

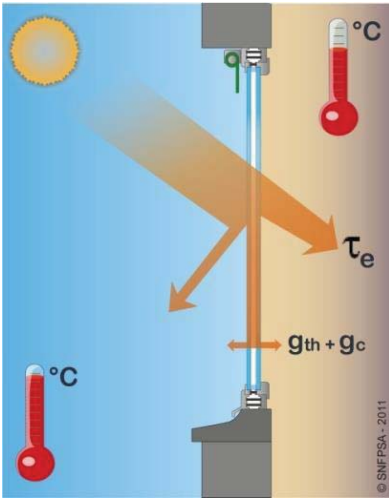
F_C -Wert versus g_{tot}

Der Sonnenschutz in der ÖNORM B 8110-6-1

Transparente Bauteile / Verglasung



U-Wert	leicht verfügbar und genau	Datenblätter, Datenbanken, Softwaretools
g-Wert	leicht verfügbar und genau	Datenblätter, Datenbanken, Softwaretools
T_s / R_s	leicht verfügbar und genau	Datenblätter, Datenbanken, Softwaretools
LT / T_v	leicht verfügbar	Datenblätter, Datenbanken, Softwaretools
R_a Index	nur z. T verfügbar	stirbt leider langsam aus



Der g-Wert einer Verglasung bezieht sich auf senkrecht einfallende solare Strahlung (UV + VIS + NIR).

Jede Glasscheibe reduziert den g-Wert um ca. 12% und den Lichteintrag um ca. 9%.

Low-E-Schichten können den g-Wert um weitere 11 - 25% reduzieren. Je geringer deren Emissivität ϵ , umso größer die Tageslichteinbuße (0 – 24%)

Die Reduktion des g-Wertes unter $< 0,45$ (Sonnenschutzglas) geht voll zu Lasten des Lichteintrages und kann sowohl die Farbwiedergabe als auch den Farbkontrast deutlich mindern.

$$g = T_e + g_{th} + g_c$$
$$g = T_e + q_i$$



Welchen Kennwert hat der Sonnenschutz?

Kennwerte transparenter Bauteile mit Sonnenschutz Abschattungswert F_C

F_C -Wert Tabellenwerte in Normen und Datenblättern zur Berechnung des $g_{tot} \rightarrow g_{tot} = F_C \cdot g$
 Der Abschattungswert stammt aus Zeiten vor der Entwicklung komplexer Verglasungen.
 Auf CEN-Ebene ist es der Abschattungswert des Systems Glas + Sonnenschutzvorrichtung.
 Auf DIN und ÖN Ebene versteht (D) bzw. verstand (AT) man ihn als Kennwert einer Beschattung.
 F_C wird meist aus der vereinfachten g_{tot} -Berechnung nach ÖN EN ISO 52022-1 abgeleitet $\rightarrow F_C = g_{tot} / g$

Hinweis Jeder F_C bezieht sich auf ein bestimmte Verglasung und sollte/darf nicht mit einer davon abweichenden Verglasung kombiniert werden.

Beispiel F_C -Werte gemäß CE-Label (basierend auf g 0,59 für D-A-CH) in Kombination mit Sonnenschutzglas führen zu falschen (zu niedrigen) g_{tot} Werten!

Eine bestimmte Sonnenschutzvorrichtungen hat **keinen** bestimmten F_C -Werte!
 Wer braucht also den F_C , wenn ohnedies der g_{tot} für die bauphysikalische Berechnung erforderlich ist?

ÖNORM B 8110-3 von 1989 bis 2012

Abminderungsfaktor „z“

Zeile	Abschattungsvorrichtung	Abminderungsfaktor ¹⁾ z
1	keine Abschattungsvorrichtung	1,00
2	Außenjalousie, Fensterläden mit Jalousiefüllung (beweglich, unterlüftet, Belichtung ohne künstliche Beleuchtung möglich)	0,27
3	Zwischenjalousie	0,53
4	Innenjalousie (je nach Farbe und Material)	0,75
5	beschattungswirksame Vordächer, Balkone und horizontale Lamellenblenden	0,32
6	Markisen (seitlicher Lichteinfall möglich)	0,43
7	Rolläden, Fensterläden mit voller Füllung	0,32
8	helle Innenvorhänge ²⁾ , Reflexionsvorhänge ²⁾ und Innenmarkisen	0,75
9	Bepflanzung ²⁾	0,50 bis 1,00 ³⁾

Quelle: ÖNORM B 8110-3:1989

z-Werte hatten Gültigkeit für Verglasungen mit einem g-Wert von 0,75 was einer unbeschichteten Doppelverglasung (U-Wert von 2,7 W/m²K) entspricht. z-Werte für andere Verglasungen gab es nicht!

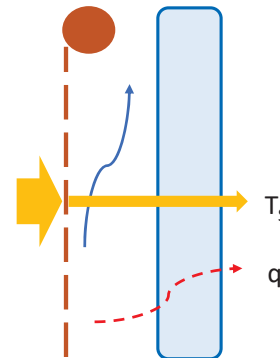
Leider finden sich diese Werte heute immer noch in Broschüren (Leitfäden, Fachartikeln und Kriterienkatalogen wieder!

Außenliegender Sonnenschutz nach ÖNORM B 8110-3/2012

Abschattungswerte F_C -Werte je nach Verglasung

g_{tot} berechnet nach ÖN EN ISO 52022-1 $\rightarrow F_C$ abgeleitet ($F_C = g_{tot}/g$)

Zeile	Lichtdurchlass	Bezeichnung	$\tau_{e,B}$	$\rho_{e,B}$	F_C^a	F_C^a	F_C^a
					$g = 0,70$	$g = 0,50$	$g = 0,25$
1	wenig	weiß außen	0,05	0,7	0,02	0,03	0,06
2	wenig	hell außen	0,05	0,5	0,04	0,05	0,10
3	wenig	dunkel außen	0,05	0,3	0,05	0,07	0,14
4	wenig	schwarz außen	0,05	0,1	0,06	0,09	0,18
5	mittel	weiß außen	0,20	0,6	0,23	0,25	0,33
6	mittel	hell außen	0,20	0,4	0,24	0,27	0,37
7	mittel	dunkel außen	0,20	0,2	0,25	0,29	0,41
8	mittel	schwarz außen	0,20	0,1	0,26	0,30	0,43
9	stark	weiß außen	0,40	0,4	0,44	0,48	0,62
10	stark	hell außen	0,40	0,3	0,45	0,49	0,64
11	stark	dunkel außen	0,40	0,2	0,45	0,50	0,66
12	stark	schwarz außen	0,40	0,1	0,46	0,51	0,68



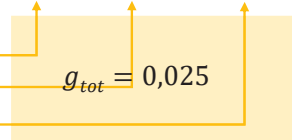
Kann sich die Wirkung einer Außenbeschattung tatsächlich durch die Verglasung ändern?

F_C ist der Abschattungswerte des Systems Glas + Beschattung

Zeile	Lichtdurchlass	Bezeichnung	$\tau_{e,B}$	$\rho_{e,B}$	F_C^a	F_C^a	F_C^a
					$g = 0,70$	$g = 0,50$	$g = 0,25$
1	wenig	weiß außen	0,05	0,7	0,02	0,03	0,06
2	wenig	hell außen	0,05	0,5	0,04	0,05	0,10

Beispiel für Außenbeschattung, hell wenig Lichtdurchlass

- $g_{Ref} 0,65 \rightarrow g_{korrr} = 1,0 \cdot F_{C,SB} = 0,04 \rightarrow F_C = 0,04$
- $g 0,50 \rightarrow g_{korrr} = 1,3 \cdot F_{C,SB} = 0,04 \rightarrow F_C = 0,05$
- $g 0,25 \rightarrow g_{korrr} = 2,6 \cdot F_{C,SB} = 0,04 \rightarrow F_C = 0,10$



g_{korrr} ist das Verhältnis des g-Wertes einer Referenzglases zum g-Wert des der tatsächlichen Verglasung (z.B. $0,65 / 0,5 = 1,3$)
 $F_{C,SB}$ ist der Abschattungswert einer Sonnenschutzvorrichtung in Bezug auf die Referenzverglasung (z.B. 0,4)

Fazit
 Für Sonnenschutzprodukte sind keine eindeutigen Planungswerte verfügbar!
 Der F_C -Wert ist eine Krücke, die bei Planern, Behörden und der Industrie zu Verwirrung und Unverständnis führt!

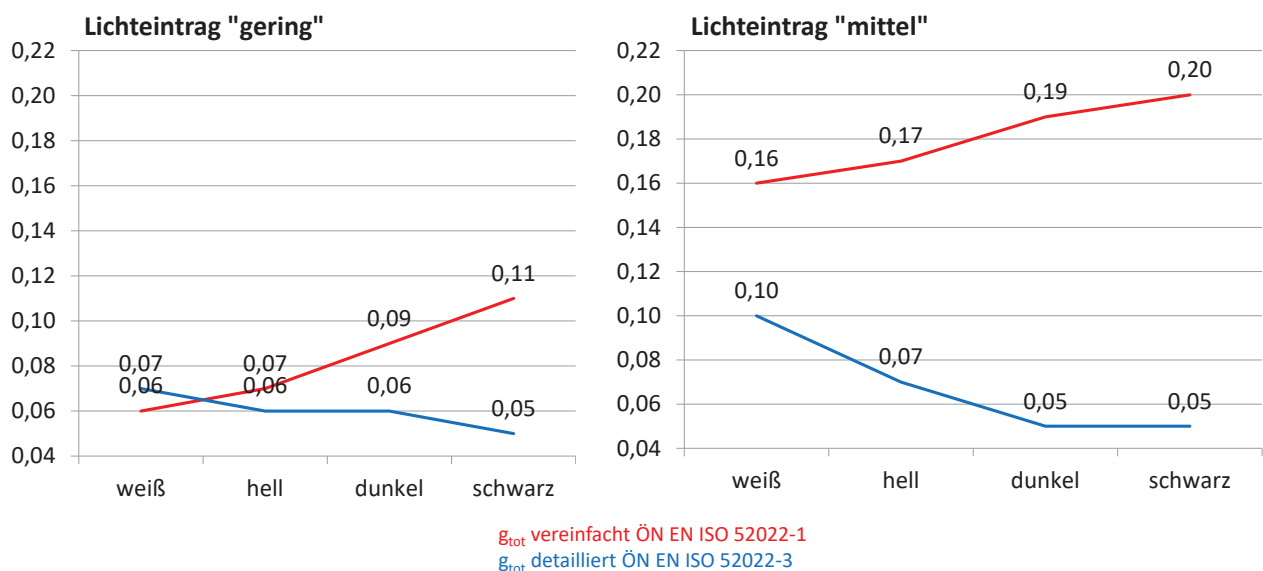
Maßgeblich für den Sonnenschutz ist immer die äußerste, wirksame Ebene!
 Bei Außenbeschattung verliert eine dahinter liegende sonnenschutzwirksames Gals seine Funktion!
 Der g-Werte des Glases wird als inhärent angenommen, obwohl das Glas nicht besonnt wird!
 Damit die Formel $g_{tot} = F_C \cdot g$ weiterhin gültig sein kann, muss der F_C bei g-Werten $\leq 0,65$ korrigiert werden.

Die Normung kennt drei Möglichkeiten den g_{tot} zu bestimmen

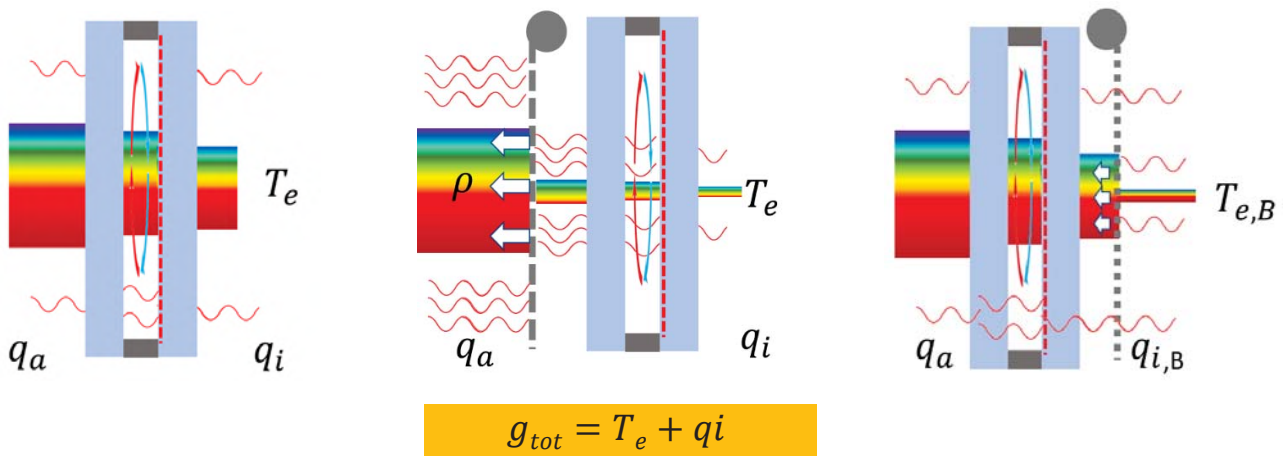
1. Wert basierend auf CE-Kennzeichnung nach ÖN EN 14501 (Referenzglas U 1,2 W/m²K, g 0,59)
 g_{tot} -Werte gemäß CE-Kennzeichnung sind relativ leicht verfügbar (Herstellerangaben), sie sind jedoch **kein Planungswerte!!!**
2. Vereinfachtes Berechnungsverfahren nach ÖN EN ISO 52022-1 – **Planungswerte** mit großer Unschärfe!
U-Werte von Low-E beschichteten Verglasungen werden unzureichend berücksichtigt.
Lichteintrag (unabhängig von der Behangfarbe) lässt sich nicht einschätzen und ist keine geeignete Planungsgrundlage.
Die angeführten Lichttransmissionen sind für die relevanten Produkte unrealistisch.
3. Detaillierte, strahlungsphysikalische Berechnung nach ÖN EN ISO 52022-3 mit spezieller Software
Input: exakter Glasaufbau, Art und Lage der Beschattung (Datenbanken nicht vollständig)
Output: **genauer Planungswert** für eine spezielle Konfiguration
Für die frühe Planungsphase eher ungeeignet, jede Änderung erfordert eine Neuberechnung!

g_{tot} - Vergleich: vereinfachte Methode versus detaillierte Berechnung

Raffstore, in Kombination mit 2-Scheiben Wärmeschutzglas

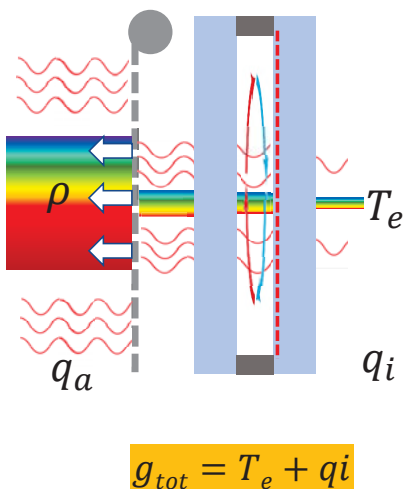


Fazit: Da stimmt etwas oder vieles nicht!



Wie lässt sich eine Beschattung eindeutig (unabhängig vom Glas) charakterisieren?
Ist es möglich einen g_{tot} vorzugeben und quantifizierbare Kriterien für die spätere Produktwahl festzulegen?

g_{tot} -Modell für Außenbeschattung



Die Abschattungswirkung einer Beschattung wird durch deren physikalische Eigenschaften (R / T / A) bestimmt.

Die Eigenschaften einer Beschattung werden nicht von der Verglasung determiniert, sondern umgekehrt!

Glas wird vorwiegend langwelliger Wärmestrahlung ausgesetzt.

Ein im Schatten liegende Sonnenschutzverglasung kann kaum wirksam sein!

Der g_{tot} setzt sich aus der solaren Transmission T_e und der sekundären Wärmeabgabe q_i des Systems (Beschattung + Glas) zusammen!

T_e wird primär durch die Sonnenschutzvorrichtung (Behangfarbe und Öffnungsfaktor) bestimmt. Sonnenschutzglas kann T_e nur in relativ geringem Maße beeinflussen.

Der Wärmeeintrag q_i wird primär durch die Behangfarbe (A) und dem U-Wert des Glases bestimmt. Die Belüftung des Zwischenraumes (Beschattung zu Glas) hat bei Wärmeschutzglas nur eine geringe Wirkung.

Es gilt jedoch zu beachten dass Low-E Beschichtungen mit geringer Emissivität ($\epsilon < 3\%$) T_v bzw. T_e reduzieren können!

Klassifizierung nach Reflexionswerten

- Klasse 1: *sehr hell* $65\% \leq R_{s,B} < 85\%$
- Klasse 2: *hell* $40\% \leq R_{s,B} < 65\%$
- Klasse 3: *dunkel* $15\% \leq R_{s,B} < 40\%$
- Klasse 4: *sehr dunkel* $R_{s,B} < 15\%$

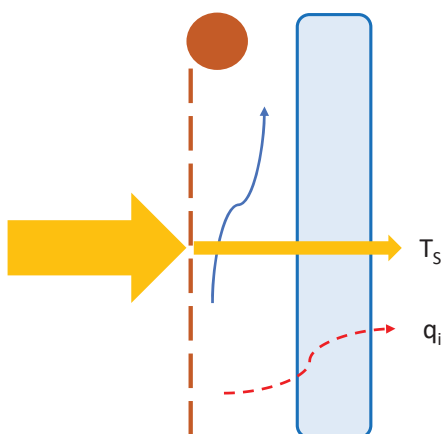
Klassifizierung nach Transmissionseigenschaften (Licht + Sicht)

- Variante 1: geschlossen, abdunkelnd, minimaler solarer Eintrag*
- Variante 2: Lamellen halboffen (cut-off) und Textilien mit geringem Lochanteil kein wesentlicher direkter Solareintrag
Fenster mit O- und West-Ausrichtung
Sichtverbindung nicht gekappt
Tageslichtnutzung je nach Behangfarbe*
- Variante 3: Lamellen waagrecht (cut-off), Textil Textilien mit Lochanteil bis 15% kein bzw. relativ geringer direkter solarer Eintrag
Fenster mit Süd-Ausrichtung (vorwiegend Eigenverschattung / Sonnenstand)
Sichtverbindung relativ gut trotz aktivem Sonnenschutz
Tageslichtversorgung je nach Behangfarbe*

Über die Klassifizierung der Reflexionseigenschaften sowie die typische Transmissionseigenschaften von Sonnenschutzvorrichtungen können die bauphysikalischen Anforderung an die Beschattung in der frühen Planungsphase festgelegt werden, ohne zuvor Glas + Beschattung im Detail spezifizieren zu müssen!

Alle Tabellenwerte sind mit Sicherheiten gerechnet, ein $g_{tot} < 0,1$ sollte nur in begründeten Fällen gewählt werden.

Grundsätzliche Überlegungen für das Modell äußere Abschlüsse

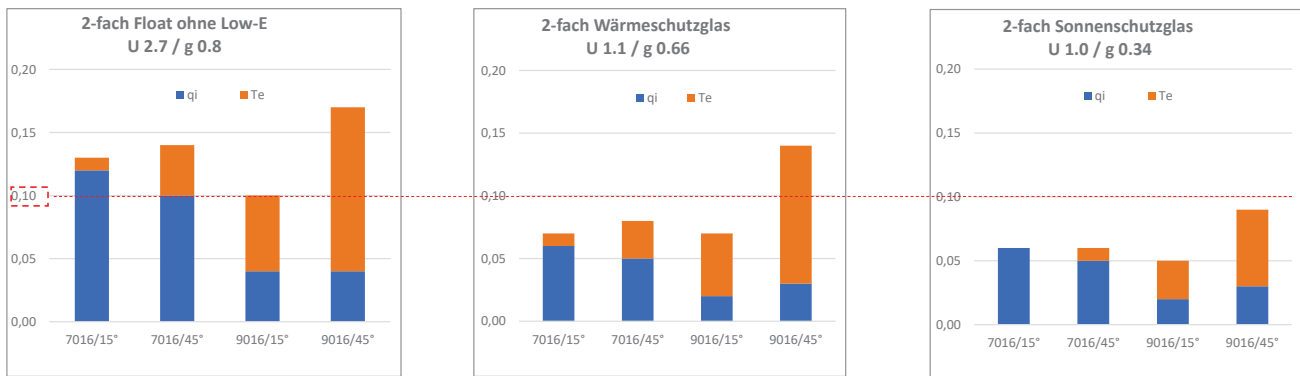


Vielzahl an Berechnungen nach ÖN EN ISO 52022-3:

Luftraum	worst case unbelüftet
Behang dunkel	geringe Reflexion geringer Energie- bzw. Lichteintrag (nur direkt) hohe Wärmeabstrahlung
Behang hell	hohe Reflexion erhöhter Energie- bzw. Lichteintrag (direkt + diffus) geringere Wärmeabstrahlung
Öffnungsgrad	beeinflusst die Hinterlüftung (Wärmeabgabe außen) beeinflusst den Licht- bzw. Energieeintrag

g_{tot} Vergleich

unterschiedliche Verglasungen sowie unterschiedliche Farben und Lamellenstellung der Beschattung



Bei Verglasungen wirkt sich die Funktion „Wärmeschutz“ wesentlich stärker auf den g_{tot} aus, als eine allfällige „Sonnenschutzfunktion“.

ÖNORM B8110-6-1:2019, äußere Abschlüsse

Tabelle zur vereinfachten Ermittlung von g_{tot} in Abhängigkeit von: Art der Beschattung, Öffnungsfaktor und Behangfarbe sowie dem U-Wert der Verglasung

Gesamtenergiedurchlassgrade g _{tot} für äußere Abschlüsse in Kombination mit Verglasungen	Wärmeschutzglas U ≤ 1,5 W/m ² K				Floatglas ohne Low-E U > 1,5 W/m ² K			
	Sehr hell	Hell	Dunkel	Sehr dunkel	Sehr hell	Hell	Dunkel	Sehr dunkel
Lamellenbehänge fast geschlossen	0,07	0,07	0,07	0,07	0,10	0,10	0,14	0,14
Lamellenbehänge, Lamellenwinkel halboffen (45°)	0,10	0,10	0,09	0,07	0,13	0,13	0,15	0,15
Lamellenbehänge, Lamellen geöffnet (90°)	0,24	0,19	0,15	0,09	0,30	0,25	0,22	0,18
Fassadenmarkisen mit Alubeschichtung außen, Lochanteil ≤ 5%	0,10	0,10	0,10	0,10	0,14	0,14	0,14	0,14
Fassadenmarkisen unbeschichtet, Lochanteil ≤ 5%	0,17	0,13	0,11	0,10	0,20	0,16	0,14	0,17
Fassadenmarkisen mit u. ohne Alubeschichtung, Lochanteil < 15%	0,25	0,17	0,17	0,17	0,30	0,25	0,25	0,25
Fassadenmarkisen Acryl (dicht gewebt)	0,23	0,15	0,12	0,10	0,29	0,21	0,17	0,14
Rollladen dicht geschlossen	0,05	0,05	0,06	0,06	0,08	0,08	0,12	0,12
Rollladen, Luft/Lichtschlitz offen	0,06	0,06	0,07	0,07	0,10	0,10	0,14	0,14
Rollladen, die unteren 25 % des Fensters ist nicht beschattet	0,20	0,20	0,22	0,22	0,25	0,26	0,27	0,30

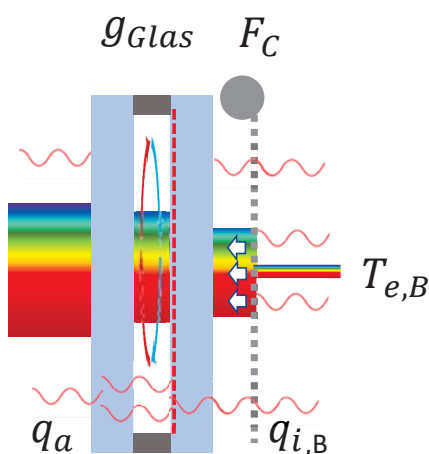
Anwendungen von Lamellenwinkel halboffen (45°) und Lamellen geöffnet (90°) kommen nur für Fälle hoher Sonnenhöhen (d. h. Eigenverschattung der Lamellen) in Frage.

Quelle: ÖNORM B 8110-6-1

Richtwerte für die Lichttransmission (LT bzw. Tv) von 2-Scheiben Verglasungen (mit und ohne Low-E) in Kombination mit äußeren Abschlüssen	Sehr hell	Hell	Dunkel	Sehr dunkel	Anmerkungen
Lamellenbehänge fast geschlossen	0,06	0,04	0,01	0,01	Jede zusätzliche Glasscheibe und jede weitere Low-E Schicht reduziert den Lichteintrag in der 2. Nachkommastelle und wird hier nicht dargestellt.
Lamellenbehänge, Lamellenwinkel halboffen (bis zu 45°)	0,11	0,08	0,05	0,01	
Lamellenbehänge, Lamellen geöffnet (bis zu 90°)	0,29	0,18	0,12	0,03	
Fassadenmarkisen mit Alubeschichtung außen, Lochanteil ≤5%	0,08	0,07	0,06	0,05	Bei Verglasungen mit Kombi-Beschichtung (Sonnenschutzglas) verringert sich der Lichteintrag vereinfacht nach der Formel: $LT_{\text{kor}} = LT \times g / 0,65$
Fassadenmarkisen unbeschichtet, Lochanteil ≤5%	0,18	0,10	0,07	0,05	
Fassadenmarkisen mit u. ohne Alubeschichtung, Lochanteil < 15%	0,20	0,18	0,17	0,15	
Fassadenmarkisen Acryl (dicht gewebt)	0,25	0,11	0,05	0,01	
Rollladen geschlossen	0,01	0,01	0,01	0,01	
Rollladen, Luft/Lichtschlitz offen	0,05	0,05	0,05	0,05	
Rollladen, die unteren 25% des Fensters sind nicht beschattet	0,30	0,30	0,30	0,30	

Bei Sonne belichtet eine Beschattung mit einer Lichttransmission von 10 bis 15% einen Raum ähnlich gut wie der freie Lichteinfall eines nicht beschatteten Fensters bei bedecktem Himmel.

g_{tot} von Innenbeschattungen



$$g_{\text{tot}} = T_{e,B} + q_{i,B}$$

Die Wirkung von Innenbeschattungen wird durch das vorgelagerte Glas beeinflusst.

Nur Behänge mit guten Reflexionswerten können eine gewisse Sonnenschutzwirkung entfalten.

Seit dem Einsatz vom Wärmeschutzglas, haben Innenbeschattungen deutlich an Wirksamkeit verloren, da die von den Behängen abgestrahlte Wärme de facto nicht nach Außen abgeführt werden kann.

Der Großteil der Innenbeschattungen dient dem Blendschutz!

Der g_{tot} setzt sich aus der solaren Transmission $T_{e,B}$ und der sekundären Wärmeabgabe $q_{i,B}$ des Systems (Beschattung + Glas) zusammen!

$T_{e,B}$ wird primär durch den g-Wert der Verglasung bestimmt. Bei Sonnenschutzglas trifft nur noch ein Teil der kurzwelligeren Strahlung auf den Behang, dessen Wirkung entsprechend reduziert wird.

Der Wärmeeintrag $q_{i,B}$ infolge solare Einstrahlung wird primär durch die Behangfarbe bestimmt.

Tabelle 20 — Typische Gesamtenergiedurchlassgrade g_{tot} für verschiedene Abschlüsse innen und Verglasung ohne Sonnenschutzfunktion, $g \geq 0,45$ und Verglasung mit Sonnenschutzfunktion, $g < 0,45$

Innere Abschlüsse	Gesamtenergiedurchlasswerte g_{tot} in Kombination mit Verglasungen	
	ohne Sonnenschutzfunktion	mit Sonnenschutzfunktion
Textile Behänge der Klasse 1 und Folien mit $T_v \leq 3\%$	0,30	0,25
Lamellen der Klasse 1, textile Behänge der Klasse 2 und Folien mit T_v von 6 % bis 18 %	0,40	– (nur Blendschutz)
Alubedampfte/beschichtete textile Behänge	0,45	– (nur Blendschutz)
Lamellen der Klasse 2 und textile Behänge der Klasse 3	– (nur Blendschutz)	– (nur Blendschutz)
Lamellen der Klassen 3 und 4 sowie textile Behänge der Klasse 4	– (nur Blendschutz)	– (nur Blendschutz)

Quelle: ÖNORM B 8110-6-1

Kl. 1 „Sehr hell“ entspricht einem Reflexions- od. Hellbezugswert ≥ 65
 Kl. 2 „Hell“ entspricht einem Reflexions- od. Hellbezugswert zwischen ≥ 40 u. < 65
 Kl. 3 „Dunkel“ entspricht einem Reflexions- od. Hellbezugswert zwischen ≥ 15 u. < 40
 Kl. 4 „Sehr dunkel“ entspricht einem Reflexions- od. Hellbezugswert < 15

Zielsetzung für ein vereinfachtes neues verfahren

- Schwächen der vereinfachten g_{tot} -Berechnung eliminieren ✓
- Neues vereinfachtes Modell mit bessere Übereinstimmung zum detaillierten Verfahren
Werte validiert durch die TU-Graz ✓
- Leicht verständliches und einfaches Modell ✓
- **praxisnah anzuwenden für alle Beteiligten** ✓

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Hannes Gerstmann / +43 664 3409532 / j.gerstmann@bvst.at
Alle Grafiken und Bilder © J. Gerstmann