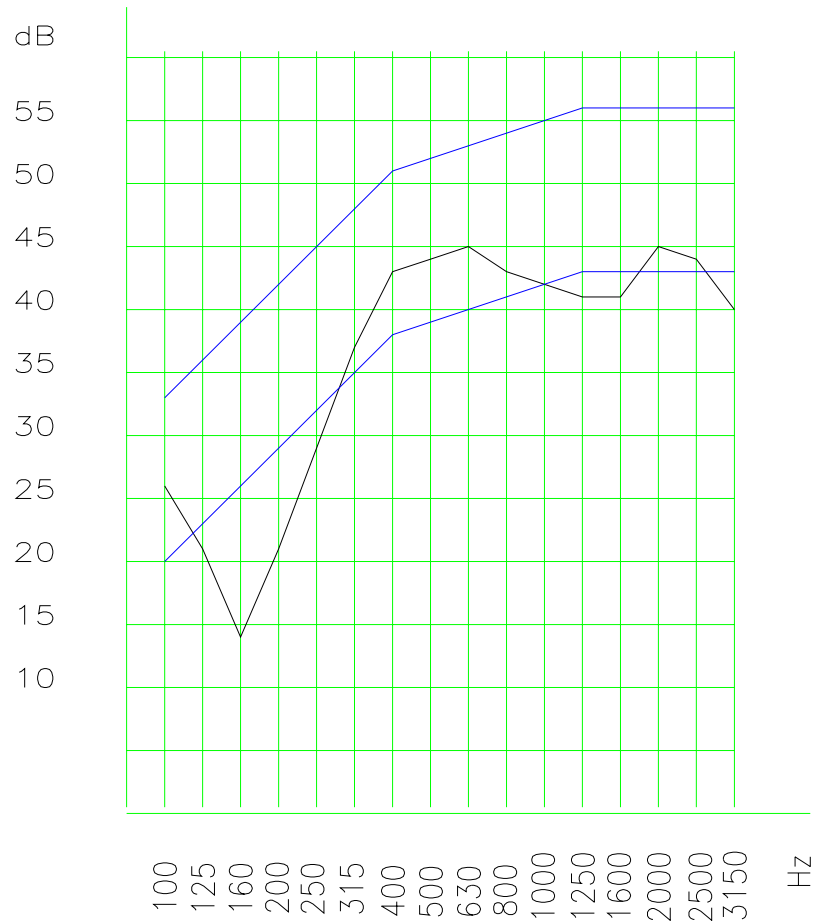
Phon und dB stimmen bei 1000 Hz überein.

Eine Vermehrung der Lautstärke um 10 dB entspricht einer Verdoppelung der Lautheit.

10.4.7 Schalldämmmaß R_w :
bewertetes Schalldämmmaß in dB, heute übliches Maß. Resultiert aus Vergleich der Normkurve des LSM mit der absoluten Meßkurve. (Messungen bei 16 Frequenzen)

10.4.8 Schalldämmmaß R_w (C; Ctr):
Schalldämmwert mit Korrekturfaktoren
 $R_{w\ Ctr}$ Korrekturwert; berücksichtigt die Lärmquelle Verkehrslärm (trafik)
 $R_{w\ C}$ Korrekturwert; berücksichtigt "Rosa Rauschen" eher mittlere und höhere Frequenzen.

Abbildung: Reale Meßkurve im Vergleich zu verschobener Normkurve.



10.4.10 Schallschutzmaßnahmen mit Glas:

- * Einfachverglasungen
große Glasdicken verwenden
günstigen Schallauffreffwinkel wählen
- * Doppelverglasungen
ungleiche Glasdicken verwenden; (Differenz mindestens 2 mm)
größere Scheibenabstände wählen
bei Isolierglas SZR mit Spezialgasgemisch füllen? SF6 ist nicht mehr zulässig!
Verwendung von Scheiben mit zwischengelagerter, weicher, Kunststoffschicht.

10.4.11 Prüfung:

Die Prüfung von Schallschutzgläsern (-Fenstern) erfolgt in 2 akustisch getrennten Räumen. In der Zwischenwand der Räume ist, im Normmaß, das Prüfgut eingebaut. In einem Raum wird mittels Kugellautsprecher diffuser Schall, in 16 verschiedenen Frequenzen erzeugt.

Die Lautstärke wird in beiden Räumen gemessen. Die Lautstärkendifferenz bei den jeweiligen Frequenzen wird festgehalten und daraus das Schalldämmmaß errechnet.

10.4.12 Schallschutzfenster:

Die Schalldämmung eines Schallschutzfensters (= R_w Fenster) ist abhängig von den Faktoren:

- * Schalldämmwert des Glases = R_w Glas
- * Einbau und Abdichtung des Glases
- * Art und Dicke der Fensterrahmen
- * Fugendichtigkeit (geringer a Wert)
- * Einbau des Fensters im umgebenden Baukörper

Erfahrungsgemäß gehen beim Einbau ca. 2 dB bis 3 dB verloren!

10.4.13 Förderung für den Einbau von Schallschutzfenstern

Der österr. Staat fördert, unter bestimmten Umständen, den Einbau von Schallschutzfenstern bei besonders lärmbelasteten Wohngebäuden, welche Anrainer von Bundesstraßen sind. Fenster für Schlaf- und Wohnräume

Dauerschallpegel bei Nacht: größer 55 dB

Dauerschallpegel bei Tag: größer 65 dB

Schallschutzfenster: R_w 38 - 45 dB

10.4.14 ÖNORM B 8115 Lautstärkenskala

Lärmstufe	Phon	Geräuschart
		0 Hörschwelle
		10 Leises Blätterrauschen
30 - 65 Phon		20 Geflüster
physische	30	Ruhige Wohnstraße
Reaktion		40 Leiser Rundfunk
		50 Straße mit sehr geringem Verkehr
65 - 90 Phon		60 Rundfunk in Zimmerlautstärke
physiologische	70	Lautes Gespräch, Schreibmaschine
Reaktion		80 Mechanischer Buchhaltungsbetrieb
		90 Straße mit starkem Verkehrslärm
90 - 120 Phon		100 Motorrad ohne Schalldämpfer 7 m
Gehörschäden	110	Kesselschmiede
		120 Motorenprüfstand, Flugzeugpropeller
größer 120		130 Schmerzschwelle
Gewebezerstörung		

10.4.15 Tabelle: Produkte und deren Schalldämmung

Produkt:	R _w in dB (EN ISO 140)
Float klar 4 mm	30
Float klar 10 mm	33
Float 15	36
Isolierglas 4/12/4	30
Isolierglas 4/8/4/8/4	
Schallschutziso 1; z.B.:	
Schallschutziso 2; z.B.:	
Schallschutziso 3; z.B.:	
Profilit 2- schalig k 22/60/7	
Glasbausteinwand 240x240x80	

10.5 Chemische Eigenschaften

10.5.1 Die Wasserlöslichkeit des Glases:

Hydrolytische Klassen nach DIN 12111
 (Glasgries, 1 Std. in Wasser bei 98°C.)

Klasse:	Verbrauch an 0,01 N NHCl in ml*g ⁻¹	Alkaliabgabe als Na ₂ O in µg* g ⁻¹
1	≤ 0,1	≤ 31
2	> 0,1 – 0,2	> 31 - 62
3	> 0,2 – 0,85	> 62 - 264
4	>0,85 – 2,0	> 264 - 620
5	> 2,0 – 3,5	> 620 - 1085
H ₂ O- löslich	> 3,5	

Zwischen Glasplatten eingelagerte Feuchtigkeit führt innerhalb relativ kurzer Zeit (wenige Wochen) zum "Blindwerden" des Glases. Dabei werden die Alkalien aus der Glasoberfläche herausgelöst. (Beispiel: undichtetes Isolierglas) Eine Behebung dieses Mangels ist praktisch nicht möglich.

Zur Verringerung der Wasserlöslichkeit von Glas werden Gläser mit spezieller Zusammensetzung erzeugt oder es werden die Glasoberflächen beschichtet.

10.5.2 Chemische Beständigkeit gegenüber Säuren

Säureklassen nach DIN 12116
 (Kochen des Glaskörpers 6 Std. in 6N HCl)

Klasse:	Masseverlust*0,5 in mg/dm ⁻²	Bezeichnung
1	≥ 0,7	säurebeständig
2	>0,7 – 1,5	Schwach säurelöslich
3	>1,5 – 15	Mäßig säurelöslich
4	>15	Stark säurelöslich

Flußsäure (Fluorwasserstoff) und die Salze der Flußsäure greifen Glas an und zersetzen es.

Dieser Umstand wird beim Ätzen des Glases angewandt.

Ein Gemisch aus Flußsäure und Schwefelsäure wird zum Polieren von Bleiglas angewandt.

10.5.3 Beständigkeit gegenüber Laugen:

Laugenklassen nach DIN 53 322
 (Kochen eines Glaskörpers 3 Std. in 1N Na₂CO₃+NaOH)

Klasse:	Masseverlust in mg*dm ⁻²	Bezeichnung
1	≤ 75	Schwach laugenlöslich
2	> 75 – 175	Mäßig laugenlöslich
3	> 175	Stark laugenlöslich

10.5.4 Atmosphärrillen sind in der Atmosphäre enthaltene Substanzen aus Umwelt-emissionen. Dagegen ist Glas weitestgehend resistent. Dies ist mit ein Grund, weshalb sich Glas zur Gestaltung von Fassaden sehr gut eignet.

Zum Zwecke der Verringerung der Wasserbenetzung von Glasoberflächen können diese beschichtet werden. (Hydrophobie)

Bearbeitetes Basisglas

11. Spiegelglas, planparallel geschliffen und poliert:

Herstellungsverfahren:

- * Diskontinuierlich => Tischverfahren
- * Kontinuierlich => Twinverfahren

11.1 Verfahrensbeschreibung: Tischverfahren

Vorerst wird in einem diskontinuierlichen Verfahren das Basisglas = Spiegelrohglas gegossen und gewalzt.

Diese Platten werden auf großen, runden Tischen befestigt. Es folgt das Schleifen und Polieren der ersten Glasoberfläche. Nach dem Lösen vom Tisch und nach der sorgfältigen Reinigung, nach dem Wenden und neuerlichen Befestigen der Glasplatten, wird die zweite Glasoberfläche geschliffen und poliert.

Das Schleifen erfolgte früher mit Metallschleiftellern unter Zugabe von Schleifmittel.

Das Polieren erfolgt mit Filzscheiben unter Zugabe von Hochglanzpoliermittel.

Dieses Verfahren ist heute technisch längst überholt, wird aber dennoch vereinzelt noch eingesetzt. z.B. Glasplatten mit einer Glasdicke > 24 mm .
Heute erfolgt das Schleifen der Glasoberflächen mit CNC-gesteuerten Diamantschleifscheiben. Z.B. Strahlenschutzglas RD50

Abbildung: Tischverfahren

1.2. Verfahrensbeschreibung: Twinverfahren

Im Wannenauslaufverfahren wird kontinuierlich ein Spiegelrohglasband geformt. Dieses Glasband gleitet zunächst durch den Kühllofen.

Nach der Kühlung gleitet das Glasband durch eine Serie von Schleif- und Poliermaschinen, welche beide Glasoberflächen, zeitgleich, planparallel schleifen und polieren.

Nach einer Kontrolle erfolgt das Zerteilen des Glasbandes in die gewünschten Abmessungen und das Ab stapeln.

Das Twinverfahren war bis zur Einführung des Floatverfahrens "Stand der Technik" zur Herstellung von Spiegelglas.

Heute wird noch das Produkt "Poliertes Drahtglas" in diesem Verfahren hergestellt.

Abbildung: Twinverfahren

12. Sicherheitsglas

Definition laut ÖNORM B 3710 (Entwurf 1999-03-01)

Flachglas, eben oder gebogen, auch farbig, das bei Bruch eine verminderte Verletzungsgefahr bietet. Man unterscheidet Einscheiben- Sicherheitsglas (ESG) und Verbund- Sicherheitsglas (VSG).

12.1. Einscheibensicherheitsglas: Kurzbezeichnung ESG

Definition laut ÖNORM B 3710 (Entwurf 1999-03-01)

Einscheiben- Sicherheitsglas: vorgespanntes Guß-, Float-, Roh- oder Fensterglas, auch farbig, das gegen Schlag, Verwindung und Temperaturwechsel weitgehend widerstandsfähig ist.

Wird fälschlich als Hartglas bezeichnet.

Herstellungsverfahren: Thermisches Verfahren, seit 1930
Chemisches Verfahren

12.1.1. Verfahrensbeschreibung: Thermisches Verfahren

Die zugeschnittenen und fertig bearbeiteten Glastafeln werden in einem Ofenraum bis knapp unter die Transformationstemperatur (= ca. 650° C) angetempert. Im Anschluß werden die Glasoberflächen rasch abgekühlt.

Dadurch entstehen an der Glasoberflächenschicht Druckspannungen und in der Kernschicht Zugspannungen. Diese Spannungen bewirken die speziellen Eigenschaften dieses Glases.

Vertikalverfahren:

Die einzelnen Glasplatten durchlaufen auf einer Gleitbahn hängend einen Vertikalofen und anschließend eine Abblasstation.

An einem Glasrand verbleiben sichtbar die Abdrücke der Gehängezangen.

Horizontalverfahren:

Die einzelnen Glasplatten werden an der Auflegestation zu einer Charge aufgelegt und werden anschließend in den Horizontalofen und weiter in die Abblasstation geleitet.

Dieses Verfahren ist heute "Stand der Technik" und bringt im Vergleich zum Vertikalverfahren die Vorteile:

- * größere Wirtschaftlichkeit infolge besserer Ofenausnutzung.
- * keine Aufhängepunkte

Abbildung: Horizontalverfahren

Ausführungen von thermisch vorgespanntem ESG

- * Float klar, Glasdicken 3 mm - 25 mm.
- * Float, massiv eingefärbt (grau, bronze, grün, blau)
- * Float, hard coating beschichtet
- * Float, soft coating beschichtet. (nur bei spezieller Schicht und in einem speziellen Verfahren)
- * Gußglas, weiß oder farbig (nicht alle Dekore und nicht alle Glasdicken)
- * Floatglas oder Gußglas mit Emailbeschichtung (vollflächig oder teilflächig)

Erkennungsmerkmale von thermisch vorgespanntem ESG

- * Markenzeichen in einer Ecke
österreich. Marken: "Ertex", "Protexit", "Sicuro", "Sekurit", "Splittex" "Martex"
ausländ. Marken: "Delodur", "Sekurit" u.v.a.
- * Anisotropien:
Bei besonderen Lichtverhältnissen oder bei Betrachtung durch einen Polarisationsfilter sind am Glas Flecken oder Streifen erkennbar. Diese Flecken sind herstellungsbedingt, nicht vermeidbar und werden nicht als Mangel anerkannt.
- * Feststellung des Vorspannungsgrades mit Spannungsprüfgerät

Eigenschaften von thermisch vorgespanntem ESG

- * Sicherheitseigenschaft:
Bei Bruch zerfällt die Scheibe explosionsartig in ein Netz kleiner Glaskrümel.
- * Biegezugfestigkeit: 120 N/mm²; Rechenwert = σ zul. = 50 N/mm²
- * Temperaturwechselbeständigkeit: zulässiger Temperaturgradient 150 K
- * Alle anderen Eigenschaften, wie z.B. Härte, Dichte, Wärmedurchgang oder Schalldämmung sind gleich dem nicht vorgespannten Glas.
- * Eine mechanische Bearbeitung von ESG ist nicht mehr möglich!

Anwendung von thermisch vorgespanntem ESG:

- * KFZ- Bereich (keine Windschutzscheiben)
- * Fenster, Türen und Trennwände im privaten und öffentlichem Bereich, wo Sicherheit gefordert oder gewünscht wird.
Beispiele: Eingangsportale an Schulen, Sporthallen ..
- * Verglasungen an denen größere thermische Belastungen erwartet werden können.
Beispiel: Float grau oder bronze mit nur teilweiser Sonnenbestrahlung.
- * Ganzglastüranlagen
- * Fassadenplatten, "Structural Glazing"

Besondere Hinweise:

- * Festmaße
- * Berücksichtigung der max. Produktionsabmessungen
- * Berücksichtigung des zulässigen Seitenverhältnisses.
- * Berücksichtigung der zul. Maßtoleranzen
- * Berücksichtigung der zul. Planitätsabweichungen
- * Angaben über die Kantenbearbeitungen
- * Bei Bohrungen ist zu berücksichtigen: Durchmesser, Abstand von Bohrung zu Bohrung und von Bohrung zum Glasrand.
- * "Heißlagerungstest" bei absturzgefährdeten Tafeln.

"Heißlagerungstest" oder "Heath Soak Test"

Bei diesem Test werden die ESG- Tafeln in einem Ofen bei einem bestimmten Temperaturverlauf, über eine bestimmte Zeit gelagert.(8 Std., 290°)
Durch diesen Test soll Spontanbruch, infolge Fremdkörpereinschluß im Glas, möglichst verhindert werden. (Spontanbruch wird jedoch nicht ausgeschlossen)

Normenhinweise:

- * EN 12150 Glas im Bauwesen
. Thermisch vorgespanntes Einscheiben-Sicherheits-Kalknatronglas
- * DIN 1249-12 „ESG – H“
. mindestens 280°C (optimal 290°C – 300°C) 4 Std. gehalten
. geregeltes Bauprodukt laut Bauregelliste 2002/1

Weiterverarbeitungsmöglichkeiten von thermisch vorgespanntem ESG:

- * Beschichten
- * VSG
- * Isolierglas



12.1.2. Chemisch vorgespanntes Kalknatronglas:
prEN 12337 (Ausgabe 1999-01)

Definition:

Unter "chemisches Vorspannen" versteht man jene Vorspannmethode, bei der der besondere Spannungszustand des Glases durch Lagern des Glases in einer bestimmten chemischen Lösung erfolgt. Dadurch erfolgt ein Ionenaustausch an der Glasoberfläche. Die Ionen mit kleinem Durchmesser werden gegen Ionen mit großem Durchmesser ausgetauscht.

Verfahrensbeschreibung:

Ein Kalknatronglas wird in einer Kalium- oder Nitrat-schmelze, bei einer Temperatur von $T_G - 100\text{ K}$ ($= 550^\circ\text{ C}$) eine bestimmte Zeit lang gelagert.

Durch Diffusion wandern dabei die Natriumionen aus der Glasoberflächenschicht in die Salzschnmelze und die Kaliumionen aus der Salzschnmelze in die Glasoberflächenschicht. (= Ionenaustausch)

Bei einer Temperatur um T_G beanspruchen die genannten Ionen etwa ein gleich großes Volumen.

Bei Normaltemperatur beanspruchen jedoch die Kaliumionen ein um ca. 30% größeres Volumen. Dadurch gerät die Glasoberfläche in Druckspannung.

Abbildung: Ionenaustausch

Anwendung chemisch vorgespannter Gläser:

Dünne, hochfeste Gläser für Labor, Brillen, Flugzeugindustrie, Beleuchtungskörper.

Weitere Vorspannmethoden:

12.1.3. Überfangverfahren:

1891 von Schott entwickelt. Beim Überfangverfahren wird ein Grundglas mit einer dünnen Glasschicht überfangen, welche eine größere Ausdehnung hat als das Grundglas. Dadurch gerät die Glasoberfläche, bei Normaltemperatur unter Druckspannung.

Anwendung: Hochfestes Tischgeschirr

12.1.4. Oberflächenkristallisation:

Glas mit spezieller Zusammensetzung, welches, bei einer speziellen Wärmebehandlung, an den Oberflächen kristallisiert. Bei Normaltemperatur beansprucht die kristallisierte Schicht ein größeres Volumen und bewirkt die Druckspannung an den Oberflächen des Glases.

Anwendung:

12.2. Teilvorgespanntes Glas, Kurzbezeichnung TVG:

Andere Bezeichnungen:

- * "Wärmeverfestigtes Glas"
- * "heatstrengthened glass"
- * "semi- temperet glas"

Bei diesem Glas handelt es sich um ein thermisch vorgespanntes Flachglasprodukt, mit der Einschränkung gegenüber ESG, daß es bei Bruch nicht in kleine Krümel zerfällt. Das Bruchbild gleicht dem eines normalen Floatglases.

Die Herstellung erfolgt wie bei thermisch vorgespanntem ESG, die Abkühlung erfolgt jedoch unter geänderten Bedingungen. (etwas langsamer)

Eigenschaften:

Biegezugfestigkeit: δ_{zul} 40 N/mm²

Temperaturgradient zul 100 K

kein Spontanbruch

Anwendung:

Überall dort, wo größere mechanische und/oder thermische Anforderungen gestellt werden und wo kein Sicherheitsglas vorgeschrieben ist.

VSG aus 2x TVG weist eine große Resttragfähigkeit auf!

Normenhinweis! ÖNORM EN 1863 (Ausgabe 2000-03)

12.3. Verbundsicherheitsglas kurz VSG

12.3.1. Definition laut ÖNORM B 3710: (Entwurf 1999-03-01)

Verbund- Sicherheitsglas: Flachglas, plan oder gebogen, auch farbig, aus zwei oder mehreren Scheiben (Gußglas, Fensterglas)

Herstellungsverfahren:

- * Autoklavenverpreßverfahren (Folienverbundverfahren)
- * Gießharzverfahren

12.3.2. Verfahrensbeschreibung: Folienverbund

Zwischen die einzelnen, gereinigten Glasplatten wird eine Polyvinylbutyralfolie eingelegt. Es folgt der Vorverbund durch Verpressen und Wärmezufuhr.

Der endgültige Verbund erfolgt in einem Autoklaven bei bestimmten Druck- und Temperaturverhältnissen innerhalb einer vorgegebenen Zeit.
(laut Steindl Glas: 12 bar – 14 bar, 150°C, 2 Std. – 10 Std. je nach Verbunddicke)

Ausführungen: Folienverbundscheiben

- * Verschiedene Glasarten (Floatglas, ESG, TVG, Gußglas mit Einschränkungen)
- * Verschiedene Glasdicken, symmetrisch, asymmetrisch
- * Verschiedene Foliendicken, 0,38 mm und Mehrfaches
- * Verschiedene Farben, Farbkeil
- * Mattfolie
- * Zwischengelagerte Dekorfolien
- * Alarmeinrichtungen, Leiterschlaufen

12.3.3. Verfahrensbeschreibung: Gießharz

Auf einer Scheibe wird, am Glasrand, ein Distanzhalteband aufgebracht. Die nächste Scheibe wird deckungsgleich dazugestellt.

Durch eine ausgesparte Öffnung wird in das freie Volumen ein, aus mehreren Komponenten zusammengemischtes, Gießharz egefüllt.

In der Folge wird die Einheit aus der Vertikalen so in die Horizontale umgelegt, daß eine blasenfreie, gleichmäßig dicke Gießharzschicht entsteht.

Anschließend wird die Einheit bei einem bestimmten Raumklima, bei bestimmten Verfahren auch bei besonderen Strahlungsverhältnissen, eine definierte Zeit lang ruhig gelagert. Dabei reagiert das Gießharz zu einer plastischen Schicht aus.

12.3.4. Ausführungen: Gießharzscheiben

- * Verschiedene Glasarten (Floatglas, ESG, TVG, Gußglas)
- * Verschiedene Glasdicken, symmetrisch, asymmetrisch
- * Verschieden Schichtdicken
- * Verschiedene Schichtfarben
- * Schallschutz => besonders weich eingestellte Schicht

12.3.5. Sicherheitseigenschaft: von VSG

- * Splitterbindung bei Glasbruch und dadurch verminderte Verletzungsgefahr.

12.3.6. Erkennungsmerkmale für VSG:

Markenkennzeichnung:

Österreichische Marken: "SGGSTADIP"; "Pilkington VSG"
"PROTEC"
„VSGSiculamit“
"Splittex",

Folienverbund
Folienverbund
Gießharz

Ausländische Marken: "SGGSTADIP"; "Pilkington VSG" Folienverbund

Normenhinweis: ÖNORM EN 12543 Verbundglas und Verbundsicherheitsglas

12.4. Sicherheitsglas für spezielle Anwendungen

12.4.1. ÖNORM EN 356 (Ausgabe 2000-02)

Flachglas im Bauwesen
Prüfverfahren und Klasseneinteilung für angriffshemmende
Verglasungen für das Bauwesen.
Durchwurfhemmend und durchbruchhemmend

Prüfverfahren:

Durchwurfhemmend:
Kugelfalltest auf Glasplatte mit den Abmessungen
900 x 1100.
Masse der Kugel: 4110 g

Die Kugel darf das Prüfgut nicht durchdringen!

Prüfverfahren:

Durchbruchhemmend:
Auf ein Prüfgut in den Normabmessungen 900 x 1100 .
werden mechanisch betriebene Hammer- und Axt- .
Schläge an vorgegebenen Stellen ausgeübt bis im Prüfgut .
eine Öffnung von 400 mm * 400 mm entsteht.

Tabelle: Klasseneinteilung der Widerstandsklassen nach ÖNORM EN 356

Widerstandsklasse	Fallhöhe in mm	Gesamtanzahl an Schlägen	Kurzschreibweise für die Widerstandsklasse
1	3* aus 1500		ÖNORM EN 356 P1A
2	3* aus 3000		ÖNORM EN 356 P2A
3	3* aus 6000		ÖNORM EN 356 P3A
4	3* aus 9000		ÖNORM EN 356 P4A
5		20 – 30	ÖNORM EN 356 P5B
6		31 – 50	ÖNORM EN 356 P6B
7		51 – 70	ÖNORM EN 356 P7B
8		≥70	ÖNORM EN 356 P8B

12.4.2. Einbruchhemmung nach den Prüfkriterien des Verbandes der Sachversicherer.
 (EH der VdS)

Prüfung mit Axt von Hand;
 festgehalten werden die Anzahl der Schläge bis eine bestimmte Öffnung erzielt wird die dafür erforderliche Zeit.

5 Klassen EH 01, EH 02, EH 1, EH 2, EH 3.

12.4.3. pr EN 12600 (Ausgabe 2003-05-01)

Glas im Bauwesen

Pendelschlagversuch

Verfahren und Durchführungsanforderungen der Stoßprüfung von Flachglas.

Auf eine vertikal und allseitig gelagerte Probe mit den Abmessungen 876*1938 wird ein an einem Stahlseil hängender Stoßkörper mit der Masse 50 kg soweit aus der Vertikalen ausgelenkt, dass eine definierte Fallhöhe entsteht und losgelassen. Dadurch erfolgt eine definierte Stoßbelastung auf die Pprobenmitte.

Das Probenstück darf "nicht brechen" oder nur "ungefährlich brechen".

"ungefährlich brechen" bedeutet: zahlreiche Risse
 kein Versatz oder Öffnung
 kein Durchgang einer Kugel mit Ø 76 mm

Klassifizierung	Fallhöhe (mm)
3	190
2	450
1	1200

12.4.4. ÖNORM EN 1063
 Glas im Bauwesen
 Sicherheitssonderverglasung
 Durchschusshemmende Verglasung
 Klasseneinteilung und Prüfverfahren

vertikal und allseitig gelagerte Probe mit den Abmessungen 500*500
 Splitterindikator aus Alufolie 0,02 mm im Abstand von 500 mm
 Splitterauffangkasten hinter der Probe

Beschuss mit definierten Waffen und definierter Munition aus definierter Entfernung.
 3x Trefferabstand 120 mm.

Kein Durchdringen der Probe und kein Durchdringen des
 Splitterindikators entspricht "NS" (keine Splitter)

Kein Durchdringen der Probe aber Durchdringung des Splitterindikators
 durch abprallende Glassplitter entspricht "S" (Splitter)

Tabelle: Klasseneinteilung "Durchschusshemmende Verglasungen".

Klasse	Art der Waffe	Kaliber	Art	Masse (g)	Schuss-Entfernung (m)	Auftreffgeschwindigkeit (m/s)	Anzahl Treffer	Treffer-Abstand (mm)
BR 1	Büchse	0,22 LR	L/RN	2,6	10	360	3	120
BR 2	Faustfeuerwaffe	9 mm Luger	FJ/RN/SC	8,0	5	400	3	120
BR 3	Faustfeuerwaffe	0,375 Magnum	FJ/CB/SC	10,2	5	430	3	120
BR 4	Faustfeuerwaffe	0,44 Rem. Magnum	FJ/FN/SCP	15,6	5	440	3	120
BR 5	Büchse	5,56 x 45°	FJ/PB/SCP1	4,0	10	950	3	120
BR 6	Büchse	7,62 x 51	FJ/PB/SC	9,5	10	830	3	120
BR 7	Büchse	7,62 x 51	FJ/PB/HC1	9,8	10	820	3	120
SG 1	Flinte	12/70	Blei-flinten-Laufgeschöß	31	10	420	1	--
SG 2	Flinte	12/70	Blei-flinten-Laufgeschöß	31	10	420	3	125

12.4.5. ÖNORM EN ISO 14440 Glas im Bauwesen; Sprengwirkungshemmende ...
 Das Prüfgut wird in den Normabmessungen in eine Versuchsanlage eingebaut und der Wirkung einer simulierten Sprengladung ausgesetzt.

3 Klassen: D 1 ... 0,5 bar Maximaldruck
 D 2 ... 1,0 bar
 D 3 ... 2,0 bar

12.4.6 DIN 18 032-3
Ballwurfsicherheit

Bei der Prüfung wird mittels einer Beschußkanone (Luftdruck) das Prüfgut mit verschiedenen Körpern (verschiedene Bälle) beschossen.
Das Prüfgut darf nicht gefährlich splintern.

eingeschränkte Ballwurfsicherheit:

Unter bestimmten Voraussetzungen zulässig z.B. Hallenabmessungen, Unterkante der Verglasung FOK + 2000, keine Benutzung von Hockeybällen.

Uneingeschränkte Ballwurfsicherheit

Grundsätzlich sind ESG, VSG und VG unter Einhaltung bestimmter Glasdicken und unter Einhaltung bestimmter max. bzw. min. Abmessungen möglich.
Prüfzeugnisse verlangen!

12.4.7 Anwendung der genannten Sicherheitsgläser:

- * Sicherheitsglas entsprechend der ÖNORM EN 356 P1A – P4A:
erhöhter Schutz im Privatbereich, Objektschutz
- * Sicherheitsglas entsprechend der ÖNORM EN 356 P5B – P8B:
Einbruchsschutz im Geschäftsbereich.
- * Sicherheitsglas entsprechend der ÖNORM EN 1063:
Besonders hoher Schutz; z.B. Militäranlagen, EDV-Großanlagen, Banken,
Strafvollzugsanstalten.
- * Sicherheitsglas entsprechend der ÖNORM EN ISO 14440:
Besonderer Schutz vor Sprengwirkung (Luftdruck, Stoßwelle).
- * Sicherheitsglas entsprechend der DIN 18 032-3:
Sporthallenverglasungen.

Wichtig:

Die zugesagten Sicherheiten müssen durch Prüfzeugnisse bestätigt werden!

13. Glasbeschichtungen

Mit dem Beschichten von Flachglasoberflächen werden vorwiegend folgende Funktionen angestrebt:

- * Sonnenschutz ohne besondere Wärmedämmung
- * Erhöhte Wärmedämmung ohne besonderen Sonnenschutz
- * Erhöhte Wärmedämmung, Wärmeschutz und Sonnenschutz
- * Schutz vor zu großer Reflexion
- * Glasoberflächenheizung
- * Wasserabweisung
- * Wasseranziehung

13.1. Sonnenschutz ohne besondere Wärmedämmung:

Beschichtungen zum Zwecke des Sonnenschutzes haben die Aufgabe einen größeren Anteil der Strahlung des sichtbaren Lichtes (380 nm – 780 nm) am Durchgang durch Glas zu hindern.

Beschichtungsmaterial: Metalloxide auf der Basis von Ti, Bi, Co, Cr, Ni, Fe;

Beschichtungsverfahren: Tauchen
Sprühzerstäuben
Abscheiden aus Dampfphase = CVD

13.2. Erhöhte Wärmedämmung ohne besonderen Sonnenschutz (low E – Beschichtung $\epsilon \leq 0,2$)

Beschichtungen dieser Funktion haben eine relativ große Durchlässigkeit der Gesamtstrahlung. (320 nm – 2500 nm) Dadurch kommt es, bei entsprechenden Bedingungen, zu einer Aufheizung im Raum. Die langwelligere Strahlung im Raum geht jedoch nur im geringeren Maß durch die Beschichtung nach außen.
(= Treibhauseffekt)

Beschichtungsgut, Beschichtungsverfahren:

- * Dünne Metallschichten (Gold, Silber) eingelagert zwischen Haft- und Schutzschichten.
Vakuumverfahren = soft coating (ϵ 0,02 - ϵ 0,1)
- * Dünne Zinnoxidschicht (ϵ 0,2)
chemisches Verfahren; Sprühzerstäuben; = hard coating

Beide Beschichtungen sind annähernd farbneutral!

- 13.3. Erhöhte Wärmedämmung, Wärmeschutz und Sonnenschutz:
(low E- Beschichtung $\epsilon \leq 0,2$)

Beschichtungen dieser Funktion haben eine geringere Strahlungsdurchlässigkeit im Bereich T_G und im Bereich T_L . Die langwellige Strahlung im Raum kann jedoch auch nur im geringeren Maß nach außen abstrahlen.

Beschichtungsgut, Beschichtungsverfahren:

- * Dünne Metallschichten, Gold, Silber, Kupfer, eingelagert zwischen Haft- und Schutzschichten.
Meist mit Farbton, aktuell - auch nahezu farbneutral.

Vakuumverfahren, = soft coating

- 13.4. Schutz vor zu großer Reflexion:
Beschichtungen dieser Art verringern die Reflexion von Glasoberflächen. Die Durchsicht wird dadurch weniger durch störende Reflexionen gestört.

Beispiele: reflexfreies Bilderglas
 entspiegeltes Glas

- 13.5. Beschichtungen für Glasoberflächenheizung:

Beschichtungen dieser Art entwickeln, nach Anschluß an ein Stromnetz, Wärme.

Beispiele: Beheizbare Windschutzscheiben
 Beheizbares Isolierglas

- 13.6 Wasserabweisende Beschichtung
Hydrophobe Beschichtungen

- 13.7 Wasseranziehende Beschichtung
Hydrophile Beschichtung (Pilkington aktiv“

- 13.8 Beschichtung für Heizung
Elektrisch leitende Schichten mit Widerstand.

14. Brandschutzglas

Definition:

Brandschutzgläser sind Flachglasprodukte zum Zwecke des vorbeugenden Brandschutzes. Mit diesen Produkten soll die Brandentstehung und/oder die Brandausbreitung verhindert werden.

14.1. ÖNORM B 3800 Teil 2 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen.

Begriffe und deren Kennzeichnung:

feuerhemmend	brandhemmend	F 30
hochfeuerhemmend	hochbrandhemmend	F 60
feuerbeständig	brandbeständig	F 90
hochfeuerbeständig	hochbrandbeständig	F 180

14.2. ÖNORM B 3800 Teil 2 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen

Sonderbauteile und deren Kennzeichnung:

- * Brandwände, an die besondere mech. Anforderungen gestellt werden F 90 S oder F 180 S
- * Außenwandbauteile (nichttragend) W
- * Brandschutzabschluß T
- * Brandschutzverglasungen G oder F (neu RE, REW, REI)

14.3. ÖNORM B 3855 Rauchabschlüsse

- * Rauchabschluß R (neue Kennzeichnung „S“, smoke)
Ausführungen mit Brandschutzglas: Brandwiderstandsklasse RE
- * Brandschutzabschluß T
Ausführung mit Brandschutzverglasung Brandwiderstandsklasse REI

14.4. Prüfverfahren für Brandschutzverglasungen:

- * Brandkammer, an einer Seite mit eingebautem Prüfgut.
- * Mehrere Temperaturmeßstellen an der feuerabgekehrten Glasoberfläche.
- * Messung der Glasoberflächentemperatur vor Versuchsbeginn = Ausgangstemperatur.
- * Errichtung eines offenen Feuers und Temperaturerhöhung in Brandkammer nach Einheitstemperaturkurve (=ETK)
(30 - 821, 60 - 925, 90 - 986, 120 - 1029, 180 - 1090)

- 14.5. Anforderungen an Brandschutzglas mit Brandwiderstandsklasse RE:
- * Kein Durchgang von Feuer und Rauch (Gas) in der angegebenen Widerstandszeit (in Minuten)
 - * Löschwassertest nach Prüfung. Die Verglasung muß geschlossen bleiben.
- 14.6. Prüfkriterien für Brandschutzverglasungen mit der Brandwiderstandsklasse REI:
- * Kein Durchgang von Feuer und Rauch in der angegebenen Widerstandszeit.
 - * Thermische Isolation: Glasoberflächentemperatur an feuerabgekehrter Glasoberfläche
max. 180 K, im Mittel 140 K über Ausgangstemperatur.
 - * Stoßbelastung durch Pendelschlag mit 20 N/m.
 - * Prüfung auf Selbstentzündung; ein Wattebausch wird an die Glasoberfläche gehalten - er darf nicht zu brennen beginnen
- 14.7. Bei Brandschutzverglasungen muß das ganze System, bestehend aus Rahmen, Brandschutzglas und Abdichtung, den Prüfanforderungen entsprechen.
- Auf Prüfzeugnisse achten!
- 14.8. Flachglasprodukte für Brandschutzverglasungen, Brandwiderstandsklasse RE:
- * Drahtglas, Drahtornamentglas, Poliertes Drahtglas
nur bei Einhaltung der Verglasungsrichtlinien!
 - * Spezial ESG
 - * Flachglas mit besonderer Zusammensetzung und Vorspannung.
 - * Einheit aus 2x Floatglas und dazwischengelagerter Gel- Schicht.
 - * Einheit aus 2x ESG- Floatglas und dazwischengelagerter PVB- Folie
 - * Einheit aus 2x Borofloat ESG und dazwischengelagerter Gel- Schicht

14.9. Flachglasprodukte für Brandschutzverglasungen, Brandwiderstandsklasse REI:

- * Verglasungseinheit aus mehreren Floatglastafeln und dazwischengelagerten Gel-Schichten.
- * Verglasungseinheit aus 2 vorgespannten Floatglastafeln mit dazwischengelagerter, dicker Gel- Schicht.
- * Verglasungseinheit aus mehreren Borofloatgläsern mit zwischengelagerten Gel-Schichten

Abbildung: Brandschutzgläser REI

14.10 prEN 357-1 (Vornorm, Ausgabe 05.99)

14.10.1 Neue Begriffe: Feuerwiderstandsfähigkeit

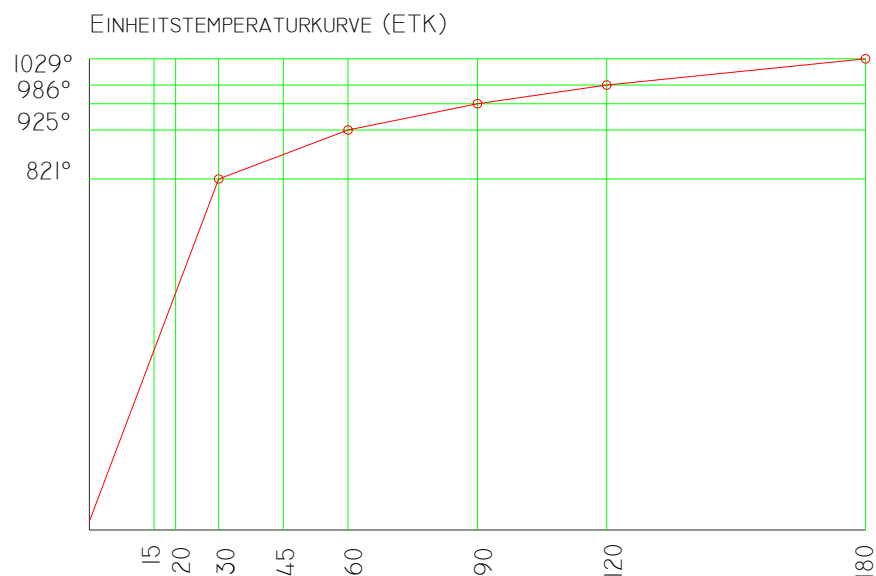
$R_{(\text{Minuten})}$	Tragfähigkeit
$E_{(\text{Minuten})}$	Raumabschluss:
$W_{(\text{Minuten})}$	Strahlungsminderung
$I_{(\text{Minuten})}$	Isolation
$S_{(\text{Minuten})}$	Rauchschutz
C	Selbstschließend

Die Kombinationen $RE_{(\text{Minuten})}$ oder $E_{(\text{Minuten})}$ entsprechen in etwa den alten Bezeichnung G.

Die Kombination $REI_{(\text{Minuten})}$ oder $EI_{(\text{Minuten})}$ entsprechen in etwa den alten Bezeichnungen F.

Die Bezeichnungen $E_{(\text{Minuten})} W_{(\text{Minuten})}$ (die Anzahl der Minuten kann auch unterschiedlich sein) sind für Gläsern mit reduzierter Wärmestrahlungsdurchlässigkeit . Sie entsprechen jedoch nicht I oder F.

Die Angaben über die Anzahl der Minuten (Widerstandsdauer) ist in der neuen Norm häufiger gestaffelt. (15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240)



15. Isolierglas

15.1. Definition laut ÖNORM EN 1279-1:

"Aus zwei oder mehreren gleich- oder ungleichartigen Scheiben gebildete Einheit, die auf Abstand gehalten werden und im Randbereich verschlossen sind.
Diese Einheit kann aus unterschiedlichen Glasarten, Glasdicken, Scheiben-zwischenräumen bestehen; die einzelnen Scheiben können vorgespannt, durchgefärbt, oxidbeschichtet sowie metallbedampft sein"

15.2. Entwicklung:

- * ältestes Patent 1865 Stetson, USA
- * "CUDO" 1934 Kunzendorfer Doppelglas
- * "Thermopane" 1938 Libbey Owens Ford, USA
- 1954 LOG, Deutschland
- * "GADO" 1955 DETAG, Deutschland

- * Seit ca. 1960 größere Verbreitung mit geklebten Systemen.

15.3. Arten des Randverbundes:

- * Anorganischer Randverbund:

Randverschmolzen z.B. "GADO", "SEDO"
Zusammengelötet z.B. "Thermopane"

- * Organischer Randverbund

Einstufige Randabdichtung
Zweistufige Randabdichtung

Stand der Technik und auch vielfach im Einsatz ist das Zweifachsystem

Primärdichtung	Butyl
Sekundärdichtung	Polysulfid (=Thiokol)
	Spezial- Silicon (UV- beständig)
	Polyurethan

15.4. Der Scheibenzwischenraum SZR, Atmosphäre im SZR:

Der Scheibenzwischenraum, kurz SZR, ist der Abstand zwischen den einzelnen Scheiben eines Isolierglaselementes.

Die Breite des SZR wird bei geklebten Randverbund durch die Breite des Abstandhalterprofils und durch den Primärdichtstoff auf den Seitenflanken des Abstandhalterprofils bestimmt.

Standardbreiten: 12 - 16 mm
sonst übliche Breiten: 6, 8, 9, 10, 24 mm

Die Atmosphäre im SZR hat extrem trocken zu sein. Damit wird eine Kondensatbildung auf den Glasoberflächen im SZR, bei den natürlich vorkommenden Temperaturdifferenzen vermieden.

Bei bestimmten Funktionsisoliergläsern ist im SZR ein extrem trockenes Gas.

Im SZR ist gewöhnlich jener atmosphärische Druck eingeschlossen, welcher am Tag der Herstellung am Ort der Herstellung geherrscht hat.

Bei Differenzen zwischen dem atmosphärischem Druck im SZR und dem der Außenumgebung treten Scheibenverformungen auf. (Doppelscheibeneffekt)

Ursachen für Druckdifferenzen:

- * Höhendifferenz zwischen Herstellungsort und Einbauort
- * Temperaturdifferenzen
- * Geänderte Wettersituation (Hoch - Tief)
- * Art und Menge des Trockenmittels im Abstandhalterprofil.

Überlegung: Bei welchen Isolierglastypen ist die Verformung der Scheiben begünstigt?

15.5. Herstellungsverfahren geklebter Isolierglaselemente:

Die Herstellung geklebter Isolierglaselemente erfolgt heute in modernen Produktionslinien mit den verketteten Stationen:

- * Auftragserfassung, Zuschnittoptimierung
- * Glaszuschnitt mit Brechen und Sortieren (bei Erfordernis mit Randentschichtung)
- * Abstandhalterprofilfertigung mit teilweiser Trockenmittelfüllung und Butylauftrag
- * Elementzusammenbau
- * Zusammenpressung (bei Bedarf Gasfüllung in der Plattenpresse)
- * Randabdichtung
- * Abnahmestation

Abbildung: Isolierglasproduktionslinie

- 15.6. Isolierglasausführungen
- 15.6.1. Standard (heute schon Substandard)
2x Floatglas klar, Glasdicke nach Bedarf
1 SZR 10 - 16 mm mit extrem trockenem Luftvolumen.
 $U_G \approx 2,76 \text{ W/m}^2\text{K}$; $R_W = 30 \text{ dB}$; $T_L = 82\%$, $T_G = 76\%$
- 15.6.2. Dreifach:
3x Floatglas klar, Glasdicke nach Bedarf
2 SZR 8 - 10 mm mit Luft- oder Gasvolumen
- 15.6.3. Sicherheit:
Eine oder mehrere Scheiben mit ESG und/oder VSG
(EN 356; EN 1083; DIN 52 290-5; usw.)
- 15.6.4. Sonnenschutz ohne wesentliche Wärmedämmung:
* Floatglas eingefärbt
* Floatglas metalloxidbeschichtet
* Floatglas eingefärbt und metalloxidbeschichtet
zB Antelio,
 T_L deutlich geringer als 82%
 T_G geringer als 76 %
- 15.6.5. Wärmedämmung ohne wesentlichen Sonnenschutz:
* Floatglas mit dünner Metallbeschichtung (Gold, Silber), eingelagert zwischen Haft- und Schutzschichten. \Rightarrow annähernd farbneutral.
SZR 16 mm und mit Spezialgasfüllung (Argon).
(z.B. "Thermoplus", "Climaplus",)
 $U_G 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ - $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$;
* Floatglas mit Zinnoxidbeschichtung; \Rightarrow annähernd farbneutral
SZR mit Spezialgasfüllung.
(zB. "K- Glas", "EKO", "Comfort", ...)
 $U_G 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
* 2x Float mit Silberbeschichtung, 1x Float klar (ESG), 2x SZR mit Gas
- 15.6.6. Wärmedämmung, Sonnenschutz und Wärmeschutz
* Floatglas mit Metallbeschichtung (Gold, Silber, Kupfer) eingelagert zwischen Haft- und Schutzschichten. \Rightarrow mit Farbton aber auch annähernd farbneutral!
SZR mit Spezialgasfüllung
* 1x Floatglas silberbeschichtet
1x Floatglas metalloxidbeschichtet
SZR mit Gasvolumen

15.6.7. Schallschutz:

- * ungleiche Glasdicken, größerer SZR mit Spezialgasvolumen
- * 1 Scheibe mit zwischengelagerter Kunststoffschicht, größerer SZR mit Spezialgasfüllung
- * 2 Scheiben mit zwischengelagerter Kunststoffschicht, größerer SZR mit Spezialgasfüllung.

15.6.8. Isolierglas mit Brandschutzfunktion:

Brandschutzglas zu Isolierglas zusammengebaut.

15.6.9. Isolierglas mit Sichtschutz bzw. mit Lichtstreuung:

- * verschiedene Gußgläser
- * Floatglas mit Teil- Siebdruck
- * Floatglas mit eingelagerter Glasfasermatte
- * Mattglas, Milchüberfangglas
- * im SZR eingelagerte Kapillarplatte
- * Floatglas mit eingelagerten Lamellen
- * Floatglas mit eingelagerten Acrylglasplatten mit Prismenstruktur

15.6.10 Isolierglas mit Sprosseneinbauten:

- * Leichtmetallsprossen, verschieden farbig eloxiert
- * Leichtmetallsprossen, verschieden farbig pulverbeschichtet.

15.6.11 Isolierglas mit sonstigen Einbauten:

- * eingebaute Bleifelder; Bleifelder mit Blankglas sind nicht zu empfehlen!
- * Messingfelder
- * Malereien, Gravuren,

15.6.12 Isolierglas, gebogen, gewölbt:

Die genannten Ausführungen sind untereinander kombinierbar!

15.7. Normenhinweis zu Mehrscheibenisoliertglas!
ÖNORM EN 1279 (Ausgabe 98, 94, 95, 96, 97)

ÖNORM EN 1279-1 Glas im Bauwesen; Mehrscheibenisoliertglas; Allgemeines
ÖNORM EN 1279-2; Glas im Bauwesen; Mehrscheibenisoliertglas; Typprüfung
ÖNORM EN 1279-3; Glas im Bauwesen; Mehrscheibenisoliertglas; Gasverlustrate
ÖNORM EN 1279-4; Glas im Bauwesen; Mehrscheibenisoliertglas; Randverbund
ÖNORM EN 1279-6; Glas im Bauwesen; Mehrscheibenisoliertglas; Produktionskontr.

Alte ÖNORM! ÖNORM B 3714

15.8. Tabelle: Isoliertglasprodukte, techn. Daten

16. Profilbauglas

16.1. Definition laut ÖNORM B 3710:

"Gewalztes Gußglas in unterschiedlich profilierter Form mit und ohne Draht-einlage, mit glatter und ornamentierter Oberfläche."

16.2. Herstellung:

Zunächst wird im Wannenauslaufverfahren ein flaches Glasband gegossen und gewalzt.

Unmittelbar danach werden die beiden Flansche aufgebogen.

Anschließend durchläuft das endlose Profilglasband einen Kühllofen und wird im Anschluß in die Lagerabmessungen oder in die gewünschten Festmaße abgelängt.

16.3. Ausführungen:

* verschiedene Profilglasbreiten, Glasdicken und Flanschhöhen.

Typ	Profilbreite	Flanschhöhe	Glasdicke
K 22	232	41	6
K 22/60/7	232	60	7
K 25	262	41	6
K 25/60/7	262	60	7
K 32	331	41	6
K 32/60/7	331	60	7
K 50	498	41	6
P75	750	41	6

* Drahteinlagen

Längsdrähte mit größerem Abstand

Längsdrähte mit geringerem Abstand + 1 Längsdraht je Flansch ⇒ G 30.

* Beschichtungen

"Antisol", "Plus 1,7", "Topas", "Amethyst", "Bronce"

16.4. EN 572-7 (Ausgabe 1995-01) Profilbauglas mit oder ohne Drahteinlage

Anwendungsbereich, Allgemeines, Bezeichnungen, Abmessungen und Toleranzen, Lieferart, Sortierung und Zuschnitt, Prüfung, Zitierte Normen, Hinweis auf andere Normen.

16.5. Eigenschaften:

16.5.1. Wärmedurchgangszahl:

Profilbauglas	1- schalig	5,7 W/m ² K
Profilbauglas	2- schalig, 41 mm Flansch	2,8 W/m ² K
Profilbauglas	2- schalig, 60 mm Flansch	2,7 W/m ² K
Profilbauglas 1,7	2- schalig, 41 mm Flansch	1,97 W/m ² K

16.5.2. Schalldämmung:

Profilbauglas 1- schalig	29 dB
Profilbauglas 2- schalig	38 dB
Profilbauglas 22/60/7, 2- schalig, mit PVC - Polsterprofil	41 dB

16.5.3. Lichtdurchgang:

Profilbauglas 1- schalig	89 %
Profilbauglas 2- schalig	81 %
Profilbauglas "Antisol"	63 %
Profilbauglas „1,7"	72 %

16.5.4 Wegen des U- förmigen Querschnittes große mechanische Festigkeit -> dadurch Glaseinbau mit zweiseitiger Halterung in U- Profilen möglich.

17. Glasbausteine

17.1. Definition laut ÖNORM B 3710 (prEN 1051)
"Baustein, bestehend aus einem Teil oder aus mehreren, durch Verschweißen oder Verkleben fest gebundenen Glasteilen, voll oder hohl, auch farbig, im Preßverfahren hergestellt. Die Flächen der Voll- oder Hohl- Glasbausteine sind luftdicht abgeschlossen."

17.2. Herstellung:

Voll- Glasbausteine werden gepreßt.

Hohl- Glasbausteine:

Zunächst werden 2 Steinhälften gepreßt, in der Folge werden diese miteinander verschmolzen.

17.3. Ausführungen:

* verschiedene Abmessungen: z.B. 240 x 240 x 80
 115 x 240 x 80
 190 x 190 x 80
 300 x 300 x 100

* verschiedene Dekore
* verschiedene Beschichtungen

17.4. Eigenschaften:

Wärmedurchgangszahl:

Hohl- Glasbaustein ca. 3,0 W/m²K

Voll- Glasbaustein ca. 6,0 W/m²K

Schalldämmung 190 x 190 x 80 Rw dB
 300 x 300 x 100 Rw dB

Lichtdurchgang: 240 x 240 x 80 82%

17.5. Anwendung:

Errichtung von lichtdurchlässigen Trennwänden im Außen- oder Innenbereich; z.B. Sporthallen, Stiegenhäuser, Industriegebäude.

17.6. Einbau:

Anschluß zu Baukörper mit U- Profil
keine Lastübernahme vom bestehenden Baukörper
Fugenbreite ≥10 mm
Fugen mit Beton und Stahlarmierung