

# Glas und Sonnenstrahlung

## Sonnenstrahlung

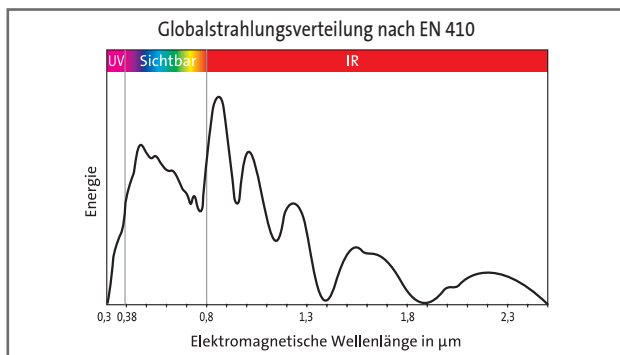
### Zusammensetzung der Sonnenstrahlung

Die Sonnenstrahlung, die die Erde erreicht, besteht zu ungefähr 3 % aus ultravioletten Strahlen (UV), zu 55 % aus Infrarotstrahlen (IR) und zu 42 % aus sichtbarem Licht.

Diese drei Bereiche der Strahlung entsprechen jeweils einem Wellenlängenbereich. Die ultraviolette Strahlung reicht von 0,28 bis 0,38  $\mu\text{m}$ , die sichtbare Strahlung von 0,38 bis 0,78  $\mu\text{m}$  und die Infrarotstrahlung von 0,78 bis 2,5  $\mu\text{m}$ .

Die nachstehende Kurve stellt die Energieverteilung der gesamten Sonnenstrahlung nach Wellenlängen zwischen 0,3 und 2,5  $\mu\text{m}$  (Spektrum) dar, gemessen auf einer Fläche senkrecht zur Strahlungsebene.

Dieses Spektrum entspricht den Definitionen der Norm EN 410 und bestimmten atmosphärischen Konstanten bezüglich der Eigenschaften von Luft und diffuser Strahlung.



\* 1  $\mu\text{m}$  = 1 Mikrometer =  $10^6$  Meter = 1 Mikron

### Sichtbares Licht

Als sichtbares Licht bezeichnet man elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen zwischen 0,38  $\mu\text{m}$  und 0,78  $\mu\text{m}$ .

Nur für diese Wellenlängenbereiche ist das menschliche Auge empfindlich, auf ihnen beruht das Phänomen des Sehens.

## Strahlungsphysikalische Eigenschaften

### Strahlung

Wenn Strahlung auf eine Verglasung trifft, wird ein Teil der Strahlung reflektiert, ein anderer Teil absorbiert und ein dritter Teil durchgelassen.

Die Anteile dieser drei Teile zur gesamten Einstrahlung bezeichnet man als Reflexions-, Absorptions- und Transmissionsgrad dieser Verglasung.

Die graphische Darstellung dieser Größen über den gesamten Wellenlängenbereich ergibt die Spektralkurve der Verglasung. Bei gegebener Sonnenein-

# Glas und Sonnenstrahlung

strahlung hängen diese Werte vom Farbton der Verglasung, ihrer Dicke und bei beschichtetem Glas von der Schicht ab.

Als Beispiel sind nachfolgend die spektralen Transmissionskurven dargestellt

- von klarem Floatglas  
SGG PLANILUX 6 mm,
- von farbigem Floatglas  
SGG PARSOL Bronze 6 mm.

## Strahlungstransmissions-, -reflexions- und -absorptionsgrad

Das Verhältnis des durchgelassenen, reflektierten oder absorbierten Energieflusses zur insgesamt einfallenden Strahlung bezeichnet man als Strahlungstransmissions-, Strahlungsreflexions- oder Strahlungsabsorptionsgrad einer Verglasung.

Die Tabellen in Kapitel 2.7 geben diese drei Werte für verschiedene Verglasungen an, berechnet nach EN 410.

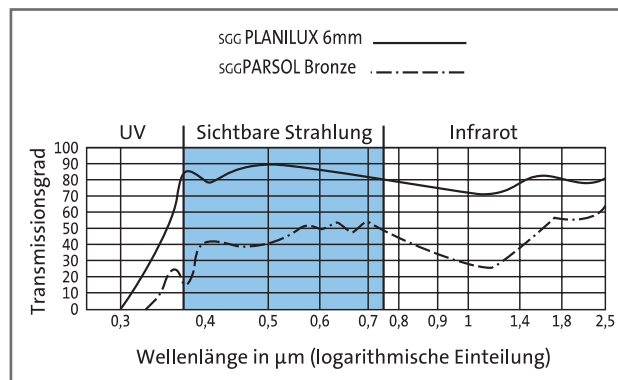
Sie werden für Wellenlängen zwischen 0,3 und 2,5  $\mu\text{m}$  bestimmt.

## Lichttransmissions- und -reflexionsgrad

Der Lichttransmissions- bzw. Lichtreflexionsgrad einer Verglasung ist das Verhältnis von durchgelassenem bzw. reflektiertem Lichtstrom zum einfallenden Lichtstrom.

Die Tabellen in Kapitel 2.7 geben diese Werte für natürliches Licht bei normalem Lichteinfall an. Herstellungsbedingt können jedoch leichte Abweichungen von den genannten Werten auftreten.

Normales Glas hat eine leicht grünliche Eigenfarbe, die bei einigen sehr dicken Gläsern oder Mehrfachgläsern (Isoliergläser, Sicherheitsgläser) in der Durchsicht erkennbar wird. Das Ausmaß dieses Farbeindrucks hängt ab von der Gesamtdicke der Verglasung oder ihrer Elemente.

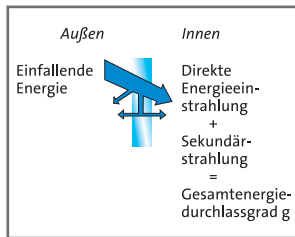


# Glas und Sonnenstrahlung

## Gesamtenergiedurchlassgrad

Der Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) einer Verglasung ist das Verhältnis zwischen der Gesamtenergie, die durch die Verglasung in den Raum gelangt, und der insgesamt einfallenden Sonnenenergie.

Diese Gesamtenergie setzt sich zusammen aus der Sonnenenergie, die durch direkte Transmission durch das Glas gelangt, und der Energie, die infolge der Erwärmung des Glases durch Energieabsorption an den Innenraum abgegeben wird (Emissivität).



Die Tabellen in Kapitel 2.7 enthalten die Gesamtenergiedurchlassgrade für verschiedene Verglasungen nach EN 410 abhängig von Strahlungstransmissions- und -absorptionsgraden, wobei per Konvention angenommen wird:

- das Sonnenspektrum, wie in der Norm definiert,
- untereinander gleiche Umgebungstemperaturen innen bzw. außen,
- Wärmeübergangszahlen der Verglasung nach außen von  $23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  und nach innen von  $8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Siehe in diesem Kapitel „Glas und Wärmedämmung“, S. 355.

## ■ Sonnenenergie

### Treibhauseffekt

Die Sonnenenergie, die durch die Verglasung in einen Raum gelangt, wird von den Gegenständen und Wänden im Innern absorbiert. Diese erwärmen sich und geben die Wärme in Form von Wärmestrahlung wieder ab, hauptsächlich im fernen Infrarotbereich (Wellenlängen größer als  $5 \mu\text{m}$ ).

Glas, auch klares Glas, ist gegenüber Strahlen mit einer Wellenlänge größer  $5 \mu\text{m}$  praktisch undurchlässig.

Die Sonnenenergie, die durch das Glas ins Innere gelangt, kann daher den aufgeheizten Raum nicht mehr verlassen. Diesen sogenannten „Treibhauseffekt“ kennt man auch aus einem im Sonnenlicht geparkten Fahrzeug mit geschlossenen Scheiben.

### Sonnenschutz

Um übermäßige Aufheizung zu vermeiden, kann man:

- für ausreichende Belüftung sorgen.
- Jalousien verwenden, wobei darauf zu achten ist, dass sie keine thermischen Brüche verursachen. Innenliegende Jalousien sind allerdings weniger wirkungsvoll, da sie die Sonnenstrahlung erst abhalten, nachdem sie bereits durch das Glas gelangt ist. Außenliegende Jalousien müssen regelmäßig gewartet werden.
- Verglasungen mit niedrigem g-Wert verwenden. Sogenannte „selektive Sonnenschutzgläser“ lassen nur einen bestimmten Teil der Sonnenenergiestrahlung durch und ermöglichen dadurch die Aufhellung der Innenräume bei begrenzter Aufheizung.

# Glas und Sonnenstrahlung

## Sonnenschutz durch Verglasungen

Beim Sonnenschutz stehen drei Ziele im Vordergrund:

- Verringerung der Sonnenenergiezufuhr durch einen möglichst geringen g-Wert,
- Verringerung der Wärmeübertragung von außen nach innen durch einen möglichst niedrigen U-Wert,

- Ausnutzung des Tageslichts durch einen möglichst hohen Lichttransmissionsgrad.

SAINT-GOBAIN GLASS bietet ein umfangreiches Programm an Sonnenschutzgläsern mit sehr verschiedenen Werten, die eine Vielzahl von ästhetischen Gestaltungsmöglichkeiten bieten.

## Wertevergleich von Isolierverglasungen in der Fassade

		TI [%]	U <sub>g</sub> -Wert <sup>(1)</sup> [W/m <sup>2</sup> ·K]	g-Wert
sgG PLANISTAR	6 mm	70	1,1	0,41
sgG PLANILUX	4 mm			
sgG COOL-LITE KN169	6 mm	61	1,3	0,44
sgG PLANILUX	6 mm			
sgG COOL-LITE SKN165B	6 mm	60	1,1	0,33
sgG PLANILUX	6 mm			
sgG COOL-LITE ST150	6 mm	45	1,1	0,37
sgG PLANITHERM ULTRA N	6 mm			
sgG ANTELIO SILBER (Seite 1)	6 mm	59	1,1	0,47
sgG PLANITHERM ULTRA N	6 mm			

(1) Berechnet mit einem Abstandhalter von 15 bis 16 mm und 90% Argon.

Für mehr Informationen über die Produkte siehe Kapitel 2 „Detaillierte Produktpräsentation“.

## ■ Lichtmenge

### Tageslichtfaktor

Kennt man den Lichttransmissionsgrad einer Verglasung, kann man eine ungefähre Größenordnung für die Helligkeit im Innern eines Raumes angeben, wenn der Helligkeitsgrad im Freien bekannt ist. Denn das Verhältnis der Innenhelligkeit an einer bestimmten Stelle zur Außenhelligkeit, gemessen auf gleicher Höhe, ist zu jeder Tageszeit konstant.

Dieses Verhältnis wird „Tageslichtfaktor“ genannt.

Bei einem Raum mit einem Tageslichtfaktor von 0,10 in Fensternähe und von

0,01 in der Raumtiefe – dies entspricht durchschnittlichen Raumverhältnissen – führt eine Außenhelligkeit von 5000 Lux (dichte Bewölkung) zu einer Innenhelligkeit von 500 Lux in Fensternähe und 50 Lux in der Raumtiefe, während eine Helligkeit von 20000 Lux (bedeckte, weiße Wolken) für eine Helligkeit von 2000 bzw. 200 Lux sorgt.

### Licht und Wohlbefinden

Der Helligkeitsgrad in einem Raum trägt maßgeblich zum Wohlbefinden bei. Für die Augen optimal ist eine gleichmäßige Verteilung der Helligkeit im Raum, ohne Blendung oder starke Schatten.

# Glas und Sonnenstrahlung

Der Helligkeitsgrad wird durch den Lichttransmissionsgrad der Verglasung bestimmt und hängt ab von der Lichtverteilung, der Orientierung des Gebäudes und dem Anteil der Verglasung an der gesamten Fassadenfläche (siehe „Glas und Licht“, S. 341).

## Das Ausbleichen von Farben

Unter bestimmten Umständen können die Farben von Gegenständen, die direkt dem Sonnenlicht ausgesetzt sind, ausbleichen.

Wie bereits erwähnt, setzt sich das Tageslicht aus drei Strahlungsarten zusammen:

- Sichtbare Strahlung, die unser Auge als weißes Licht wahrnimmt, ist aus allen Farben mit einer Wellenlänge zwischen 0,38  $\mu\text{m}$  (Violett) bis 0,78  $\mu\text{m}$  (Rot) zusammengesetzt.
- Infrarotstrahlung (IR): unsichtbar, aber als Wärmestrahlung wahrnehmbar, zwischen 0,78 bis 2,5  $\mu\text{m}$ .
- Ultraviolette Strahlung (UV) von 0,28 bis 0,38  $\mu\text{m}$ , unsichtbar wie die IR-Strahlung. Sie macht sich unter anderem durch die Pigmentierung der Haut bzw. durch „Sonnenbrand“ bemerkbar.

Wenn Gegenstände beständig der Sonnenstrahlung ausgesetzt sind, verändern sie ihre Farbe, da die molekularen Verbindungen der Farbstoffe unter der Einwirkung von starker Lichtenergie allmählich zersetzt werden. Verantwortlich für diese photochemische Wirkung sind hauptsächlich die ultravioletten Strahlen – trotz ihres geringen Anteils an der Gesamtstrahlung –, in geringerem Maße auch das kurzwellige sichtbare Licht (Violett, Blau).

Wenn die Sonnenstrahlung an der Oberfläche von Gegenständen absorbiert werden, erhöht sich die Temperatur. Auch dies kann chemische Reaktionen auslösen, die zu Farbveränderungen führen.

Das Verblassen von Farben betrifft hauptsächlich organische Farbstoffe, weil deren chemische Verbindungen im Allgemeinen weniger stabil sind als die von mineralischen Pigmenten.

Da jede Strahlung Energie transportiert, schützt kein Mittel völlig vor dem Ausbleichen, außer man hält die Gegenstände lichtgeschützt bei niedriger Temperatur und schützt sie zugleich vor den aggressiven Bestandteilen der Atmosphäre.

Wirkungsvoller ist jedoch der Einsatz von Glas. Verbund-Sicherheitsglas SGG STADIP mit PVB zum Beispiel absorbiert die ultraviolette Strahlung nahezu vollständig: Diese Gläser lassen nur 0,4 % der UV-Strahlen durch, gegenüber 44 % bei einem Floatglas SGG PLANILUX von 10 mm Dicke.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Verwendung von farbigen Verglasungen, die das Licht selektiv filtert: Zum Beispiel absorbiert gelbes Gussglas einen höheren Anteil des violetten und blauen Lichts als weißes. Und Sonnenschutz-Verglasungen reduzieren die thermische Wirkung von Strahlungen – umso mehr, je niedriger ihr *g*-Wert ist.

Jedoch kann kein Glaserzeugnis einen vollständigen Schutz vor dem Ausbleichen bieten. Die Optimierung einer solchen Verglasung führt immer zu einem Kompromiss zwischen verschiedenen Faktoren, wobei ästhetische und wirtschaftliche Erwägungen einbezogen werden.