

ZUSAMMENSETZUNG UND HERSTELLUNG

ZUSAMMENSETZUNG

Das in der Bauindustrie verwendete Alkali-Kalk-Hartglas setzt sich zusammen aus:

- dem Glasbildner Kieselsäure, die in Form von Sand zugeführt wird (70 bis 72 %),
- einem Flussmittel, dem Soda, in Form von Karbonat und Sulfat (ungefähr 14 %),
- einem Stabilisierungsmittel, dem Kalk, in Form von Kalkstein (ungefähr 10 %)
- verschiedenen anderen Oxiden wie Aluminiumoxid, Magnesiumoxid, die die physikalischen Eigenschaften von Glas verbessern, vor allem die Widerstandsfähigkeit gegenüber atmosphärischen Wirkstoffen.
- Bei einigen Glasarten (z. B. sGGPARSOL) erfolgt eine Färbung in der Masse durch Zusetzen verschiedener Metalloxide.

HERSTELLUNG

• 1 - Glaszusammensetzung

Der glasbildenden Mischung wird zerkleinertes Glas (Glasbruch) zugegeben, um die Schmelztemperatur herabzusetzen.

Der Transport, das Abwiegen, die Vermischung und das Einlegen erfolgen automatisch. Die Mischung wird angefeuchtet, um die Entmischung von Körnern der verschiedenen Stoffe und das Freisetzen von Staub zu verhindern.

• 2 - Schmelzofen

Die Glasverarbeitung umfasst drei Hauptphasen:

- das Schmelzen, wobei die Grundstoffe bei Temperaturen um 1550 °C geschmolzen werden,
- das Läutern, bei dem das geschmolzene Glas homogenisiert und von gashaltigen Blasen befreit wird,
- den Kühlungsprozess, bei dem das etwas zähflüssige Glas abgekühlt wird, bis seine Viskosität den Anforderungen des Formgebungsverfahrens entspricht.

• 3 - Zinnbad

Das flüssige Glas wird über das bei ungefähr 1000 °C geschmolzene Zinn ausgegossen. Das Glas, von geringerer Dichte als Zinn, „treibt“ auf dem Zinn und bildet ein Band mit einer natürlichen Dicke von 6 bis 7 mm. Die Glasseiten werden durch die Oberfläche des Zinns einerseits und durch das Feuer andererseits poliert.

Mit Vorrichtungen kann man die Verteilung des Glases beschleunigen oder verlangsamen, um die Glasdicke zu regulieren.

• 4 - Kühlöfen

Bei Austritt aus dem Zinnbad durchläuft das starr gewordene Glasband den „Kühlöfen“, einen kühlenden Tunnel. Die Glastemperatur sinkt von 620 auf 250 °C. Das langsame Abkühlen setzt sich dann an der Luft fort. Dadurch kann das Glas von allen inneren Spannungen befreit werden, die beim Schneiden zum Bruch führen würden.

• 5 - Schneiden

Das bis jetzt durchgehende erkaltete Glasband wird automatisch in Bandmaße von 6000 x 3210 mm geschnitten.

Das klare Floatglas von SAINT-GOBAIN GLASS heißt sGGPLANILUX.

Herstellungsprinzip von Floatglas

PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN

MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN

DICHTE

Die Dichte von Glas beträgt $2,5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, was einer Masse von $2,5 \text{ kg pro m}^2$ und pro mm Dicke bei Flachglas entspricht.

DRUCKFESTIGKEIT

Die Druckfestigkeit von Glas ist sehr hoch ($1000 \text{ N/mm}^2 = 1000 \text{ MPa}$).

Dies bedeutet, dass man eine Last in der Größenordnung von 10 Tonnen benötigt, um einen Glaswürfel mit einer Seitenlänge von 1 cm zu zerbrechen.

BIEGEFESTIGKEIT

Beim Biegen einer Verglasung wird die eine Seite verdichtet und die andere Seite gedehnt. Die Biegebruchfestigkeit hat einen Wert von

- 40 MPa (N/mm^2) bei einem Floatglas,
- 120 bis 200 MPa (N/mm^2) bei vorgespanntem Glas (je nach Dicke, Kantenform und Art des Erzeugnisses).

Die hohe Festigkeit von vorgespanntem Glas sGGSECURIT beruht auf hohen Druckspannungen an den Oberflächen und Zugspannung im Innern.

SAINT-GOBAIN GLASS nennt Ihnen gerne die empfohlenen Beanspruchungen „ σ “ für die geläufigsten Anwendungen.

ELASTIZITÄT

Glas ist ein vollkommen elastischer Werkstoff: es weist nie beständige Verformungen auf.

Es ist jedoch zerbrechlich, das heißt, wenn es einer zunehmenden Biegung ausgesetzt ist, zerbricht es bei einem bestimmten Punkt ohne vorherige Anzeichen.

- *Young'scher Modul E (Elastizitätsmodul)*

Der Modul drückt die Zugkraft aus, die theoretisch auf einen Glasprobekörper angewandt werden müsste, um ihm eine Dehnung gleich seiner Anfangslänge zu verleihen.

Es wird ausgedrückt in Kraft pro Flächeneinheit. Bei Glas entsprechend den europäischen Normen:

$$E = 7 \times 10^{10} \text{ Pa} = 70 \text{ GPa}$$

- *Poisson'sche Zahl μ (Seitenkontraktions-Koeffizient)*

Wenn eine Probe unter dem Einwirken einer mechanischen Beanspruchung eine Dehnung erfährt, stellt man eine Zusammenziehung seines Querschnitts fest. Die Poisson'sche Zahl μ gibt das Verhältnis zwischen der einheitlichen Verengung in der Richtung senkrecht zur Kraft und der einheitlichen Dehnung in Krafrichtung wieder.

Für Bauglas beträgt der Beiwert $\mu = 0,22$.

WÄRMEVERHALTEN

LÄNGENAUSDEHNUNG

Die Längenausdehnung wird ausgedrückt durch einen Koeffizienten, der die Dehnung pro Längeneinheit bei einer Temperaturschwankung von 1 °C misst. Dieser Koeffizient wird im Allgemeinen für einen Temperaturbereich von 20 bis 300 °C angegeben.

Der Längenausdehnungskoeffizient von Glas ist $9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Beispiel

Eine Verglasung von 2 m Länge (ausgedrückt in mm), die um 30 °C erhitzt wird, dehnt sich aus um:
 $2000 \times 9 \times 10^{-6} \times 30 = 0,54 \text{ mm}$

In einer groben Annäherung kann man sagen, dass eine Differenz von 100 °C einen Meter Glas (theoretisch) um 1 mm ausdehnt.

Die nachstehende Tabelle gibt die Längenausdehnungskoeffizienten einiger Werkstoffe an.

	Längenausdehnungskoeffizient	Angenäherter Verhältniswert
Holz (Tanne)	4×10^{-6}	0,5
Ziegel	5×10^{-6}	0,5
Stein (Kalk)	5×10^{-6}	0,5
Glas	9×10^{-6}	1
Stahl	12×10^{-6}	1,4
Zement (Mörtel)	14×10^{-6}	1,5
Aluminium	23×10^{-6}	2,5
Polyvinylchlorid (PVC)	70×10^{-6}	8

THERMISCHE SPANNUNGEN

Aufgrund der niedrigen Wärmeleitfähigkeit von Glas (siehe in diesem Kapitel „Glas und Wärmedämmung“, S. 23) führt die teilweise Erwärmung oder Abkühlung in einem Glas zu Spannungen, die zum sogenannten Wärmebruch führen können.

Das beste Beispiel für Wärmebruchgefahr sind lichtabsorbierende, einer starken Sonneneinstrahlung ausgesetzte Gläser, deren Kanten in Fugen eingelassen sind und sich daher nicht so stark erwärmen wie die restliche Glasfläche.

Wenn durch Verwendungs- oder Einsatzbedingungen das Risiko großer Temperaturunterschiede in einer Verglasung besteht (siehe Landesnormen oder baurechtliche Bestimmungen), ist beim Einglasen und bei der Bearbeitung besondere Vorsicht notwendig.

Wird ein Glas vorgespannt, kann es Temperaturunterschiede von 150 bis 200 °C aushalten.

GLAS UND LICHT

„Die Sonne ist die große Lichtquelle für alles, was lebt. Als solche müsste sie bei der Planung jedes Hauses genutzt werden.“

F.-L. Wright*

„[...] Es ist lächerlich zu denken, dass eine elektrische Glühbirne das bewirken könnte, was die Sonne und die Jahreszeiten leisten. Daher ist es das natürliche Licht, was dem architektonischen Raum einen echten Sinn gibt.“

Louis I. Kahn**

Das Tageslicht ist ein wesentlicher Faktor für unser Wohlbefinden, unsere Entwicklung und unsere Gesundheit. Die großen Baumeister aller Epochen haben dies verstanden und das Licht in den Mittelpunkt ihrer Entwürfe gestellt.

Das natürliche Licht gibt Orientierung, beeinflusst die Wahrnehmung unserer Umgebung und bestimmt unser Zeitgefühl.

Glas ermöglicht es, das Licht zu steuern und für unsere Zwecke zu nutzen. Die Verglasung ist die Verbindung zwischen den Innenräumen und der Außenwelt. Seine Abmessungen und seine Gestaltung bestimmen die Qualität des Bauwerks, sowohl architektonisch als auch in Bezug auf die Innenraumgestaltung.

Im Folgenden werden einige Vorschläge gemacht, wie sich die Eigenschaften des Tageslichts am besten nutzen lassen.

** Der Architekt Frank Lloyd Wright (1869-1959) war ebenso erfinderisch bei der Planung von großen Bauwerken (Guggenheim-Museum in New York) wie bei der Ausführung von Privathäusern. Als Meister der organischen Richtung in der modernen Architektur hat er einen immensen Einfluss auf diesen Beruf ausgeübt.*

*** Das architektonische Werk von Louis I. Kahn (1901-1974) ist gekennzeichnet durch verwegene und strenge Formen, die die Wirkung räumlicher Verhältnisse mit historischen Bezügen verbindet. Zu seinen bekanntesten Bauwerken zählen das Kapitol in Dacca und die Bibliothek Exeter.*

BAUEN MIT NATÜRLICHEM LICHT

Die Helligkeit von Innenräumen, die Sicht nach außen, die Farbwiedergabe und das Spiel von Licht und Schatten haben großen Einfluss auf unser tägliches Leben.

Hier einige allgemeine Anregungen:

- Die Räume, in denen wir uns tagsüber hauptsächlich aufhalten, für das Tageslicht öffnen – Küchen und Esszimmer ebenso wie Empfangsräume und Büros.
- Lern- und Arbeitsplätze ausreichend mit natürlichem Licht versorgen, zu Hause wie in Büros oder Schulen.
- Sicherstellen, dass Zimmer hinreichend belüftet werden können – aus hygienischen wie gesundheitlichen Gründen.

- Badezimmer und Küchen mit Fenstern ausstatten, soweit möglich. Der Luftaustausch durch Öffnen der Fenster verhindert die Kondensatbildung und verbessert die Hygiene solcher „Nasszonen“.
- Häuser und andere Bauten so gestalten, dass alle Wohnräume über Fenster verfügen.
- Die Umgebung berücksichtigen, z. B. angrenzende Gebäude, Baumbewuchs oder andere Gegebenheiten. Ein 10 m hoher Baum in 15 m Entfernung kann die Menge an natürlichem Licht, die 5 m hinter einem Fenster noch verfügbar ist, um 40 % reduzieren.
- Das Licht von mehr als einer Seite ins Gebäude lassen, wo immer das möglich ist. Fenster an zwei gegenüberliegenden Gebäudeseiten verteilen das Licht gleichmäßiger, mindern die Schattenbildung und vergrößern die Räume optisch.
- Die Einbuße an Tageslicht, die Balkone und Dachvorsprünge verursachen, durch größere oder mehr Fenster ausgleichen.
- Die Räume unter dem Dach durch „Lichtbrunnen“ erhellen. Bei gleicher Fläche liefern Überkopfverglasungen zwei- bis dreimal mehr natürliches Licht als Vertikalverglasungen.
- Tageslicht auch in Kellergeschosse lassen. Selbst kleine Fenster erleichtern die Orientierung in Kellerräumen und verbessern außerdem die Belüftung.

VERGLASUNGEN FÜR JEDE HIMMELSRICHTUNG

NORDSEITE

Nach Norden liegende Räume empfangen kein direktes Sonnenlicht. Die Qualität des natürlichen Lichts ist dort sehr gleichmäßig – einer der Gründe, warum Künstler für ihre Ateliers diese Lage bevorzugen. Sie ist auch für Leseräume und Computer-Arbeitsplätze besonders geeignet. Die Verwendung von Wärmedämmgläsern erlauben größere Fenster, ohne dass im Winter Wärme verloren geht (SGGEKO PLUS, SGGPLANITHERM und SGGPLANISTAR).

SÜDSEITE

Nach Süden liegende Fenster erfahren im Winter die maximale Sonneneinstrahlung aufgrund der tiefstehenden Sonne. Diese Lage ist daher ideal, wenn man in der kalten Jahreszeit Wärmegewinne aus der Sonne erzielen will. Im Sommer dagegen steht die Sonne im Süden hoch. Die übermäßige Aufheizung der nach Süden liegenden Räume kann daher leicht durch Verschattung verhindert werden, etwa durch einen Balkon oder ein Vordach.

SÜDSEITE

ungefähr 20°

WINTER

ungefähr 67°

SOMMER

OST- UND WESTSEITE

Nach Osten und Westen liegende Fenster erhalten im Sommer die maximale Sonnenenergie, am Morgen im Osten und am Abend im Westen. Da die Sonne am Horizont niedrig steht, ist es zweckmäßig, diese Fenster mit einem Sonnenschutz zu versehen, um Überhitzung und Blendung zu vermeiden.

Die nach Westen liegenden Fenster sind besonders betroffen: Wenn sie am Spätnachmittag beschienen werden, ist die Außentemperatur oft bereits sehr hoch, so dass man den Raum nicht durch Öffnen des Fensters abkühlen kann.

Bei nach Süden, Osten und Westen liegenden Fenstern bieten sGGPLANISTAR-Verglasungen Vorteile.

FENSTER GUT PLANEN

◆ Die richtige Fenstergröße wählen.

Wenn man alle Faktoren berücksichtigt, die für die Energiebilanz von Fenstern eine Rolle spielen – die Energie, die man zum Heizen, zur Beleuchtung und zur Abkühlung des Raumes benötigt –, kommt man zum Schluss, dass die Verglasung einen Flächenanteil von mindestens 35 bis 50 % an der Fassaden haben muss.

◆ Verglasungen so hoch wie möglich einsetzen.

Es ist der obere Teil der Verglasungen, der die Raumtiefe erhellt. Der obere Abschluss der Verglasung muss mindestens in einer Höhe liegen, die der halben Raumtiefe entspricht. Andernfalls muss der hintere Teil des Raumes künstlich beleuchtet werden.

◆ Verglasungen auch im Brüstungsbereich anwenden.

Verglaste Brüstungsbereiche tragen zwar nicht wesentlich zur Aufhellung von Räumen bei, können aber das Sichtfeld nach unten vergrößern und schaffen einen kontinuierlichen Übergang zwischen innen und außen.

◆ Die Dicke von Rahmen verringern (Blendrahmen, Setzhölzer).

Ohne Fenster 100%	Feststehender Rahmen 80%
Beweglicher Rahmen 55%	Beweglicher Rahmen mit kleinen Scheiben 45%

„Lichtdurchlässige“ Flächenanteile.

Je größer die Glasfläche, desto größer die im Raum verfügbare Lichtmenge.

◆ Die Position des Fensters in der Mauerdicke festlegen.

Das Fenster ist besser gegen die Witterung geschützt, wenn es zurückgesetzt eingebaut wird, d. h. nach innen liegend. Außerdem wirken die Schatten an der Fassade dann noch markanter und „lebendiger“.

DIE PASSENDE VERGLASUNG AUSWÄHLEN

◆ Ein Wärmedämmglas verwenden, wie sGGEKO PLUS, sGGPLANITHERM, sGGPLANITHERM FUTUR, sGGPLANISTAR:

Diese Produkte weisen einen sehr guten Lichtdurchlassgrad auf, kombiniert mit einer hohen Wärmedämmung. Dies verringert die Energieverluste im Winter spürbar und erhöht die Behaglichkeit in hohem Maße. Zudem ist die Oberflächentemperatur des Glases höher, was die Bildung von „Kältezonen“ und von Kondensation verringert.

◆ Die Lichtdurchlässigkeit von Glas nutzen:

Je höher der Lichtdurchlassgrad von Glas ist, desto größer ist die verfügbare Lichtmenge im Innern von Räumen.

So verringert zum Beispiel in der Masse gefärbtes Glas die Blendung, reduziert jedoch zugleich auch spürbar die Durchlässigkeit für natürliches Licht. Dies muss bei der Dimensionierung der Fenster berücksichtigt werden.

Bitte beachten Sie auch, dass farbiges Glas allein noch keinen wirksamen Schutz gegen Sonnenstrahlen bietet!

◆ Den natürlichen Glanz von Glas nutzen:

Wegen seiner extrem glatten Fläche ist Glas ein „glänzendes“ Material. Die spiegelnde Wirkung ist noch ausgeprägter bei einigen Gläsern mit Metalloxidbeschichtung, wie SGGANTELIO, SGGCOOL-LITE, SGGREFLECTASOL und SGGSTARELIO.

◆ Die Vorteile von durchscheinendem Glas einsetzen:

Ornamentierte, geätzte und sandgestrahlte Gläser sind „transluzent“: Sie lassen das Licht hindurch, verhindern aber die Durchsicht. Ein interessanter Aspekt, um die Privatsphäre in Räumen zu wahren: etwa mit SGGDECORGLASS, SGGMASTERGLASS, SGGOPALIT, SGGSATINOVO.

SCHUTZ VOR DER SONNE

◆ Alle Fassaden – außer der Nordfassade – mit einem Sonnenschutzsystem ausstatten: Vordächer, Rolläden, Jalousien ...

Ein guter Sonnenschutz, kombiniert mit einer ausreichenden natürlichen Belüftung, verringert die Kühllasten – und damit auch die Kosten – der Klimaanlage beträchtlich.

Sonnenschutzgläser wie SGGANTELIO, SGGCOOL-LITE, SGGREFLECTASOL, SGGSTARELIO stellen einen wirksamen Schutz gegen die übermäßige Aufheizung von Innenräumen dar.

Verschattungssysteme sind wirksamer, wenn sie außen vor der Verglasung angebracht sind. Dies gilt vor allem für die Süd- und Westseite.

Innenliegende Jalousien oder Vorhänge führen zu einem Wärmestau und in Folge zur Aufheizung.

AUSSENSCHUTZ

Jalousie Verglasung

INNENSCHUTZ

Verglasung Jalousie

Wärmestau

◆ Um im Sommer effektiv zu sein, muss ein Sonnenschutz etwa 80 bis 85 % der durch Sonnenstrahlung transportierten Energie abhalten, d. h. der g-Wert muss bei etwa 15 bis 20 % liegen. Bei voller Sonneneinstrahlung erreicht ein Fenster von 1 x 1,50 m dieselbe Abstrahlung wie ein Heizkörper mit 1 Kilowatt Leistung! Dieser Wärmegewinn kann im Winter interessant sein, im Sommer aber zu übermäßiger Aufheizung führen.

◆ Ein Sonnenschutzsystem sollte im Allgemeinen beweglich sein, damit es bei bewölktem Himmel geöffnet werden kann.

Fest eingebaute Sonnenschutzmaßnahmen wie Dachvorsprünge sind den nach Süden liegenden Fenstern vorbehalten, die im Sommer starker Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind.

DAS NATÜRLICHE LICHT NUTZEN

◆ Decken, Wände und Böden von Innenräumen sollten in hellen Farben gehalten werden: Je „heller“ die Räume, desto größer erscheinen sie. Dunkle Decken dagegen erzeugen das Gefühl, erdrückt zu werden.

- ◆ Auch für die Innenseiten von Fensterrahmen und die Lamellen von Jalousien sind helle Farben zu bevorzugen.

SICHTKOMFORT

Die meisten Menschen verbringen einen Großteil des Tages am Arbeitsplatz, zu Hause oder in der Schule bzw. Universität. Dabei übt die Qualität des Lichts in der Umgebung einen beachtlichen Einfluss auf ihre Sicherheit, Gesundheit, innere Einstellung und Leistungsfähigkeit aus! Die wichtigsten Punkte dabei sind die folgenden:

- Arbeitsplätze sollten sich in Fensternähe befinden – allzu tiefe Räume sind ungünstig.
- Die direkte Sicht nach außen sollte möglich sein.
- Die Sonne sollte nicht direkt auf den Arbeitsplatz scheinen – dies führt zur Blendung.
- Das Licht sollte möglichst gleichmäßig sein. Scharfe Lichtkontraste im Sichtfeld sollte vermieden werden, ebenso Blendung durch direktes oder reflektiertes Sonnenlicht.
- Wo es möglich ist, Trennwände oder Türen aus Glas verwenden, um Licht aus Fluren oder Innenhöfen zu nutzen.
- Die Tiefe von abgehängten Decken nutzen, um Fenster nach oben vergrößern zu können. 50 cm mehr an Fensterhöhe verdoppelt die Helligkeit in 5 m Entfernung!

ABGEHÄNGTE DECKE

ABGEHÄNGTE DECKE

SCHULRÄUME

Studien haben gezeigt, dass schulisches Versagen manchmal auf schlechten Sichtverhältnissen beruht. Die Lichtbedingungen sind daher ein ausschlaggebender Faktor für die Qualität von Schulräumen:

- Die Tafel darf sich nicht zu nahe am Fenster befinden, damit die Blendung durch Lichtreflexe vermieden wird.
- Es sollte die Möglichkeit bestehen, Fenster vollkommen abzudunkeln, etwa für Diavorträge.

BÜRORÄUME

- ◆ Wenn die Büros zu einem Innenhof ausgerichtet sind, sollte die Fensterfläche entsprechend größer sein, um den Umstand auszugleichen, dass vom Innenhof weniger Licht ins Innere gelangt als von der äußeren Umgebung.
- ◆ Den Bildschirm des Computers im rechten Winkel zur Verglasung aufstellen, um Lichtreflexe zu vermeiden.
- ◆ Der Bildschirm sollte möglichst auf einer beweglichen, einstellbaren Unterlage aufgestellt sein, damit sein Abstand und seine Ausrichtung zum Auge leicht angepasst werden können.

Keine Blendung

Direkte Blendung

Blendung durch Reflexion

INDUSTRIELLE RÄUME

Bei einer Vielzahl industrieller Aufgaben spielt das menschliche Auge eine entscheidende Rolle, etwa bei der Qualitätsprüfung, wo auch winzigste Farb- oder Texturveränderungen bemerkt werden müssen. Die Qualität des natürlichen Lichts, vor allem die Farbwiedergabe, ist dabei wesentlich.

- ◆ Überkopfverglasungen einbauen.
- ◆ Starke direkte Sonneneinstrahlung unterbinden. Direkte Blendung und mögliche Reflexionen von Metallflächen beeinträchtigen die Leistungsfähigkeit und können die Sicherheit des Personals gefährden, vor allem bei der Arbeit an Maschinen.
- ◆ Dies wird durch diffuses Licht ohne starke Kontraste vermieden.

VERKAUFSRÄUME

Natürliches Licht in Verkaufsräumen hat nicht nur Vorteile bei der Farbwiedergabe, sondern spart auch beträchtlich Energie durch Reduzierung der künstlichen Beleuchtung. Zudem geben Spots oder andere künstliche Lichtquellen, mit denen Produkte „ins rechte Licht gesetzt“ werden, viel Wärme ab, was die Kühllast oft stark erhöht. Auch hier hat natürliches Licht Vorteile, zumal Fenster auch die Belüftung der Räume vereinfachen.

- ◆ Empfindliche Produkte, wie Nahrungsmittel oder Textilien, sollten vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt sein. Verbund-Sicherheitsgläser SGGSTADIP und SGGSTADIP PROTECT bieten einen guten Schutz gegen ultraviolette Strahlung und reduzieren so die Gefahr des Ausbleichens.
- ◆ Reflexionen auf Schaufenstern beeinträchtigen die Sicht auf die Waren. Die entspiegelte Verglasung SGGVISION-LITE dagegen bringt die Auslagen voll zur Geltung.

OPTIMALE TAGESLICHTNUTZUNG DURCH LICHTLENKUNG

In Büros und Verwaltungsgebäuden werden Räume häufig in mehr als 60% der Nutzungszeit künstlich beleuchtet. Dies hat sicher mit dem reduzierten Lichtangebot in den Wintermonaten zu tun, aber auch mit der Tatsache, dass vor Fenstern und Fassaden meist Beschattungssysteme angebracht sind, um die Kühllast des Gebäudes bei starker Sonneneinstrahlung zu mindern. Gleichzeitig wird natürliches Licht vom Rauminnern ferngehalten – und das führt zu teilweise enorm hohen Beleuchtungskosten.

Um trotz wirksamer Sonnenschutzmaßnahmen nicht auf natürliches Licht verzichten zu müssen, wurden spezielle Verglasungen entwickelt. Ihre Aufgabe ist es, das Tageslicht in tiefergelegene Raumecken zu lenken.

Gegenwärtig gibt es drei Produktgruppen für diese Funktion: feststehende und schwenkbare Glaslamellen, außen oder innen an Fassaden angebracht, sowie Isoliergläser mit transluzenten Metall- oder Kunststoffeinlagen (SGGLUMITOP).

Diese Produkte verbinden die Transparenz von Glas mit reflektierenden Oberflächen, die das Licht umlenken.

FESTSTEHENDE GLASLAMELLEN

Glaslamellen vom Typ sGGANTELIO werden horizontal an der Fassade angebracht, vorzugsweise außen, und lenken das Licht nach innen zur Decke um. So wird die Decke beleuchtet und Bereiche in Fensternähe leicht abgedunkelt, was eine gleichmäßige und angenehme Helligkeit im Raum erzeugt. Für diese Lichtlenkfunktion eignen sich monolithische beschichtete Verglasungen mit hoher Lichtreflexion (30 bis 50 %) und Lichttransmissionsgraden zwischen 20 und 65 %.

Prinzip der Tageslichtnutzung

SCHWENKBARE GLASLAMELLEN

Die gleichen Gläser können als schwenkbare, großformatige Lamellen von 2 bis 3 Metern Länge und 50 cm Breite ausgeführt und außen an der Fassade angebracht werden, wo sie dem Sonnenstand entgegen gedreht werden können.

Die Helligkeit im Rauminnern wie auch die erzielte Sonnenschutzwirkung hängen ab vom Absorptions- und Lichtreflexionsgrad der gewählten Verglasung.

Position 1

Position 2

Position 3

ISOLIERGLÄSER MIT SPIEGELGITTERN

Um das Licht einzufangen und umzulenken, kann man Gitter aus Metall oder organischem Material in Isoliergläser integrieren. Diese Gitter, durch das Glas gehalten und geschützt, sind mit einer hoch reflektierenden Schicht überzogen und bestehen aus Waben, die das direkte Sonnenlicht abhalten und ins Gebäudeinnere ein diffuses Licht reflektieren. Solche Verglasungen werden hauptsächlich in Bedachungen verwendet. Um den gewünschten Effekt zu erzielen, werden Richtung und Neigungswinkel der Isoliergläser abhängig von der geographischen Lage des Gebäudes (Breitengrad) festgelegt.

Reflektierendes Gitter – Sonnenschutz – Nutzung von diffusem Licht

Äußere Scheibe

*Gitter aus organischem Material
mit hoch reflektierender Schicht*

Innere Scheibe

GLAS UND SONNENSTRAHLUNG

SONNENSTRAHLUNG

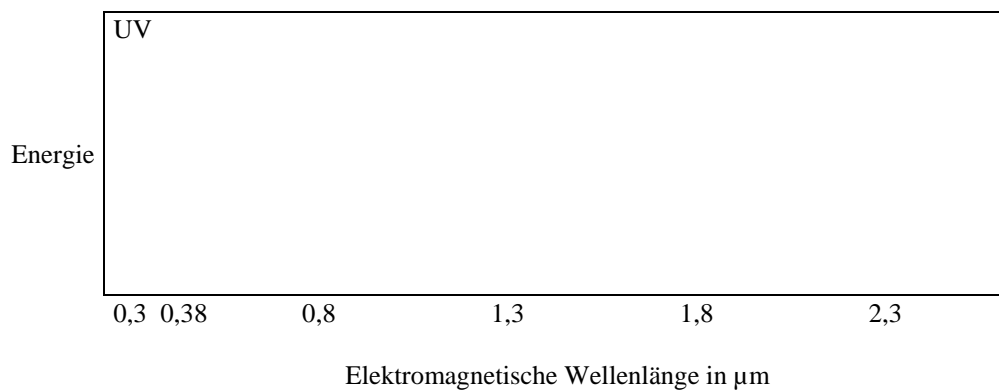
ZUSAMMENSETZUNG DER SONNENSTRAHLUNG

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 μm , die sichtbare Strahlung von 0,38 bis 0,78 μm und die Infrarotstrahlung von 0,78 bis 2,5 μm .

Die nachstehende Kurve stellt die Energieverteilung der gesamten Sonnenstrahlung nach Wellenlängen zwischen 0,3 und 2,5 μm (Spektrum) dar, gemessen auf einer Fläche senkrecht zur Strahlungsebene.

Globalstrahlungsverteilung nach EN 410



*1 μm = 1 Mikrometer = 10^{-6} Meter (1 Mikron)

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

SICHTBARES LICHT

Als sichtbares Licht bezeichnet man elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen zwischen 0,38 μm und 0,78 μm .

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

STRAHLUNGSPHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN

STRAHLUNG

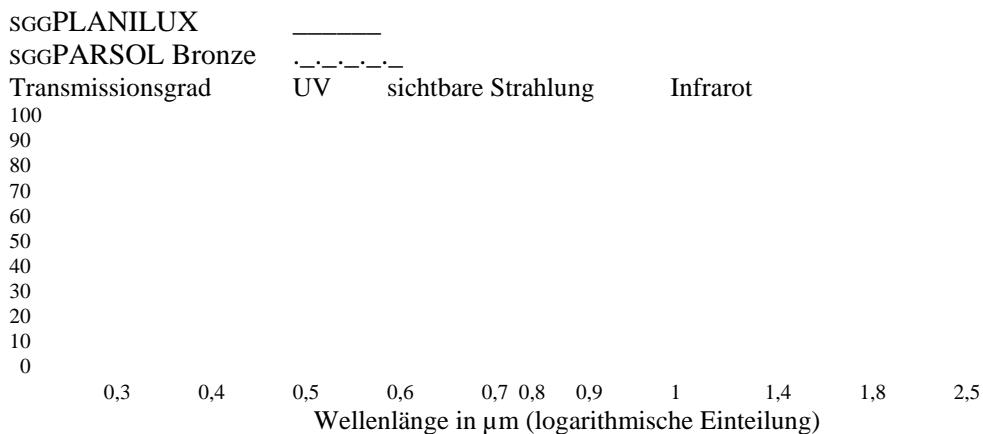
Wenn Strahlung auf eine Verglasung trifft, wird ein Teil der Strahlung reflektiert, ein anderer Teil absorbiert und ein dritter Teil durchgelassen.

Das Verhältnis 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 Sonneneinstrahlung 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 SGGPLANILUX 6 mm,
- von farbigem Floatglas SGGPARSOL Bronze 6 mm.



STRAHLUNGSTRANSMISSIONS-, STRAHLUNGSREFLEXIONS- UND STRAHLUNGSABSORPTIONSGRAD

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 6 geben diese drei Werte für **Einfach- und Verbundgläser** an, berechnet nach EN 410.

Sie werden für Wellenlängen zwischen 0,3 und 2,5 µm bestimmt.

LICHTTRANSMISSIONS- UND LICHTREFLEXIONSGRAD

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

Die Tabellen in Kapitel 6 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.

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).

<i>Außen</i>	<i>Innen</i>
Einfallende Energie	Direkte Energieeinstrahlung + Sekundärstrahlung = Gesamtenergiedurchlassgrad

Die Tabellen in Kapitel 6 enthalten die Gesamtenergiedurchlassgrade für verschiedene Verglasungen gemäß 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. 23.

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 (siehe WÄRMEDÄMMUNG), 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.

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 6 (Argon 16) 6 mm in der Fassade

sggCLIMAPLUS mit Argon	Tl %	U-Wert W/(m ² K)	Gesamtenergiedurchlassgrad g (%)	
			EN 410	DIN 67507
sggPLANISTAR + sggPLANILUX	69	1,1	0,41	0,38
sggANTELIO SILBER Seite 1 + sggPLANITHERM FUTUR	57	1,1	0,45	0,43
sggSTARELIO + sggPLANITHERM FUTUR	45	1,1	0,33	0,32
sggCOOL-LITE SS132 + sggPLANITHERM FUTUR	27	1,1	0,24	0,23
sggCOOL-LITE KN 169 + sggPLANILUX	61	1,2	0,44	0,42
sggCOOL-LITE SKN 165 + sggPLANILUX	60	1,1	0,32	0,30
sggPLANISTAR 4(16) sggPLANILUX 4 mm	71	1,1	0,42	0,39

[G-WERTE NACH DIN 67507 NUR FÜR AUFBAU 6 (16) 4 BEKANTT – DIE NACH EN 410 DAGEGEN NICHT!]

Weitere Informationen zu diesen Produkten finden Sie in Kapitel 2.

LICHTMENGE

TAGESLICHTFAKTOR

Ist der Lichttransmissionsfaktor einer Verglasung bekannt, 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 (bedeckt, 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.

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. 7).

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 µm (Violett) bis 0,78 µm (Rot) zusammengesetzt.
- Infrarotstrahlung (IR): unsichtbar, aber als Wärmestrahlung wahrnehmbar, zwischen 0,78 bis 2,5 µm.
- Ultraviolette Strahlung (UV) von 0,28 bis 0,38 µm, 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 Verblässen 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 sGGSTADIP 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 sGGPLANILUX 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.

GLAS UND WÄRMEDÄMMUNG

WÄRMEAUSTAUSCH

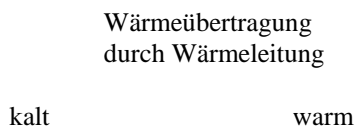
Eine Verglasung trennt im Allgemeinen zwei Umgebungen mit unterschiedlichen Temperaturen. Daher findet wie bei jeder anderen Wand eine Wärmeübertragung von der wärmeren Seite zur kälteren statt – **im Winter also ein Verlust von Heizwärme.**

Zugleich ist eine Verglasung aber auch durchlässig für Sonnenstrahlung und sorgt so für kostenlose Wärmegewinne.

WÄRMEAUSTAUSCH DURCH EINE WAND

Der Wärmeaustausch erfolgt auf drei Weisen:

- **Wärmeleitung** ist die Wärmeübertragung innerhalb eines Körpers oder zwischen zwei Körpern in direktem Kontakt, ohne dass eine Verschiebung oder Verlagerung von Materie stattfindet.

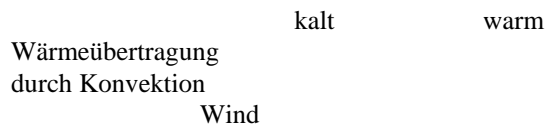


Der Wärmefluss zwischen zwei Seiten einer Verglasung hängt vom Temperaturunterschied zwischen diesen Seiten und der Wärmeleitfähigkeit ab.

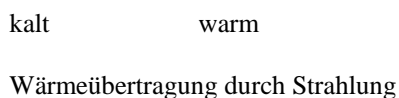
Die Wärmeleitfähigkeit von Glas ist

$$\lambda = 1,0 \text{ W/(mK)}$$

- Als **Konvektion** bezeichnet man die Wärmeübertragung von der Oberfläche eines festen Körpers in ein flüssiges oder gasförmiges Medium, das dadurch in Bewegung versetzt wird (erwärmte Teile steigen nach oben).



- **Strahlung** ist ebenfalls eine Form der Wärmeübertragung zwischen zwei Körpern unterschiedlicher Temperatur.



Bei normaler Umgebungstemperatur liegt diese Strahlung im Infrarotbereich, mit Wellenlängen über 5 μm . Sie ist proportional zum Emissionsvermögen dieser Körper.

Das **Emissionsvermögen** ist eine Eigenschaft der Oberfläche von Körpern. Je geringer das Emissionsvermögen, desto geringer die Wärmeübertragung durch Strahlung.

Das normale Emissionsvermögen ϵ_n von Glas beträgt 0,89. Glas kann mit sogenannten „niedrigemissiven Beschichtungen“ versehen werden, wodurch ϵ_n unter 0,10 sinkt.

WÄRMEÜBERGANGSZAHLN

Eine Wand tauscht mit ihrer Umgebung Wärme aus: durch Wärmeleitung und Konvektion mit der Luft sowie durch Strahlung.

Diese Wärmeübergänge sind per Konvention für Windgeschwindigkeiten, Emissivitäten und Temperaturen festgelegt, wie sie im Baubereich üblicherweise auftreten. Sie werden mit h_e für den äußeren und h_i für den inneren Wärmeübergang definiert.

Die genormten Werte für diese Wärmeübergangszahlen sind:

$$h_e = 23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

$$h_i = 8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

WÄRMEDURCHGANG BEI EINER WAND

KOEFFIZIENT U

Der Wärmedurchgang durch eine Wand durch Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung wird durch den Wärmedurchgangskoeffizienten U^* ausgedrückt.

Dieser Koeffizient stellt den Wärmefluss durch 1 m^2 Wand bei einem Temperaturunterschied von 1 Grad zwischen dem Inneren und Äußeren des Raumes dar.

Sein konventioneller Wert wird für die zuvor festgelegten Wärmeübergangszahlen h_e und h_i bestimmt und gemäß der Norm EN 673 berechnet.

** U-Wert seit Einführung der europäischen Normen, zuvor k-Wert*

Es ist möglich, einen speziellen U-Wert durch Verwendung verschiedener Werte für h_e zu berechnen, abhängig von der Windgeschwindigkeit und neuen Temperaturbedingungen. Je niedriger der U-Wert, desto geringer die Wärmeverluste.

	kalt	warm
U-Wert	h_e	h_i

U-WERT VON VERGLASUNGEN

Verglasungen können aus Einfachglas oder Isolierglas bestehen. Letztere verbessern die Wärmedämmung erheblich.

Das Prinzip des Isolierglases besteht darin, zwischen zwei Glasscheiben ein unbewegliches, getrocknetes Luftpolster einzuschließen, um den Wärmeaustausch durch Konvektion zu begrenzen und die geringe Wärmeleitfähigkeit der Luft zu nutzen.

Einfach-Verglasung 6 mm

$$U = 5,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Herkömmliches Isolierglas 6 (Luft 16) 6 mm

$$U = 2,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

VERBESSERUNG DES U-WERTES VON VERGLASUNGEN

Zur Verbesserung des U-Wertes muss die Wärmeübertragung durch Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung verringert werden.

Da es keine Möglichkeit gibt, auf die Wärmeübergangszahlen einzuwirken, muss die Verbesserung über verringerten Wärmeaustausch zwischen den Isolierglasscheiben erfolgen:

Isolierglas 6 (Luft 12) 6 mm mit sGGPLANITHERM FUTUR

Luft **Argon**

$$U = 1,6 \text{ W/(m}^2\text{/K)} \quad U = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Einsparung: 0,3 W/(m²K)

- Die Wärmeübertragung durch Strahlung kann verringert werden, indem man Glasscheiben mit einer niedrigemissiven Beschichtung verwendet.

SAINT-GOBAIN GLASS hat mehrere niedrigemissive Beschichtungen entwickelt, die hohe Wärmedämmwerte erreichen:

- pyrolytisch beschichtetes Glas sGGEKO, sGGEKO PLUS,
- Magnetron-beschichtetes Glas sGGPLANITHERM, sGGPLANITHERM FUTUR, sGGPLANISTAR.

Isolierglas 6 (Luft 16) 6 mm mit sGGEKO PLUS

$$U = 1,7 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

Isolierglas 6 (Luft 16) 6 mm mit sGGPLANITHERM FUTUR oder sGGPLANISTAR

$$U = 1,4 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

- Die Wärmeübertragung durch Wärmeleitung und Konvektion wird verringert, wenn man die Luft im Scheibenzwischenraum durch ein schwereres Gas mit geringerer Wärmeleitfähigkeit ersetzt, im Allgemeinen Argon.

Isolierglas 6 (Luft 16) 6 mm mit sGGEKO PLUS

$$U = 1,5 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

Isolierglas 6 (Luft 16) 6 mm mit sGGPLANITHERM FUTUR oder sGGPLANISTAR

$$U = 1,1 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

GESAMTENERGIEDURCHLASSGRAD

Eine Verglasung ist im Allgemeinen für Sonnenstrahlung durchlässig, die kostenlos Energie zuführt. Der Gesamtenergiedurchlassgrad einer Verglasung ist der Prozentsatz an Energie, der in den Raum gelangt, bezogen auf die gesamte Sonneneneegieeinstrahlung.

Er setzt sich zusammen aus dem durchgelassenen Strahlungsfluss und der ins Rauminnere abgegebenen Sekundärenergie. Je niedriger der Gesamtenergiedurchlassgrad, desto geringer ist die Nutzung der Sonnenenergie.

<i>Außen</i>	<i>Innen</i>
Einfallende Energie	Direkte Energieeinstrahlung
	+
	Sekundärstrahlung
	=
	Gesamtenergiedurchlassgrad

Beispiele für ein Isolierglas 4 (16) 4 mm

Art der Verglasung	Gesamtenergiedurchlassgrad g	
	EN 410	DIN 67507
Einfachglas sGGPLANILUX 4 mm	0,85	0,87
Herkömmliches Isolierglas	0,76	0,78
Wärmedämm-Isolierglas		
mit sGGEKO PLUS	0,69	0,70
Schicht auf Seite 3		
mit sGGPLANITHERM	0,63	0,62
Schicht auf Seite 3		
mit sGGPLANITHERM FUTUR	0,59	0,58
Schicht auf Seite 3		
mit sGGPLANISTAR	0,42	0,???
Schicht auf Seite 2		

GESAMTENERGIEDURCHLASSGRAD VON FENSTERN (FACTEUR SOLAIRE)

Der Gesamtenergiedurchlassgrad von Fenstern hängt ab von ihrer Lage, der Tageshelligkeit und dem Rahmenmaterial. [???

ENERGIEBILANZ

Am Fenster entstehen Wärmeverluste, gekennzeichnet durch den U-Wert, und solare Energiegewinne, gekennzeichnet durch den Gesamtenergiedurchlassgrad.

Die Energiebilanz ist gleich den Wärmeverlusten minus der gewonnenen Sonnenenergie.

<i>Außen</i>	<i>Innen</i>
	Energiezufuhr
	Energieverluste

Die Energiebilanz ist negativ, wenn die Energiegewinne größer sind als die Verluste (siehe S. ???).

BEHAGLICHKEIT

HÖHERE WANDTEMPERATUREN

Auch der menschliche Körper tauscht durch Strahlung Wärme mit seiner Umgebung aus. Daher empfindet man es in der Nähe einer Wand mit niedriger Oberflächentemperatur als kalt, selbst wenn der Raum insgesamt eine behagliche Temperatur aufweist.

Im Winter ist die Temperatur auf der Innenseite der Verglasung umso höher, je niedriger der U-Wert ist. Dies verringert diesen Effekt der "kalten Wand" deutlich:

- Man kann sich in der Nähe von Fenstern aufhalten, ohne sich unbehaglich zu fühlen,
- die Kondensation wird verringert.

Einfachglas 4 mm

Außen	Innen
- 10 °C	20 °C
	-2,3 °C*

$$U = 5,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Herkömmliches Isolierglas 4 mm 4 (Luft 12) 4 mm

Außen	Innen
- 10 °C	20 °C
	9,0 °C*

$$U = 2,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Isolierglas mit sggPLANITHERM FUTUR 4 (Argon 16) 4 mm

Außen	Innen
- 10 °C	20 °C
	15 °C*

$$U = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

SONNENSCHUTZ – VERRINGERUNG DER SONNENENERGIEZUFUHR

Im Sommer sind die meteorologischen Bedingungen meist gekennzeichnet durch:

- einen klaren Himmel,
- hohe Temperaturen,
- eine hohe Sonnenenergieeinstrahlung,
- einen schwachen Wind,
- längere Sonneneinstrahlungsdauer.

Die erhöhte Sonnenenergieeinstrahlung gelangt hauptsächlich durch die Verglasung ins Innere des Gebäudes, wo unter Umständen sehr hohe Temperaturen entstehen können. Dies ist auch als "Treibhauseffekt" bekannt.

Um diesen Effekt zu verringern, empfiehlt sich die Verwendung von Sonnenschutzgläsern.

Sie ermöglichen es,

- die Kühllast der Klimaanlage und die damit verbundenen Kosten zu senken,
- eine höhere Behaglichkeit zu erreichen,
- die Blendung zu verringern und die Lichtverhältnisse zu verbessern.

Sonnenschutzgläser reduzieren die in den Raum eindringende Sonnenenergiemenge durch eine starke Strahlungsreflexion oder -absorption. Der sommerliche Wärmeschutz ist umso höher, je niedriger der Gesamtenergiedurchlassgrad und der U-Wert der Verglasung sind.

** Temperatur auf der Innenseite des Isolierglases*

GLAS UND SCHALLSCHUTZ

ALLGEMEINES

INTENSITÄT, DRUCK UND SCHALLPEGEL

Die „Kraft“ eines Geräuschs wird durch seine Intensität I oder seinen Druck P gekennzeichnet, gemessen in W/m^2 bzw. in Pascal (Pa). Man trägt den Druck- oder Intensitätspegel auf einer logarithmischen Skala auf, mit der Hörbarkeitsschwelle als Nullpunkt (I_0, P_0).

Intensitätspegel

$$L_I = 10 \log I/I_0$$

Druckpegel

$$L_P = 10 \log P^2/P_0^2 = 20 \log P/P_0$$

Die Einheit des Schalldrucks ist das Dezibel (dB).

Aufgrund der logarithmischen Skala kann man die Schallpegel von zwei oder mehr Schallquellen nicht einfach addieren, d.h. eine Verdopplung der Schallquellen bedeutet keine Verdopplung des Schallpegels, sondern der Anstieg ist deutlich geringer.

Beispiel

Eine einzelne Trompete erzeugt einen Schallpegel von 80 dB, zwei Trompeten zusammen einen Pegel von 83 dB (und nicht 160!).

FREQUENZ

Schall sind Schwingungen oder Wellen, die sich in der Luft, in Flüssigkeiten oder festen Körpern fortpflanzen. Die Zahl der Schwingungen pro Sekunde nennt man Frequenz, gemessen in Hertz (Hz). Das menschliche Ohr kann Töne in einem Frequenzbereich zwischen 16 Hz und 20000 Hz wahrnehmen. Die Bau-Akustik berücksichtigt nur das Intervall von 50 Hz bis 5000 Hz, aufgeteilt in Oktavenbänder (der oberste Ton eines Bandes hat die doppelte Frequenz des untersten) oder in Drittel-Oktaven (Terzen).

BEWERTUNG

Das menschliche Ohr ist für tiefe, mittlere und hohe Töne unterschiedlich empfindlich. Um dies zu berücksichtigen, korrigiert man den (physikalischen) Schallpegel zu einer Normkurve, der sogenannten „A-Kurve“.

So erhält man einen bewerteten Schallpegel, ausgedrückt in dB(A). Er stellt ein Maß für die Lärmbelästigung dar. Mit Schallpegelmessern können die Pegel in dB oder in dB(A) direkt gemessen werden.

SCHALLDÄMMMASS R

Dieser Index erlaubt es, die Schalldämmung von Materialien zu bestimmen. Die Messung erfolgt im Labor nach EN ISO 140. Das Schalldämmmaß R stellt die akustischen Eigenschaften eines Bauteils (Fenster, Trennwand ...) für jedes Terzband zwischen 100 und 3150 Hz dar (insgesamt 16 Werte). Die Messungen können zusätzlich auch für die Frequenzen von 50 bis 100 Hz und von 3150 bis 5000 Hz durchgeführt werden.

Auf Grundlage der 16 frequenzabhängigen Schalldämmwerte kann man die akustischen Eigenschaften von Bauteilen durch Berechnungen verschieden ausdrücken. Die üblicherweise verwendeten Gesamtindizes werden gemäß der Norm EN ISO 717-1 festgelegt und an zwei gegebene Lärmspektren angepasst:

- Rosa Rauschen: gleiche Schallpegel über das gesamte Frequenzspektrum
- Straßenverkehr: typische Außenlärmkulisse bei innerstädtischem Verkehr

SCHALLDÄMMMASS R_w (C; C_{tr})

Baulicher Lärmschutz soll bewirken, dass der Außenlärm im Innern des Gebäudes (bei geschlossenem Fenster) nur noch in erträglicher Intensität wahrnehmbar ist.

Die Differenz zwischen dem Außenlärm- und dem Innenlärmpegel wird im sogenannten Schalldämmmaß R ausgedrückt, der ein Maß für die Schalldämmeigenschaften eines Bauteils darstellt.

Mit Hilfe dieses Index kann man bei der Planung die Bauteile gezielt so wählen, dass die gewünschte Reduzierung des Außenlärms erreicht wird.

BEWERTETES

SCHALLDÄMMMASS R_w

Das Schalldämmmaß R bezieht sich auf alle Frequenzen. Die entsprechenden Daten werden in einer Tabelle angegeben (16 Werte für die 16 Drittel-Oktavenbänder von 100 Hz bis 3150 Hz). Das bewertete Schalldämmmaß R_w in dB berücksichtigt diese 16 Werte, gewichtet nach ihrer Wirkung auf das menschliche Ohr. Dieser Index stellt den Standardschallwert für ein Fenster gemäß EN 717-1 dar.

SPEKTRUM-ANPASSUNGSWERTE

C UND C_{tr}

Die Schalldämmung eines Fensters kann Schwächen bei niedrigen, mittleren oder hohen Frequenzen aufweisen, je nach Aufbau und Einbau.

Die optimale Wirkung zeigt ein Isolierglas, wenn seine Schalldämmung vor allem bei den Frequenzen gut ist, in denen der Umgebungslärm am stärksten ist.

Durch die Wahl eines geeigneten Verglasungstyps und -aufbaus lässt sich die Schalldämmung für bestimmte Lärmquellen optimieren.

Bis vor kurzem wurde nur das bewertete Schalldämmmaß R_w herangezogen, um die Schalldämmleistung einer Verglasung zu bestimmen, ohne die unterschiedliche Dämmwirkung für verschiedene Lärmquellen zu berücksichtigen – mit der Folge, dass manchmal nicht das optimale oder ein unnötig stark dämmendes Glas verwendet wurde. Denn die Dämmwirkung eines Glases ist in bestimmten Frequenzbereichen geringer als das bewertete Schalldämmmaß R_w .

Daher wurde der Index R_w um die „Spektrum-Anpassungswerte“ C und C_{tr} erweitert. Diese Werte sind negativ oder Null: Sie geben an, um wie viel dB das bewertete Schalldämmmaß für einen bestimmten Frequenzbereich nach unten korrigiert werden muss. Der Korrekturwert C_{tr} bezieht sich auf Umgebungslärm, der hauptsächlich durch Straßenverkehr verursacht wird (der Index „tr“ steht für „traffic“ – Verkehr), sowie auf andere eher tieffrequente Lärmquellen. Bei Lärm mittlerer und hoher

Frequenz gilt der Korrekturwert C („Rosa Rauschen“). Beide Werte werden von den Prüflabors bei der Schalldämmmessung bestimmt und mit dem Wert R_w angegeben, in der Form „ $R_w (C;C_{tr})$ “.

Beispiel:

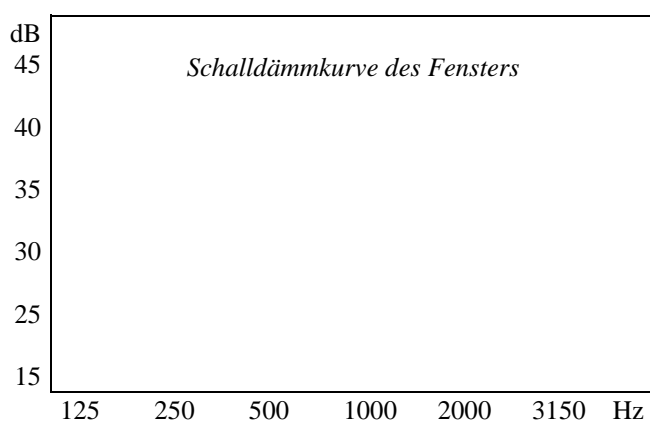
Gemäß EN 717-1: $R_w (C;C_{tr}) = 37 (-4;-9)$.

In diesem Beispiel ist das bewertete Schalldämmmaß R_w gleich 37 dB. Für Straßenverkehrslärm ist die Schalldämmung um 9 dB geringer, also 28 dB, für höhere Frequenzen um 4 dB, also 33 dB.

In einigen Ländern kann man das Ergebnis auch direkt angeben: $R_{A,tr} = 28$ dB, $R_A = 33$ dB.

Mit diesem Verfahren kann man für bestimmte vorherrschende Lärmquellen das geeignete Fenster auswählen. Eine noch genauere Information erhält man, wenn man die Schallkurve des Fensters, also den Verlauf des Schalldämmmaßes R über alle Dritteloktaven des Lärmspektrums, mit der Intensität der Lärmquelle vergleicht (siehe Abb. 1).

Abb.1 Einfluss des Lärmspektrums auf die Schalldämmung



Lärm 1 Lärm 2 ■

* Gegenüber Lärm 1 weist das Fenster eine gute Schalldämmung auf

* Gegenüber Lärm 2 dagegen weist das Fenster eine Schwäche im Frequenzbereich von 1250 bis 2500 Hz auf, wo dieser Lärm jedoch sein Maximum hat.

KRITISCHE FREQUENZ

Jedes Material hat eine kritische Frequenz, bei der eine Platte aus diesem Material viel schneller zu vibrieren beginnt als bei anderen Frequenzen und daher den Lärm besser überträgt. Bei einer Glasscheibe von 4 mm Dicke liegt diese kritische Frequenz bei 3000 Hz, bei einer Gipsplatte von 13 mm bei 3200 Hz. In der Nähe dieser Frequenz reduziert sich die Schalldämmung der Glasscheibe um 10 bis 15 dB.

Je dicker die Scheibe, desto tiefer liegt die kritische Frequenz (siehe Abb. 3 und 4). Bei einer Glasdicke von 12 cm fällt die kritische Frequenz unter 100 Hz: Das durch sie verursachte „Loch“ in der Schalldämmung ist damit zu vernachlässigen.

Effektiver Schallschutz für Fassaden, die starkem niedrigfrequenten Lärm ausgesetzt sind (etwa Straßenlärm), ist schwierig. Bis vor kurzem hat man eine bessere Dämmleistung von Schallschutzgläsern vor allem durch Erhöhung der Dicke und bei Isoliergläsern durch asymmetrischen Aufbau erreicht. Verbund-Sicherheitsglas verhält sich fast wie monolithisches Glas gleicher Dicke (siehe Abb. 3 und 4).

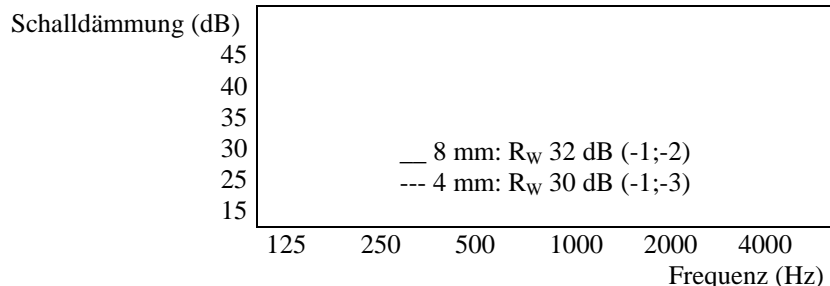
Durch die Entwicklung des Schalldämm-Sicherheitsglases sGGSTADIP SILENCE (siehe S. 104) lässt sich der Effekt der kritischen Frequenz nun unterdrücken (siehe Abb. 4).

Dieses Produkt verbessert die Schalldämmung, verglichen mit ähnlichen Glasaufbauten, im Schnitt um 1 bis 3 dB verbessern und zeigt vor allem ein einheitlicheres Dämmverhalten über den gesamten Frequenzbereich.

VERGLEICH VON SCHALLDÄMMLEISTUNGEN

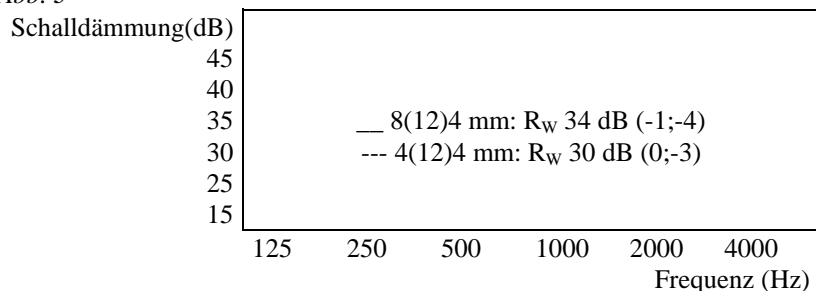
• Einfachglas

Abb. 2



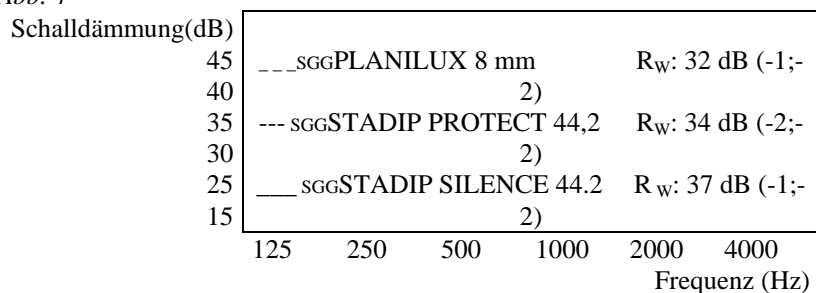
• Asymmetrisches Isolierglas

Abb. 3



• Verglasungen mit 8 mm Glas

Abb. 4



INDEX R

Wichtig ist nicht allein die Schalldämmung des Glases: Denn Verglasung und Rahmen bestimmen zusammen die Dämmleistung des Fensters als Bauteil, in einigen Fällen auch der gesamten Fassade.

Dessen Schalldämmeigenschaften können jedoch nicht einfach aus denen der Verglasung erschlossen werden: Das tatsächliche Schalldämmmaß des Fensters kann nur durch Messung an einem Prüfexemplar ermittelt werden. Daher ist zu empfehlen, die Verglasung auf den Rahmen und das Dichtungsmaterial abzustimmen. Hochwertige Verglasungen wie SGG STADIP SILENCE müssen in leistungsfähige Rahmen eingebaut werden.

Die nachfolgende Tabelle gibt für verschiedene marktübliche Gläser das Schalldämmmaß und die Korrekturwerte (in dB) an.

Die beiden letzten Spalten nennen direkt die Schalldämmwerte R_A und $R_{A,tr}$ (in dB).

Die Schalldämmleistung hängt nicht davon ab, welche Scheibe des Isolierglases nach außen zeigt. Aufgrund von Luftdruckeinflüssen ist es jedoch sinnvoll, die dickere Scheibe als Außenscheibe zu verwenden.

Aufbau der Verglasung		Werte gemäß EN 717-1*				
		R_W	C	C_{tr}	R_A	$R_{A,tr}$
Monolithisches Glas	6 mm	31	-1	-2	30	29
	8 mm	32	-1	-2	31	30
	10 mm	33	-1	-2	32	31
Isolierglas SGGCLIMALIT oder SGGCLIMAPLUS	4 (12) 4 mm	30	0	-3	30	27
	4 (16) 4 mm	30	0	-3	30	27
	8 (16) 8 mm	34	-1	-4	33	30
Schallschutz-Isolierglas SGGCLIMALIT ACOUSTIC oder SGGCLIMAPLUS ACOUSTIC	4 (12) 6 mm	33	-1	-4	32	29
	4 (16) 8 mm	35	-1	-5	34	30
	10 (12) 4 mm	35	0	-3	35	32
Sicherheits-Isolierglas SGGCLIMALIT PROTECT oder SGGCLIMAPLUS PROTECT	8 (20) 44.2	38	-1	-5	37	33
	8 (20) 44.4	40	-1	-4	39	36
	8 (20) SP 514	41	-1	-5	40	36
Schalldämm- und Sicherheits- Isolierglas SGGCLIMALIT SILENCE oder SGGCLIMAPLUS SILENCE	8 (12) 44.1	40	-2	-5	38	35
	10 (12) 44.1	41	0	-4	41	37
	8 (20) 44.2	40	-1	-5	39	35
	64.2 (20) 44.2	47	-2	-7	45	40

* Die Messungen wurden im Labor des industriellen Entwicklungszentrums von SAINT-GOBAIN GLASS durchgeführt. Bei Messungen an Gläsern mit gleichem Aufbau in anderen Labors können sich Abweichungen von 1 bis 2 dB von den hier genannten Zahlen ergeben.

GLAS UND STOSSFESTIGKEIT

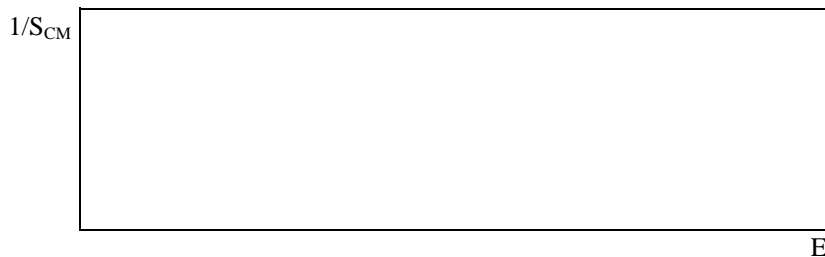
Durch moderne Technologien bei Herstellung, Verarbeitung und Einbau kann man Verglasungen hohe Sicherheitseigenschaften und eine hohe Widerstandskraft gegen stoßartige Belastungen verleihen.

Bei solchen Belastungen hängt die Festigkeit der Gläser im Wesentlichen von zwei Faktoren ab:

- der während des Stoßes übertragenen Energie E
- der maximalen Kontaktfläche beim Stoß S_{CM}

Das folgende Schema stellt die Abhängigkeit der funktionellen Anwendungsbereiche von diesen Faktoren schematisch dar. Dabei sind natürlich die entsprechenden europäischen oder nationalen Normen zu beachten.

*Funktionelle Anwendungsbereiche
(nicht-lineare Darstellung)*



*Schutz vor Verletzungen bei Glasbruch infolge Aufpralls
Schräg- und Überkopfverglasungen
Absturzsicherung
Schutz gegen Vandalismus und Einbruch
Verstärkter Schutz gegen Vandalismus und Einbruch
Schutz gegen Jagdgewehrbeschuss
Schutz gegen Beschuss aus Gewehren oder Handfeuerwaffen*

SCHUTZ VOR VERLETZUNGEN BEI GLASBRUCH INFOLGE AUFPRALLS

Dieser Typ von Verglasung fällt unter den Begriff "Sicherheitsglas". Geeignete Glasprodukte sind sGGSECURIT, sGGSECURIPPOINT und sGGSTADIP. Die beiden ersten entsprechen der Norm EN 12150 "Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Einscheiben-Sicherheitsglas", sGGSTADIP der Norm EN 12543-2 "Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas – Teil 2: Verbund-Sicherheitsglas". In einigen Ländern erlauben die baurechtlichen Bestimmungen auch die Verwendung von Drahtglas.

SCHRÄG- UND ÜBERKOPFVERGLASUNGEN

Beim Bruch einer Verglasung im Überkopfbereich bieten die Verbund-Sicherheitsgläser sGGSTADIP und sGGSTADIP PROTECT eine Reststabilität: Splitter und Bruchstücke der Verglasung bleiben an der PVB-Folie haften und fallen nicht herunter, so dass Personen im Bereich unter der Verglasung nicht gefährdet werden. Zudem bleibt der Witterungsschutz bis zum Austausch der Verglasung erhalten.

In einigen Ländern ist auch die Verwendung von sGGSECURIT, sGGSECURIPOINT und sGGDECORGLAS WIRED zulässig.

[Eingehen auf „Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen“?]

ABSTURZSICHERUNG

Bei der Ausführung von Brüstungsverglasungen muss die Absturzsicherung, d. h. der Schutz von Personen vor dem Absturz, gewährleistet sein. Hierfür eignen sich die Verbund-Sicherheitsgläser sGGSTADIP PROTECT. In einigen Ländern sind auch die Einscheiben-Sicherheitsgläser sGGSECURIT und sGGSECURIPOINT verwendbar.

SCHUTZ GEGEN VANDALISMUS UND EINBRUCH

Bei tätlichen Übergriffen und vandalistischen Attacken werden häufig mehr oder weniger massive Gegenstände mit mehr oder weniger Kraft geworfen. Die Norm EN 356* beschreibt modellartig die hierfür verwendeten Gegenstände und die damit verbundenen Aufprallenergien auf die Verglasungen. Die Produkte der Reihe sGGSTADIP PROTECT sind nach dieser Norm geprüft und bieten Schutz gegen diese Angriffe in verschiedenen abgestuften Klassen.

** Europäische Norm mit dem Titel “Glas im Bauwesen – Sicherheitsglas – Prüfverfahren und Klasseneinteilung für angriffshemmende Verglasungen für das Bauwesen”*

VERSTÄRKTER SCHUTZ GEGEN VANDALISMUS UND EINBRUCH

Diesen Schutzbereich definiert die Norm EN 356 über wiederholte Würfe eines Körpers mit hoher Energie sowie Axt- und Hammerschläge.

Hier bieten die Verglasungen sGGSTADIP PROTECT SP (siehe sGGSTADIP, S. 279 bis 289) das gewünschte Schutzniveau, gleichfalls abgestuft in mehreren Klassen.

SCHUTZ GEGEN JAGDGEWEHRBESCHUSS

Mit dieser weit verbreiteten Waffenart kann massive Munition abgefeuert werden. Die Aufprallenergie des Geschosses unterscheidet sich meist deutlich vom Beschuss aus Gewehren oder Handfeuerwaffen und wird in der Norm EN 1063 daher auch als Sonderfall behandelt.

Die Produktreihe sGGSTADIP PROTECT deckt auch die beiden Klassen ab, die dieser Funktion gewidmet sind.

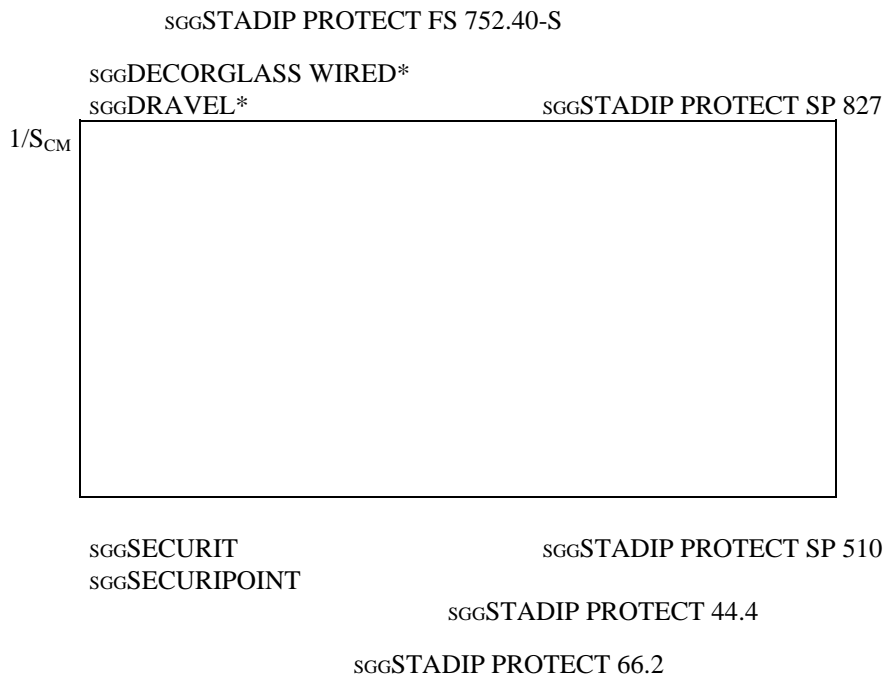
SCHUTZ GEGEN BESCHUSS AUS GEWEHREN ODER HANDFEUERWAFFEN

Aufgrund der verschiedenen Waffenarten, Kaliber und Munitionstypen setzt die Norm EN 1063 sieben Schutzklassen fest. Diese sieben Klassen werden von der Produktreihe sGGSTADIP PROTECT von SAINT-GOBAIN GLASS vollkommen abgedeckt.

Beim Schutz gegen Feuerwaffen unterscheidet die Norm EN 1063 zusätzlich zwischen Verglasungen, die beim Auftreffen von Geschossen keine verletzenden Splitter erzeugen* – mit dem Zusatz „SF“ (splitterfrei) gekennzeichnet –, und Verglasungen mit Splitterabgang „SA“.

* Unter „verletzenden Splittern“ werden solche Glaspartikel verstanden, die beim Auftreffen des Geschosses auf der gegenüberliegenden Seite des Glases weggeschleudert werden und eine 50 cm entfernte, 0,02 mm dicke Aluminiumfolie mit einer Flächendichte von 0,054 kg/m² durchschlagen können.

*Beispiele für funktionelle Anwendungsbereiche
verschiedener Gläser der SAINT-GOBAIN GLASS-Palette
(nicht-lineare Darstellung)*



** Von nationalen baurechtlichen Bestimmungen abhängig*

Der Rahmen und die Art des Einbaus müssen an die Stoßfestigkeit des Glases angepasst sein. Zahlreiche europäische Normen betreffen die Übereinstimmung zwischen Rahmen, Befestigung und Verglasung.

GLAS UND BRANDSCHUTZ

Kaum ein Ereignis ruft so viel Angst und Schrecken in den Menschen hervor wie ein Brand.

Die zunehmende Verstädterung und die wachsende Zahl von Regionen mit sehr hoher Bevölkerungsdichte machen es unerlässlich, die Risiken des Feuers zu beherrschen.

Wirksamer Brandschutz ist eine der vordringlichsten Aufgaben bei der Planung und Ausführung von Bauten. Dies gilt für Wohngebäude, aber fast noch mehr für öffentlich zugängliche Gebäude oder Bürobauten mit vielen Arbeitsplätzen.

Es ist daher unerlässlich, solche Baumaterialien auszuwählen, die die Entstehung, Entwicklung oder Ausbreitung von Feuer unterbinden.

Sollte dennoch ein Feuer ausbrechen, müssen seine Auswirkungen begrenzt und wirksamer Schutz gegen Flammen, Rauch, Hitze und Panik geboten werden.

Alle Maßnahmen dienen einem vorrangigen Ziel: **dem Schutz von Personen**. Deshalb ist der Brandschutz im Bauwesen durch das Baurecht obligatorisch geworden und stützt sich auf Normen und Methoden zur Prüfung und Einstufung von Werkstoffen und Bauteilen, sogar von Arbeiten, die bei jedem Bau anfallen.

REAKTION AUF FEUER

Bei den Maßnahmen zur Verhütung von Feuer ist es von vorrangiger Bedeutung, die beim Bau verwendeten Materialien nach ihrem Brandverhalten sorgfältig auszuwählen.

Es liegt auf der Hand, dass man hier Baustoffen den Vorzug gibt, die sich nicht durch eine glimmende Zigarette oder ein noch glühendes Streichholz entzünden können. Aber dies genügt natürlich nicht: Die Materialien müssen geprüft und nach den gleichen offiziellen Referenzmethoden getestet und eingestuft werden, die Lieferungen eindeutig gekennzeichnet sein und die erforderlichen Bescheinigungen beiliegen.

Die Einstufung der Materialien erfolgt durch Tests in anerkannten Prüflabors mit amtlich zugelassenen Geräten unter spezifizierten Bedingungen, wobei die Beanspruch, die das Material beim Ausbruch eines Feuers erfährt, im Labor simuliert wird.

Für jedes Material werden auf diese Weise die entsprechenden Parameter gemessen und aufgezeichnet, vor allem im Hinblick auf

- ihre Wahrscheinlichkeit, sich zu entzünden,
- ihre Fähigkeit, den Brand zu nähren,
- zusätzliche Eigenschaften, etwa die lineare Brenngeschwindigkeit, die Neigung zur Bildung brennender Schmelzprodukte oder von Rauchgasen.

Die je nach verwendetem Bezugssystem erzielten Ergebnisse (zum Beispiel Norm NF EN) ermöglichen eine Einstufung, ausgedrückt durch einen alphanumerischen Kode, der in einem offiziellen Dokument niedergelegt wird und dessen Angabe bei jeder Lieferung vorgeschrieben ist.

Die bestmöglichen Einstufungen gelten für Materialien, die als nicht-brennbar, nicht entflammbar und feuerhemmend eingestuft werden; andere Klassen enthalten feuerwiderstandsfähige, normal entflammbare bzw. leicht entflammbare Materialien.

Der Werkstoff GLAS ist nicht brennbar und die Verglasungen von SAINT-GOBAIN GLASS haben die besten Einstufungen bezüglich

- Nichtbrennbarkeit für alle monolithischen Gläser: sGGANTELIO, sGGPARSOL, sGGPLANILUX etc.
- Nicht-Entflammbarkeit für die meisten Verbund-Sicherheitsgläser der Produktreihe sGGSTADIP.

FEUERWIDERSTAND

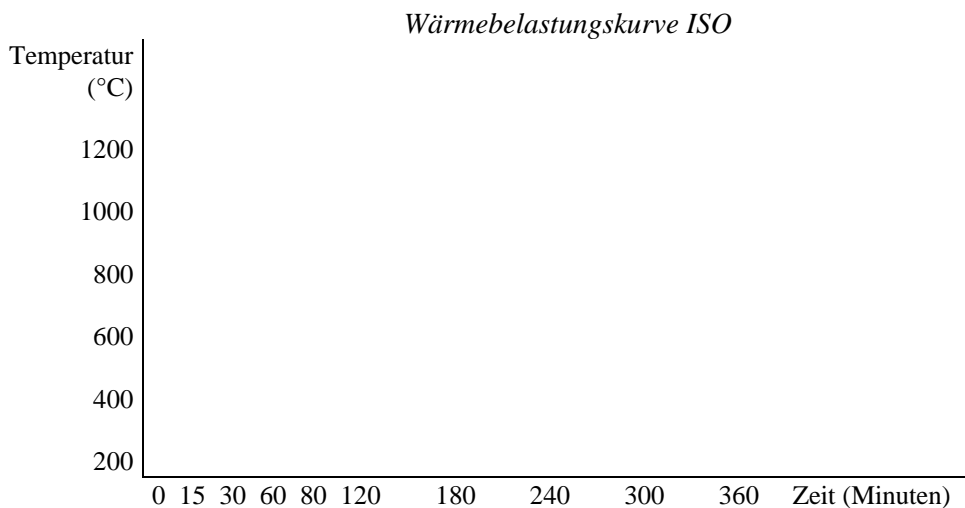
Wenn ein Feuer ausgebrochen ist, werden das Gebäude und die in ihm befindlichen Personen geschützt durch feuerwiderstandsfähige Materialien.

Die Hauptgefahren sind:

- teilweises oder gänzlichliches Einstürzen von Bauwerken oder von Gebäudeteilen, wodurch Personen der Weg versperrt wird,
- Bildung von Rauch und toxischen Gasen, die zu Orientierungsverlust, Panik oder Bewusstlosigkeit führen können,
- die intensive Hitzestrahlung, die zu schweren oder sogar tödlichen Verbrennungen führen kann.

Geeignete Bauteile können Schutz bieten. Auch hier werden offizielle Prüfmethode unter gesetzlich festgelegten Bedingungen angewendet, wobei die Bauteile einem anerkannten thermischen Programm unterzogen werden.

Fast überall in der Welt verwendet man die Temperatur-/Zeit-Leitkurve nach ISO 834-10 für Fälle, wie sie typischerweise in Wohngebäuden auftreten.



Es wird überprüft, ob die Bauteile für eine bestimmte Zeit drei Hauptkriterien erfüllen:

- Widerstand oder Beständigkeit (R),
- Dichtigkeit gegenüber Flammen und Heißgasen (E),
- Hitzeisolierung während des Brandes (I).

Nach diesen Kriterien werden Einstufungen für eine pauschal festgelegte Mindestdauer zuerkannt. So erhält ein Element, dass für mindestens 30 Minuten Widerstandsfähigkeit und Dichtigkeit bewahrt, die Einstufung RE 30; oder EI 60 für ein mindestens 60 Minuten lang dichtes und isolierendes Bauteil.

Optionale oder ergänzende Kriterien können hinzukommen, zum Beispiel der maximale Wärmefluss in kW/m² (Klasse W).

Klassifizierungen, Prüfzeugnisse und offizielle Zulassungen betreffen immer nur identische, komplette Systeme wie Türen, Trennwände, Fassadenmodule und Abschirmungen, niemals einzelne Baustoffe. Glasprodukte für feuerwiderstandsfähige Verglasungen müssen daher stets mit einem bestimmten Rahmen und einer bestimmten Methode der Einglasung verwendet werden und werden auch in dieser Kombination getestet.

SAINT-GOBAIN GLASS hat ein komplettes Programm an Verglasungen speziell für solche Anwendungen entwickelt:

- SGGFIVESTAR
- SGGPYROSWISS
- SGGVETROFLAM
- SGGSWISSFLAM LITE
- SGGSWISSFLAM
- SGGCONTRAFLAM

und bietet eine umfangreiche Palette an bewährten, zugelassenen Systemen an, mit den entsprechenden offiziellen Zertifikaten.

≤ 140 °C

Kriterium E

Kriterien E + 1

** Oberflächentemperatur von Glas*

GLAS UND GESTALTUNG/INNENAUSSTATTUNG

Um die gestiegenen Anforderungen an die moderne Raumgestaltung und Innenausstattung zu erfüllen, hat SAINT-GOBAIN GLASS eine umfangreiche Palette an Glasprodukten entwickelt, die Funktionalität mit Design und Ästhetik kombinieren.

Trennwände		Verkleidungen
durchsichtig	durchscheinend	undurchsichtig
SGGDIAMANT	SGGCHARME	SGGEMALIT
SGGPARSOL	SGGCREA-LITE	SGGMIRALITE
SGGPLANILUX	SGGDECORGLASS	SGGMIRALITE ANTIQUE
SGGSAINT-JUST	SGGIMAGE	SGGMIRALITE-EVOLUTION
SGGSTADIP-COLOR	SGGMASTERGLASS	SGGPLANILAQUE
SGGVIMAT	SGGOPALIT	SGGPLANILAQUE EVOLUTION
SGGVISION-LITE	SGGSAINT-JUST	
	SGGSATINOVO	
	SGGSERALIT	
	SGGSTADIP COLOR	
	SGGU-GLAS	
	SGGPRIVA-LITE	

Ob kanten- oder oberflächenbearbeitet, als Einfachglas oder Isolierglas SGGCLIMALIT DESIGN, als Flachglas oder gebogenes Glas SGGCONTOUR – diese Produkte eignen sich ideal für eine Vielzahl von Anwendungen:

VERGLASTE TRENNWÄNDE

Innentrennwände mit durchsichtigen oder durchscheinenden Verglasungen lassen das Licht hindurch und vergrößern den Raum optisch. Je nach Grad der Transluzenz bietet eine solche Trennwand Sichtschutz in verschiedenem Ausmaß bis zur völligen Undurchsichtigkeit, ohne Jalousien oder Vorhänge und ohne dass man gleichzeitig das Licht aussperrt.

FENSTER

Isoliergläser SGGCLIMALIT DESIGN und SGGCLIMAPLUS DESIGN mit einem Produkt der Familie SAINT-GOBAIN GLASS DESIGN vereinen hohe Wärmedämmung mit ästhetischer Wirkung und Sichtschutz (bei sichthemmender Verglasung). Scheinsprossen im Scheibenzwischenraum des Isolierglases verstärken diese Wirkung noch.

TÜREN

In einer Innentür mit Sprossen oder Ausschnitt verwandelt Glas die Tür in ein Gestaltungselement, wobei die Ästhetik des Glases durch Bearbeitung unterstrichen wird, schon durch einfache Verfahren wie Facettenschliff. Ideal für diese Anwendungen sind strukturierte Gläser wie SGGDECORGLASS und SGGMASTERGLASS, der Spiegel SGMIRALITE-EVOLUTION oder SGGSAINT-JUST.

Außerdem bietet SAINT-GOBAIN GLASS eine umfangreiche Palette an Ganzglas-Innentüren an sowie ein Programm für Außentüren.

MÖBEL

Glas ist in Möbeln immer mehr präsent. Nahezu alle Produkte von SAINT-GOBAIN GLASS eignen sich für diese Anwendungen.

Schranktürblätter mit Spiegeln sggMIRALITE-EVOLUTION oder lackiertem Glas sggPLANILAQUE EVOLUTION geben dem Möbelstück eine Note zeitloser Eleganz.

Die transparenten und transluzenten Produkte von SAINT-GOBAIN GLASS DESIGN eignen sich zur Herstellung von Möbelstücken, vor allem wo Oberflächen- und Kantenbearbeitungen die Form und Erscheinung bereichern können: Tischplatten, Regale, Bücherschränke, Verkaufsdiskays ...

Einige Produkte der Serie vereinen die Ästhetik mit Sicherheitseigenschaften und werden daher zum Beispiel für Tischplatten oder Duschkabinen verwendet.

WANDVERKLEIDUNG

Spiegel sggMIRALITE-EVOLUTION und lackiertes Glas sggPLANILAQUE EVOLUTION bilden interessante Wandverkleidungen im Innenbereich, als vollständige Verkleidung oder in Form dekorativer Platten.

Wandverkleidungen aus sggMIRALITE-EVOLUTION spielen mit dem Licht und lassen den Raum größer erscheinen.

Als Wandverkleidung oder dekoratives Element bereichert sggPLANILAQUE EVOLUTION die Innengestaltung um intensive Farben, Glanz und zeitlose Qualität (Hotelhallen, Eingangsbereiche, Geschäfte, Büros, Küchen und Badezimmer etc.).

GELÄNDER UND BRÜSTUNGEN

Als Verbund-Sicherheitsglas sggSTADIP PROTECT oder Einscheiben-Sicherheitsglas sggSECURIT ausgeführt, bilden die Design-Produkte von SAINT-GOBAIN GLASS dekorative Geländer, Brüstungen oder Balkonabtrennungen.

BESCHILDERUNGEN

Die zahlreichen Techniken der individuellen Gestaltung von Glas (Siebdruck, Fusing, Sandstrahlen, Gravieren ...) erlauben die Herstellung hochwertiger und dauerhafter Hinweisschilder.

Hinweis

Bei allen diesen Anwendungen in Innenräumen muss die Verwendung von Glas immer mit den geltenden Normen und baurechtlichen Bestimmungen übereinstimmen (zum Beispiel in Frankreich DTU 39 und NF D 62-010, in Großbritannien BSI 62-02). [Und in Deutschland?]

Zur Verfügbarkeit der genannten Produkte als Sicherheitsglas (VSG sggSTADIP und sggSTADIP PROTECT, ESG sggSECURIT, opakes Glas mit Film), siehe Kapitel 2.

GLAS UND KONSTRUKTION

//Abbildungsbeschriftung//

Atrium in 55, avenue Georges V, Paris, Frankreich – Architekten: Robert, Wilmotte und Granger

Einer der Haupttrends in der zeitgenössischen Architektur besteht darin, das Innere des Gebäudes mit der Außenwelt zu verbinden und dabei nur minimale Kompromisse einzugehen. Durch die technischen Entwicklungen der vergangenen Jahre ist Glas zum idealen Medium für diese Bestrebungen geworden: Denn Glas verbindet Licht, Transparenz und Ästhetik mit Wärmedämmung, Sonnenschutz, Schalldämmung, Sicherheit, Brandschutz und vielen weiteren Funktionen.

Zudem kann Glas nicht länger nur als nichttragendes Bauteil eingesetzt werden: In zunehmendem Maße übernimmt es auch innovative konstruktive Aufgaben im Hochbau, etwa in Fassaden als punktgehaltene Fassadenverglasung, in Böden, als Pfeiler und Träger. Bei solchen Aufgaben wird das Glas mechanisch stark beansprucht.

Es ist daher unbedingt erforderlich, dass konstruktiv verwendete Glasbauteile für die auftretenden Kräfte und Bewegungen ausgelegt sind. Dabei spielen vor allem zwei grundlegende funktionale Zwänge eine Rolle:

- Lasten genauestens zu führen,
- klar definierte Bewegungsspielräume zwischen den Elementen zu lassen.

Kurz gesagt: Es geht darum, die konstruktiven Lasten des Glases zu steuern.

Man sieht, welche Genauigkeit und Präzision solche Objekte verlangen. Zahlreiche Beispiele zeigen die technische Kompetenz von SAINT-GOBAIN GLASS in der Planung, Entwicklung und Ausführung solcher statisch anspruchsvollen Anwendungen.

Da sich die Unternehmensgruppe der Innovation verpflichtet fühlt und bestrebt ist, diese modernen Techniken in einer größeren Anzahl von Objekten zu verwirklichen, bietet SAINT-GOBAIN GLASS sein Know-how in Form eines breiten Angebots an Komplettsystemen an, von denen viele über nationale technische Zulassungen verfügen.

Dazu zählen:

- SGG-LITE-WALL, SGG-MULTIPOINT und SGG-SPIDER GLASS, Fassadensysteme für punktgehaltene Verglasungen,
- SGG-ROOFLITE, Vordächer,
- SGG-LITE-FLOOR, Bodenplatten.

//Abbildungsbeschriftung//

Botanischer Garten, Peking, China – Architekt: Zhang Yu – King Glass Engineering Group

GLAS UND ARCHITEKTUR

Seit dem 19. Jahrhundert ein Zeichen für architektonische Modernität, ist Glas heutzutage ein “High-tech”-Material, funktionell und ausgeklügelt, das mit seinen Transparenzeigenschaften voll oder unauffällig spielen kann.

Die Faszination, die Glas seit jeher auf Architekten ausgeübt hat, erklärt sich durch seine Ästhetik und seine Funktionen, die sich gleichzeitig ergänzen und widersprechen. Die Geschichte von Glas ist die Geschichte der Transparenz, die das Licht und den Blick durchlässt und gleichzeitig trennt und verbindet. Glas kann Prinzip für Öffnung sein, aber auch für das Gegenteil. So setzt sich der Spiegel dem Durchgang des Lichts entgegen und schafft die Illusion eines vergrößerten Raumes, durch Schaffung eines virtuellen Bildes im Spiel der Reflexionen. Durch seine reflektierende Undurchsichtigkeit eröffnet der Spiegel das verwirrende Gebiet der Illusion.

Die „magische“ Kraft des Glases ist am größten, wenn es erlaubt zu sehen, ohne selbst gesehen zu werden. Eine Verglasung kann undurchsichtig sein wie eine Mauer und neugierige Blicke fernhalten – doch gleichzeitig lässt sie Tageslicht ins Innere des Gebäudes.

Glas als Gebäudehülle mildert die wuchtige Erscheinung großer Bauten und fügt sie harmonisch in ihre Umgebung ein, nur durch das Spiel der Reflexionen. Als transparentes Medium kann Glas auch zu dekorativen Zwecken verwendet werden. Architekten nutzen diesen gestalterischen Aspekt, um Fassadenverkleidungen aus Glas zu erzeugen, die in feinsten Nuancen mit der Transparenz spielen: ornamentiertes oder mattiertes Glas, Siebdruck, Flüssigkristalle ...

In den letzten Jahrhunderten bestand eine der größten Herausforderungen der Architektur in der „Eroberung“ und Steuerung des Lichts, Zu Beginn hatte die Verwendung von Glas nur den Zweck, Licht hindurchzulassen und vor den wechselnden Witterungsverhältnissen zu schützen. Technische Fortschritte in der Herstellung und insbesondere die Entstehung des Flachglases im 17. Jahrhundert fügten dem Glas die Aspekte Klarheit und Durchsicht hinzu und eröffneten den Blick ins Freie. So wurde Glas zum idealen Medium für die Kommunikation zwischen außen und innen. Dank der Entwicklung der Glastechnologie seit dem 19. Jahrhundert ermöglicht Glas eine breite Palette an Effekten und Funktionen, von der völligen Transparenz bis zur absoluten Undurchsichtigkeit – mit allen Zwischenstufen.

Die Geschichte der Verwendung von Glas zeigt auch, dass es stets mit der Entwicklung neuer, innovativer Bautechniken verbunden war. Die riesige Glaskonstruktion des Crystal Palace, von Paxton 1851 in London erbaut, wurde dank hochmoderner Verfahren in Rekordzeit errichtet. Mit seiner vollständig verglasten Bedachung, dem “Glashimmel”, erregte es die Bewunderung der zeitgenössischen Architekten. Diese erste spektakuläre und massive Verwendung von Glas in der Architektur erfolgte zeitgleich mit dem Aufschwung der Wissenschaften und Technik durch die industrielle Revolution. Sie sollte eine nie dagewesene Entwicklung von Bauten nach sich ziehen, in denen Glas mit Stahl, Gusseisen und später Beton verbunden wurde.

Im Verlauf des 20. Jahrhunderts führten die Fortschritte in der Glastechnologie und neue Herstellungsverfahren zur Möglichkeit, Bauwerke vollständig aus Glas zu gestalten.

Diese Modernität drückte sich hauptsächlich in Bürogebäuden und öffentlichen Bauten aus, die eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung von Bautechniken gespielt haben. Der Umbau des Louvre in Paris zum Beispiel stellt sicherlich einen Wendepunkt im architektonischen Klima dar, gekennzeichnet von dem Bestreben, historische Formen mit der architektonischen Moderne zu verbinden. Im Richelieu-Flügel konnten nur Glasdächer den Raumeindruck verstärken und große Skulpturen, die

ursprünglich zur Verzierung von Parks und Gärten dienten, auf natürliche Weise beleuchten. Das Ziel war die Schaffung einer Bedachung, die die Leichtigkeit zum Ausdruck bringt, die dem Glas eigentümlich ist, und die Intensität des natürlichen Lichts wahrt, ohne zu blenden – wobei natürlich auch die Anforderungen an Wärmedämmung, Sonnenschutz und Sicherheit zu erfüllen waren.

Mit dem Einsatz neuer Techniken (geklebte oder punktgehaltene Fassadenverglasungen) und der Entwicklung von beschichtetem Glas für Wärmedämmung und Sonnenschutz hat Glas heute seinen Einsatzbereich auf die gesamte Fassade ausgedehnt: als eine glatte oder strukturierte, transparente oder opake, reflektierende oder farbige zweite Haut.

Parallel zu diesen architektonischen und konstruktiven Anwendungen wurde Glas um neue Funktionen erweitert, die den heutigen Anforderungen an Komfort (Wärmedämmung, Schallschutz) und Sicherheit (Brandschutz, Einbruchschutz) entsprechen. So ist der traditionsreiche Baustoff Glas dank seines multifunktionellen Charakters in vielseitiger Weise verwendbar.

Unter technischem wie architektonischem Aspekt zeigte das ausgehende 20. Jahrhundert zunehmend komplexere Anforderungen an Glas. Vor allem im letzten Jahrzehnt erfuhr die Verwendung von Glas eine spektakuläre Entwicklung, hin zu konstruktiven Aufgaben (als Pfosten, Träger, Böden, Fassadenaussteifungen, Brüstungen ...) und innovativen Herstellungsverfahren (beschichtete Verglasungen, gebogenes Glas, punktgehaltene Fassadenverglasung, Isolierglas mit integrierter Beschattung ...).

Diese Entwicklungen haben die Vorstellung von Glas tiefgreifend verändert. Heute gilt es nicht mehr primär als zerbrechliches Material, sondern als multifunktionaler Werkstoff. In unserer „futuristischen“ Zeit setzt Glas sich mehr und mehr als der leitende Baustoff durch, mit weiteren, noch ungeahnten Entwicklungsmöglichkeiten.

So wird der traditionelle Werkstoff Glas auch die architektonische Modernität des 21. Jahrhunderts verkörpern: Denn es verwirklicht besser als jeder andere Werkstoff das Streben nach freier Kommunikation zwischen Menschen und Räumen.