



4. Glaskennwerte und physikalische Grundbegriffe

4.1. Glas und Sonnenstrahlung

Glas zeichnet sich durch seine hohe Durchlässigkeit für Strahlung im Bereich des Sonnenspektrums aus. Das spezifische Verhalten bezüglich Sonnenstrahlung ist daher in der Praxis ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal verschiedener Gläser, das mit den so genannten Glaskennwerten ausgedrückt wird. Es handelt sich dabei um strahlungsphysikalische Vergleichswerte.

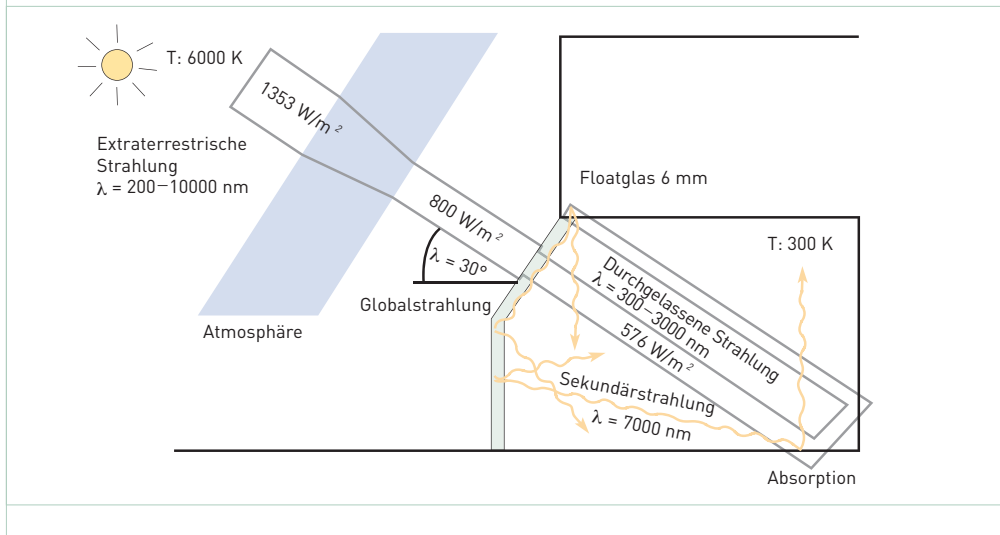
Spektrale Unterteilung der Sonnenstrahlung

Strahlungsart	Wellenlängenbereich	Anteil (energetisch)
Ultraviolette Strahlung	320 – 380 nm	ca. 4 %
Sichtbare Strahlung	380 – 780 nm	ca. 45 %
Infrarot-Strahlung	780 – 3000 nm	ca. 51 %

Die Sonneneinstrahlung kann je nach Einstrahlungswinkel, geografischer Lage, Tageszeit und atmosphärischen Bedingungen bis 800 W/m^2 oder mehr betragen.

4.2. Der Treibhauseffekt

Da Floatglas eine sehr hohe Durchlässigkeit (Transmission) für Sonnenstrahlung besitzt, gelangt der grösste Teil der auf eine Verglasung auftreffenden Sonnenenergie durch direkte Transmission ins Rauminnere.



Im Rauminnen werden die Sonnenstrahlen durch Wände, Böden und Körper absorbiert. Diese erwärmen sich dadurch und geben nun ihrerseits die erhaltene Energie in Form von langwelliger Infrarot-Strahlung weiter.

Für diese Art Strahlung ist Glas kaum mehr durchlässig. Das Innere eines Raumes erwärmt sich deshalb, da immer neue Energie von aussen hereinkommt und nur sehr wenig von innen nach aussen gelangt.

Hauptsächlich verantwortlich für den Treibhauseffekt ist die unterschiedliche Durchlässigkeit (Transmission) von Floatglas für kurzweilige und langwellige Strahlung.

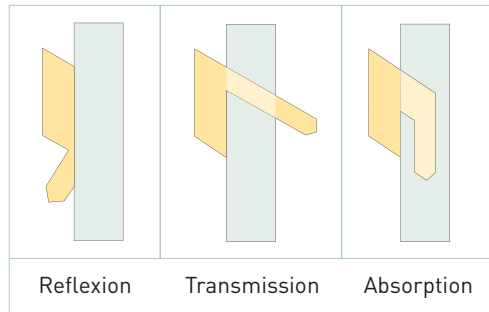
4.3. Strahlungsphysikalische Wirkungsweise

Die bedeutendsten Begriffe im Zusammenhang mit Sonnenschutzglas (Physikalische Werte)

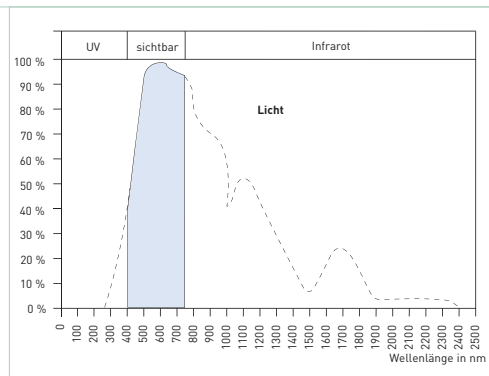
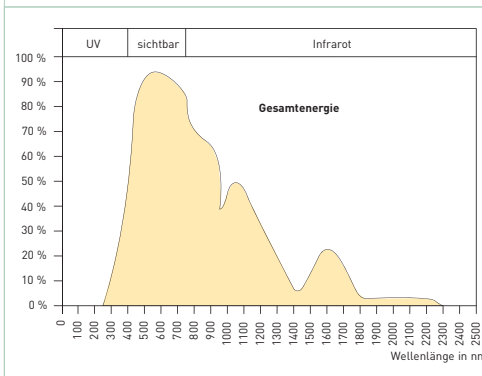
Transmission, Reflexion und Absorption

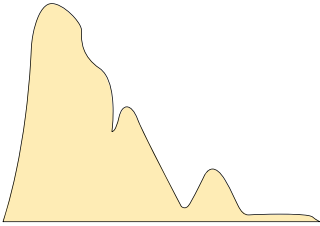
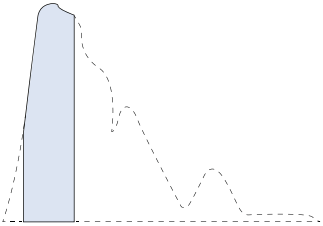
Vor allem im Zusammenhang mit Sonnenschutzglas sind drei Begriffe – und damit auch drei Zahlenwerte – von zentraler Bedeutung.

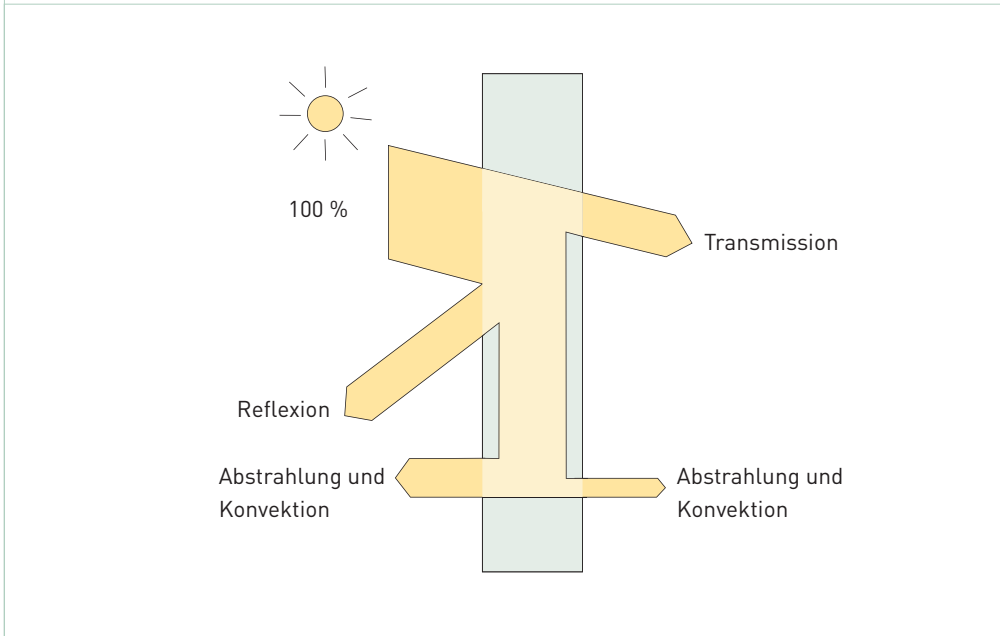
- Reflexion – Zurückwerfen von Sonnenstrahlen; Spiegeleffekt.
- Transmission – Durchlassen von Sonnenstrahlen.
- Absorption – Aufnahme von Sonnenstrahlen; dunkle Fläche.



Beim Baustoff Glas existiert keine dieser drei Eigenschaften in Reinkultur. Jedes Glas lässt einen bestimmten Anteil Strahlen durch (Transmission) und hält einen Teil davon durch Aufnehmen (Absorption) und Zurückwerfen (Reflexion) auf. Die Summe aus Reflexion, Transmission und Absorption ergibt immer 100 Prozent. Es wird unterschieden zwischen Licht (dem sichtbaren Bereich des Spektrums 380 – 780 nm) und dem gesamten Sonnenspektrum 320 – 3000 nm. Entsprechend werden auch die physikalischen Werte definiert.



	Energie (Gesamtbereich des Spektrums)	Licht (Sichtbarer Bereich des Spektrums)
		
Transmission	Strahlungstransmission	Lichttransmission
Reflexion	Strahlungsreflexion	Lichtreflexion
Absorption	Strahlungsabsorption	Lichtabsorption



4.4. Glaskennwerte

Glaskennwerte stellen wichtige Leistungs- und Unterscheidungsmerkmale von Verglasungen dar. Sie können mit Mess-, in der heutigen Praxis jedoch meist mit zertifizierten Berechnungsverfahren, für einfache Gläser als auch für komplex aufgebaute Mehrscheibenisolierverglasungen ermittelt werden.

Licht und Glas

4.4.1. Lichttransmission/Lichttransmissionsgrad (LT)

Der Lichttransmissionsgrad einer Verglasung bezeichnet den prozentualen Anteil der Sonnenstrahlung im Bereich des sichtbaren Lichtes (380 – 780 nm), der von aussen nach innen übertragen wird.

4.4.2. Lichtabsorption/Lichtabsorptionsgrad (LA)

Unter dem Lichtabsorptionsgrad versteht man den Anteil der Sonnenstrahlung im sichtbaren Bereich (380 – 780 nm), der von der Verglasung absorbiert wird. Die Lichtabsorption ist eine weniger gebräuchliche Kenngrösse.

4.4.3. Lichtreflexion/Lichtreflexionsgrad (LR)

Als Lichtreflexionsgrad bezeichnet man jenen prozentualen Anteil der Sonnenstrahlung im Bereich des sichtbaren Lichtes (380 – 780 nm), der nach aussen reflektiert wird.

Gesamtenergie und Glas

4.4.4. Strahlungstransmission/Strahlungstransmissionsgrad (ST)

Der Strahlungstransmissionsgrad, auch Energietransmissionsgrad genannt, bezeichnet den Anteil der Strahlung im gesamten Sonnenspektrum, der durch die Verglasung durchgelassen wird.

4.4.5. Strahlungsabsorption/Strahlungsabsorptionsgrad (SA)

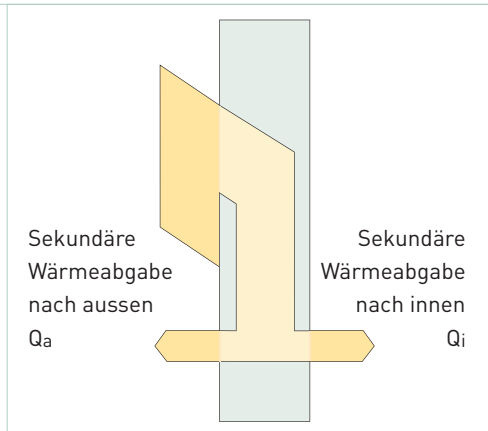
Unter dem Strahlungsabsorptionsgrad oder Energieabsorptionsgrad versteht man den Anteil Strahlung im gesamten Bereich des Sonnenspektrums, der durch die Verglasung aufgenommen wird.

4.4.6. Strahlungsreflexion/Strahlungsreflexionsgrad (SR)

Der Strahlungsreflexionsgrad bzw. der Energiereflexionsgrad einer Verglasung kennzeichnet den Anteil der Strahlung im gesamten Sonnenspektrum, der von der Verglasung direkt nach aussen reflektiert wird.

Sekundäre Wärmeabgabe

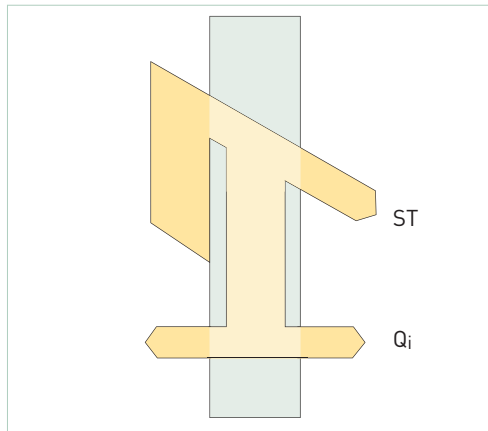
Der absorbierte Strahlungsanteil wird durch die Verglasung in Form von Strahlung (langwelliges Infrarot) wieder abgegeben. Dieser Vorgang wird als sekundäre Wärmeabgabe bezeichnet. Sie gliedert sich in zwei, in der Regel nicht gleich grosse Teile auf (sekundäre Wärmeabgabe nach aussen und sekundäre Wärmeabgabe nach innen).



4.4.7. Gesamtenergiedurchlass/ Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert)

Als Gesamtenergiedurchlassgrad bezeichnet man die Summe aus Strahlungstransmission ST und sekundärer Wärmeabgabe Q_i nach innen. $ST + Q_i = g\text{-Wert}$

Der Gesamtenergiedurchlassgrad ist neben dem U-Wert die wichtigste Kenngrösse für Verglasungen. Er gibt an, wie viel der aussen auftreffenden Sonnenenergie letztendlich ins Rauminnere gelangt. Zur optimalen passiven Sonnenenergienutzung sollte der g-Wert möglichst hoch, für eine optimale Sonnenschutzwirkung möglichst tief sein.



4.4.8. Beschattungskoeffizient

Der Beschattungskoeffizient ist eine aus dem g-Wert abgeleitete Kenngrösse, wobei zwei verschiedene Ableitungen gebräuchlich sind

- Beschattungskoeffizient = g-Wert : 0,80 (in Deutschland gebräuchlich)
- Beschattungskoeffizient = g-Wert : 0,87 (in England und den USA gebräuchlich)

Der Sinn des Beschattungskoeffizienten ist der Vergleich der Beschattungswirkung einer Verglasung mit der Beschattungswirkung einer herkömmlichen 2fach-Isolierverglasung ohne Beschichtung (g-Wert = 0,80) oder einer Einfachverglasung mit einem 6 mm dicken Floatglas (g-Wert = 0,87). Oft verlangen entsprechende Richtlinien für die Berechnung von Kühllasten nicht den g-Wert sondern den Beschattungskoeffizienten. Um Missverständnisse auszuschliessen ist es in jedem Falle sinnvoll, bei der Angabe von Beschattungskoeffizienten, die Berechnungsgrundlage genau zu definieren!

4.4.9. Selektivitätskennzahl

Als Selektivitätskennzahl bezeichnet man das Verhältnis zwischen Lichttransmissionsgrad und Gesamtenergiedurchlassgrad.

$$\text{Selektivitätskennzahl} = \frac{\text{Lichttransmissionsgrad}}{\text{Gesamtenergiedurchlassgrad}}$$

Die Selektivitätskennzahl ist insbesondere bei Sonnenschutzverglasungen von grosser Bedeutung. Eine hohe Selektivitätskennzahl (>1,5) bedeutet guten Sonnenschutz und trotzdem viel Tageslicht.

Beispiel

SILVERSTAR SUPERSELEKT 60/27 T: Lichttransmission = 60 %, g-Wert = 27 %

Selektivitätskennzahl = 2,22

4.4.10. Allgemeiner Farbwiedergabeindex (R_a)

Der allgemeine Farbwiedergabeindex ist ein Mass für die Veränderung des Lichtes (bzw. dessen Einfluss auf die Wiedergabe von Farben, wobei 8 verschiedene normierte Farbtöne beurteilt werden) durch eine Verglasung.

Je höher der Farbwiedergabeindex desto weniger werden Farben durch die Verglasung verändert. Ein Wiedergabeindex von 95 – 100 bedeutet sehr geringe Farbveränderungen, von 90 – 95 geringe Farbveränderungen. Insbesondere bei Museen, Galerien und bei kunsthandwerklichen oder gewerblichen Aktivitäten, bei denen Farben eine grosse Bedeutung haben, kann der Farbwiedergabeindex ein wichtiges Entscheidungskriterium sein.

4.4.11. UV-Transmission

Im Allgemeinen haben Sonnenschutzgläser eine etwa proportional zum g-Wert reduzierte UV-Transmission. Eine Möglichkeit eines zusätzlichen UV-Schutzes bietet der Einbau einer UV-absorbierenden Folie im Verbundsicherheitsglas. Mit dieser Folie lässt sich die UV-Strahlung gänzlich reduzieren. Ausserdem werden über 380 nm hochfotochemische Strahlen wirksam, welche z.B. Farben beeinträchtigen können. Besonders in Höhen ab ca. 600 m ü. M. ist deshalb besondere Vorsicht geboten, wenn es sich um Schaufenster, Museen und dergleichen handelt.

4.5. Der U-Wert

Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) ist die Masseinheit zur Ermittlung des Wärmeverlustes eines Bauteils. Der U-Wert gibt die Wärmemenge an, die pro Zeiteinheit durch 1 m² eines Bauteils bei einem Temperaturunterschied von 1 K hindurchgeht. Je tiefer der U-Wert, desto kleiner sind die Wärmeverluste nach aussen und dementsprechend geringer der Energieverbrauch.

Für Isolierglas stellt der U-Wert (nach der Prüfnorm SN EN 674 mit U_g bezeichnet) die wohl wichtigste Kenngrösse dar. In der Praxis kann der U_g-Wert mit zertifizierten Berechnungsverfahren für jeden individuellen Isolierglasaufbau genau ermittelt werden. Es ist zu beachten, dass der

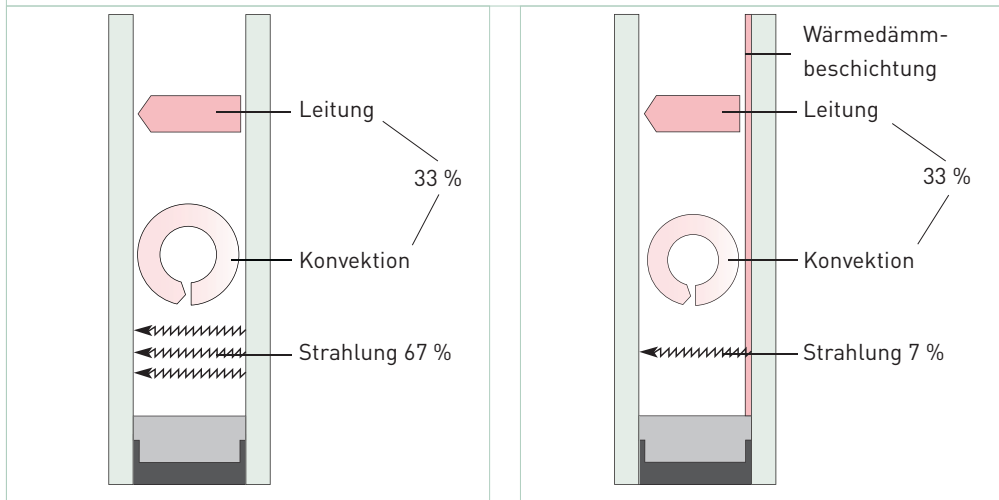
U_g-Wert für den so genannten ungestörten Bereich, das heisst ohne Einfluss des Randbereiches (in dem der Wärmefluss wesentlich grösser ist) gilt. Der Randverbund ist daher für den U_g-Wert ohne Bedeutung. Erst bei der Ermittlung des U-Wertes für das gesamte Fenster (Glas inkl. Fensterrahmen), dem U_w-Wert (w = Window) fliesst er mit ein.

SILVERSTAR Isoliergläser erreichen dank hocheffizienten Wärmedämmbeschichtungen U_g-Werte bis 0,4 W/m²K. Dies entspricht der Dämmung einer mindestens 25 cm dicken Holzwand.

Der Energie- oder Wärmetransport im Isolierglas findet auf drei verschiedene Arten statt

- Leitung, durch die einzelnen Gläser und durch die Gas- oder Luftfüllungen der Scheibenzwischenräume.
- Konvektion, durch Strömung der Gas- oder Luftfüllungen in den Scheibenzwischenräumen.
- Strahlung, durch Wärmeabstrahlung (langwellige Infrarot-Strahlung) der Glasoberflächen.

Die Wärmeabstrahlung trägt den mit Abstand grössten Teil (ca. 2/3) zum Wärmeverlust bei. Mit hauchdünnen, praktisch unsichtbaren Wärmedämmbeschichtungen gelingt es, das Wärmedämmvermögen entscheidend zu verbessern.



Energietransport im Isolierglas ohne Wärmedämmbeschichtung

Energietransport im Isolierglas mit Wärmedämmbeschichtung