

4 Grundbegriffe

Faszination Glas

Der Wettbewerbsbeitrag von Mies van der Rohe in den 20er Jahren des vergangenen Jahrhunderts für ein Hochhaus am Bahnhof Friedrichstraße in Berlin markiert in einziger Art und Weise die Faszination, die der Werkstoff Glas auf Architekten seitdem ausübt. Was seinerzeit wegen fehlender bauphysikalischer Eigenschaften sowie produktionstechnischer Einschränkungen Vision bleiben mußte, lässt sich aufgrund des enormen technischen Fortschritts bei der Glasherstellung und -veredelung heute realisieren.

Transparenz – die herausragende Eigenschaft von Glas

Gegenüber allen anderen Baustoffen in der Gebäudehülle machen Transparenz und Brillanz die Faszination von Glas aus. Über diesen ästhetischen Anspruch hinaus sind aus bauphysikalischer Sicht die funktionalen Eigenschaften entscheidend, die in diesem Kapitel näher beschrieben werden.

Die nachfolgende Gliederung folgt weitgehend den Vorgaben für die CE-Deklaration für Glasprodukte im Rahmen der europäischen Produktnormen.

4.1 Transparenz von Glas

4.2 Sicherheit im Brandfall

4.2.1 Feuerwiderstand nach EN 13501-2

4.2.2 Brandverhalten nach EN 13501-1

4.2.3 Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen

4.3 Nutzungssicherheit

4.3.1 Durchschusshemmung nach EN 1063

4.3.2 Sprengwirkungshemmung nach EN 13541

4.3.3 Einbruchhemmung nach EN 356

4.3.4 Pendelschlag nach EN 12600

4.3.5 Beständigkeit gegen plötzliche Temperaturwechsel und Temperaturunterschiede

4.3.6 Mechanischer Widerstand

4.4 Schallschutz – bewertetes Schalldämm-Maß R_w

4.5 Energieerhaltung und Wärmeschutz

4.5.1 Thermische Eigenschaften – Wärmedurchgangskoeffizient U gem. EN 673

4.5.2 Emissionsvermögen ϵ gem. EN 673

4.5.3 Lichttransmissionsgrad τ_v gem. EN 410

4.5.4 Farbwiedergabe-Index R_a gem. EN 410

4.5.5 Gesamtenergiedurchlassgrad g gem. EN 410

4.5.6 Energieabsorption α_e gem. EN 410

4.5.7 b-Faktor/Shading Coefficient (SC)

4.5.8 Selektivitätskennzahl S

4.5.9 Energiebilanz

4.1 Transparenz von Glas

Glas ist lichtdurchlässig – auf die Elektronen kommt es an

Licht und seine Ausbreitung

Licht ist eine Energieform, die bezüglich ihrer Ausbreitungsmöglichkeit nicht an Materie gebunden ist.

Die „Träger“ der Energieform Licht sind elektrische und magnetische Wechselfelder. Sie finden im Vakuum keine Partner, mit denen Wechselwirkungen möglich sind, d. h. dass dort keine Absorption oder Reflexion stattfindet.

Absorption oder Reflexion von Licht in Materie

Die energetische Wechselwirkung von Licht und Materie ist nicht unter allen Umständen gegeben. Es müssen Wechselwirkungspartner vorhanden sein, die die jeweilige Lichtenergie aufnehmen können. Fehlen diese Wechselwirkungspartner, bleibt die Wechselwirkung aus – die Materie ist vollständig transparent.

Bei Lichtausbreitung in Materie, z. B. in Gasen oder Festkörpern, finden je nach Beschaffenheit des Materials Wechselwirkungen statt, die eine Absorption oder Reflexion des Lichtes bzw. eine Mischung davon zur Folge haben.

Der verbleibende Anteil ist die Transmission durch das Material.

Wechselwirkungspartner

Licht wirkt in Materie als elektrisches und magnetisches Wechselfeld auf die Elektronen, die dort in unterschiedlichen Konstellationen eingebunden sind. Je nach Material stehen mehr oder weniger Elektronen für die Wechselwirkung mit Licht zur Verfügung.

Freie und gebundene Elektronen

In idealen Metallen gibt es sehr viele freie Elektronen, die verzögerungsfrei vom Wechselfeld Licht zu Gleichtaktschwingungen mit dem Licht angeregt werden. So sind sie in der Lage, die aufgenommene Energie mit den gleichen Eigenschaften wieder abzustrahlen – sie zu reflektieren. Daraus ergibt sich der im sichtbaren Bereich spiegelnde Charakter von Metalloberflächen.

Glas hat praktisch keine freien Elektronen, sondern überwiegend solche, die fest den Atomen zugeordnet sind. Die Möglichkeit, Energie aus Licht aufzunehmen, ist fast nicht gegeben. Licht breitet sich nahezu ungestört aus: Daher ist Glas transparent.

4 Grundbegriffe

4.2 Sicherheit im Brandfall

4.2.1 Feuerwiderstand nach EN 13 501-2

Die europäische Norm 13501-2 spezifiziert das Verfahren zur Klassifizierung von Bauprodukten und Bauteilen in Bezug auf Feuerwiderstand und Rauchdichtheit.

Der Feuerwiderstand für Brandschutzverglasungen wird für verschiedene Widerstände und Prüfzeiträume an Systemen aus Rahmen und Ausfachung (Brandschutzglas) gem. EN 357 bestimmt.

- Tragfähigkeit R
- Raumabschluss E
- Strahlungsminderung W
- Isolation I
- Rauchschutz S
- Selbstschließend C

Die Klassifizierung eines Systems setzt sich immer aus einer Kombination aus einem oder mehreren Buchstaben und den zugehörigen Minuten der Widerstandszeit zusammen.

Für feuerwiderstandsfähige Verglasungen werden folgende Klassen verwendet:

- E Raumabschluss
- EW Raumabschluss mit reduzierter Hitzestrahlung
- EI Raumabschluß mit thermischer Isolation

Eine feuerwiderstandsfähige Verglasung ist ein Bauteil, das eine oder mehrere durchsichtige oder

durchscheinende Glaserzeugnisse enthält; mit Halterungen, Dichtstoffen und Befestigungsmaterial und allen Einzelteilen, nachgewiesen und klassifiziert durch eine Feuerwiderstandsprüfung

Hinweis: Weitere Informationen s. Kapitel 5.15.

4 Grundbegriffe



4.2.2 Brandverhalten nach EN 13501-1

Baustoffklassen

Baustoffe werden in Bezug auf ihre Brennbarkeit in Klassen eingeteilt (s. nachfolgende Tabelle).

Isolierglas ohne die Verwendung von Verbund- und Verbund-sicherheitsglas wird der Baustoffklasse A1 zugeordnet.

Bauaufsichtliche Benennung	Zusatzanforderung	Klassen zum Brandverhalten von Bauprodukten mit Ausnahme von Bodenbelägen und Rohrisolierungen nach EN 13501-2		Glasprodukt
		Klasse	Zusatzanforderung	
Nichtbrennbar	Rauch unbedenklich kein brennendes Abtropfen	A1	-s1, d0	Basisglas nach EN 572-9 TVG nach EN 1863-2 ESG nach EN 12150-2 ESG mit Heat-Soak-Test nach EN 14179-2 Beschichtetes Glas nach EN 1096-4 Isolierglas nach EN 1279-5 (VG/VSG)*
		A2		
Schwerentflammbar	Rauch unbedenklich (1) kein brennendes Abtropfen/Abfallen (2)	A2	-s2, d0	
		B, C	-s2, d1 -s1, d0 -s1, d1	
		A2, B, C	-s3, d0 -s3, d1	
		A2, B, C	-s1, d2 -s2, d2	
Normalentflammbar	kein brennendes Abtropfen/Abfallen (2)	A2, B, C	-s3, d2	
		D	-s1, d0+d1	
		E	-s2, d0+d1 -s3, d0+d1	
Leichtentflammbar		F	-s1, d0+d1 -s2, d0+d1 -s3, d0+d1	

(1) Kann für Bauprodukte in baulichen Anlagen und Räumen besonderer Art und Nutzung gefordert werden.

(2) Wird in einigen Ländern z. B. für Außenwandbekleidungen an Obergeschossen gefordert.

* Für VG und VSG nach EN 14449 gibt es derzeit keine abgeschlossenen Prüfungen zum Brandverhalten. Daher ist diese Eigenschaft in der CE-Deklaration mit npd anzugeben (no performance determined).

4.2.3 Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen

Sofern der Hersteller das Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen anzugeben wünscht (z. B. wenn diesbezüglich gesetzliche Anforderungen vorliegen), ist das Produkt nach EN 13501-5 zu klassifizieren und zu prüfen nach EN 1363/1364 (Festverglasung) und EN 1634 (Türen).

4 Grundbegriffe



4.3 Nutzungssicherheit

4.3.1 Durchschusshemmung nach EN 1063

Eine durchschusshemmende Verglasung ist eine Sicherheitssonderverglasung, die einen bestimmten

Widerstand gegen das Durchdringen von Geschossen bestimmter Munitionsarten aus bestimmten

Waffen bei Prüfung unter den genormten Randbedingungen bietet.

4.3.2 Sprengwirkungshemmung nach EN 13541

Die Hauptanforderung an sprengwirkungshemmende Verglasungen ist es, Menschen gegen Explosionsdruckwellen zu schützen.

Die EN 13541 legt Anforderungen und Prüfverfahren für die Klassifizierung von sprengwirkungshemmenden Sicherheitssonderverglasungen für das Bauwesen fest.

4.3.3 Einbruchhemmung nach EN 356

Verglasungen für die Durchwurf- und Durchbruchhemmung werden nach EN 356 klassifiziert. Bei

durchwurfhemmenden Verglasungen wird die Prüfung mittels Kugelfallversuch und bei durch-

bruchhemmenden Verglasungen mit einer maschinengeführten Axt durchgeführt.

4.3.4 Pendelschlag nach EN 12600

Mit der EN 12600 werden Produkte aus Flachglas für den Gebrauch im Bauwesen über ihr Verhalten bei Stoßbeanspruchung und das Bruchverhalten klassifiziert.

Mit den verschiedenen Fallhöhen des Pendels wird die Stoßenergie bei Anprall eines menschlichen Körpers auf die Verglasung mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten simuliert.

Ziel ist es, die Sicherheit von Personen durch die Reduzierung von Schnitt- und Stichverletzungen zu erhöhen. Das Bruchverhalten β wird durch folgende Klassen beschrieben:

- Typ A
Zahlreiche Risse entstehen, die viele einzelne Bruchstücke mit scharfen Kanten bilden, von denen einige groß sind.
→ z.B. Floatglas oder TVG
- Typ B
Zahlreiche Risse entstehen, aber die Bruchstücke werden zusammengehalten und zerfallen nicht.
→ z.B. VSG

- Typ C
Es findet ein Zerfall mit einer großen Anzahl von kleinen Bruchstücken, die relativ harmlos sind, statt.
→ z.B. ESG

Tabelle 1 – Fallhöhe

Klassifizierung	Fallhöhe in mm
3	190
2	450
1	1.200

Das Bruchverhalten von einem Glasprodukt wird wie folgt klassifiziert:

$\alpha(\beta)\phi$

Die Fallhöhen α und ϕ werden mit 1, 2 oder 3 klassifiziert.

Dabei ist α die höchste Fallhöhenklasse, bei der das Produkt nicht oder entsprechend Typ B oder Typ C bricht;

β ist das Bruchverhalten;

ϕ ist die höchste Fallhöhenklasse, bei der das Produkt entweder nicht oder entsprechend Typ B (zahlreiche Risse) oder Typ C (Zerfall)

bricht. Wenn ein Glasprodukt bei einer Fallhöhe von 190 mm bricht und das Bruchverhalten nicht Typ B entspricht, dann nimmt ϕ den Wert 0 an.

Beispiel: Klassifizierung 1(C)3

– bei 190 mm – alle 4 Probestkörper brachen nicht

– bei 450 mm – alle 4 Probestkörper brachen entsprechend Typ C

– bei 1200 mm – alle 4 Probestkörper brachen entsprechend Typ C

Im Rahmen der Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV) wird die EN 12600 als Grundlage zum Nachweis der Stoßsicherheit verwendet.

4.3.5 Beständigkeit gegen plötzliche Temperaturwechsel und Temperaturunterschiede

Diese Eigenschaft beschreibt, welche maximalen Temperaturunterschiede und plötzliche Temperaturwechsel innerhalb der Fläche einer

Glaseinheit zulässig sind, ohne dass ein Glasbruchrisiko besteht. Nach EN 572 sind für Floatglas 40 K, nach EN 1863 für TVG 100 K

und nach EN 12150 für ESG 200 K zulässig.

4.3.6 Mechanischer Widerstand

Im Rahmen der CE-Deklaration wird durch die Angabe der Glasdicke und Glasart der Widerstand gegen äußere Lasten angegeben.

Auf dieser Basis muss durch den Anwender ein Nachweis der Standsicherheit erbracht werden. Weitere Informationen zur Glasbeurteilung s. Kapitel 7.2.1.

4.4 Schallschutz – bewertetes Schalldämm-Maß R_w

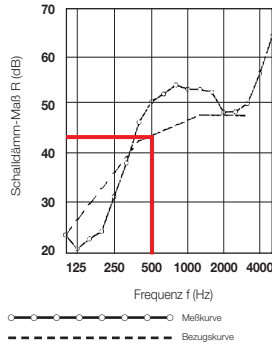
Das Schalldämm-Maß R eines Bauteils ist von der Frequenz abhängig. Der bauakustische Frequenzbereich erstreckt sich nach EN 717-1 von 100 Hz bis 3150 Hz.

R kennzeichnet das 10fache logarithmische Verhältnis von der auf das Bauteil auftreffenden Schall-Leistung P_1 zu der von diesem Bauteil abgestrahlten Schall-Leistung P_2 .

Aufgrund dieses logarithmischen Maßstabs bewirkt eine Verbesserung der Schalldämmung von 10 dB eine Halbierung der Lärmbelästigung.

Verwendung bei der schalltechnischen Beurteilung von Verglasungen findet das bewertete Schalldämm-Maß R_w nach EN ISO 140 Teil 3, das durch Messungen und Vergleich mit der Bezugscurve ermittelt wird. Es wird in der Maßeinheit Dezibel (dB) ausgedrückt.

Dabei wird die Bezugscurve nach EN 717-1 so lange im Meßdiagramm vertikal verschoben, bis die Unterschreitung zur Meßcurve im Mittel nicht mehr als 2 dB beträgt. Dabei werden Überschreitungen nicht berücksichtigt. Der Ordinatenwert der verschobenen Bezugscurve bei 500 Hz entspricht dem bewerteten Schalldämm-Maß R_w .



Typ: 43/31 SF-1.1

Um die unterschiedlichen Frequenz-Spektren von Wohn- und Verkehrsgerauschen zu berücksichtigen, wurden entsprechend der EN ISO 717-1 sogenannte **Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr}** eingeführt (s. Tabelle Seite 60), mit ihnen wird das bewertete Schalldämm-Maß angepasst.

Die **Spektrum-Anpassungswerte $C_{100-5000}$ und $C_{tr100-5000}$** berücksichtigen zusätzlich das erweiterte Spektrum im Frequenzbereich von 100 Hz bis 5000 Hz. Die Spektrum-Anpassungswerte sind Produkteigenschaften, die sich aus der gemessenen Schalldämmkurve der Glasprodukte unter Berücksichtigung der maßgeblichen Lärmquellen ergeben.

Die DIN 4109 (11.89) definiert folgende Formelzeichen:

Formelzeichen	Bedeutung
R'_w	bewertetes Schalldämm-Maß in dB mit Schallübertragung über flankierende Bauteile
R_w	bewertetes Schalldämm-Maß in dB ohne Schallübertragung über flankierende Bauteile
$R'_{w, res}$	resultierendes bewertetes Schalldämm-Maß des gesamten Bauteils
$R_{w, P}$	bewertetes Schalldämm-Maß im Prüfstand gemessen
$R_{w, R}$	bewertetes Schalldämm-Maß – Rechenwert –
$R_{w, B}$	bewertetes Schalldämm-Maß – gemessen am Bau –

4 Grundbegriffe



4.5 Energieerhaltung und Wärmeschutz

4.5.1 Thermische Eigenschaften – Wärmedurchgangskoeffizient U gem. EN 673

Der Wärmedurchgangskoeffizient gibt die Wärmemenge an, die pro Zeiteinheit durch 1 m² eines Bauteils bei einem Temperaturunterschied der angrenzenden Raum- und Außenluft von 1 Kelvin hindurchgeht. Je kleiner der U-Wert, desto größer also die Wärmedämmung. Die Maßeinheit ist W/(m²K).

Die U-Wert-Ermittlung erfolgt durch Berechnung nach EN 673 mit den Referenzwerten gem. Abschn. 8 (senkrechter Einbau). Der U-Wert kann auch durch Messung nach EN 674 bestimmt werden.

Bei gleichen Randbedingungen liefern Berechnung und Messung vergleichbare U-Werte.

Sämtliche U_g-Werte, die Interpane publiziert, basieren auf den Vorgaben der EN 673 (Referenzwerte).

Weicht die Anwendung von den Referenzangaben ab, können sich auf Grund physikalischer Gegebenheiten abweichende U_g-Werte ergeben.

Dies betrifft insbesondere Verglasungen in geeigneten Konstruktionen. Nähere Informationen dazu finden Sie in Kapitel 7.1.5.

ψ-Wert

Der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient (ψ-Wert) beschreibt die Wärmebrücke eines Bauteils. Seit der EnEV 2002 muss er bei der Ermittlung des U_w-Wertes berücksichtigt werden.

Beim Fenster besteht die Wärmebrücke vornehmlich aus der Wechselwirkung von Fensterrahmen, Isolierverglasung und Abstandhalter.

Einen ψ-Wert allein für die Isolierverglasung gibt es demnach nicht (s. Kap. 3.3.1 und 7.1.6).

4.5.2 Emissionsvermögen ε gem. EN 673

Unter Emissionsvermögen ε ist das Abstrahlverhalten eines Körpers zu verstehen. Hinsichtlich der Wärmedämmung von Isolierglas bedeutet dies: Je niedriger das Emissionsvermögen ist, desto besser ist der Wärmedurchgangskoeffizient, der U-Wert. In der Vergangenheit wurden die U-Werte von Glas stets im Prüfstand gemessen – heute stehen zuverlässige Berechnungsverfahren zur Verfügung (EN 673). Um die Berechnungen durchzuführen, wird unter anderem der ε -Wert benötigt.

Die Ermittlung des Emissionsvermögens erfolgt durch Messung der Reflexion einer Bauteiloberfläche.

Hierbei wird unterstellt, dass der Einfallswinkel nahezu senkrecht zur betrachteten Oberfläche liegt und die Messung bei verschiedenen Wellenlängen stattfindet. Der so ermittelte Reflexionswert R wird gemäß der Formel

$$\varepsilon = 1 - R$$

in den Emissionswert umgerechnet.

Da es messtechnisch nicht möglich ist, Reflexionen bei einem Einfallswinkel von 0° zu messen, wird im Allgemeinen bei einem mittleren Einfallswinkel von $\leq 10^\circ$ gemessen.

- **normales Emissionsvermögen ε_n nach EN 673**

Bei der Ermittlung des normalen Emissionsvermögens ε_n nach EN 673 wird das zuvor beschriebene Messverfahren zugrunde gelegt, wobei 30 Wellenlängen zwischen $5,5 \mu\text{m}$ und $50 \mu\text{m}$ ausgewertet werden.

Aus diesen Einzelergebnissen wird der Mittelwert unter Berücksichtigung der Verteilung der Temperaturstrahlung bei $+ 10^\circ\text{C}$ bestimmt.

Das Resultat wird als „normales Emissionsvermögen ε_n “ bezeichnet.

- **deklariertes Emissionsvermögen ε_d nach EN 1096**

Der deklarierte Wert des Emissionsvermögens ε_d ist der vom Hersteller des Basisglases angegebene Nennwert des normalen Emissionsvermögens.

4.5.3 Lichttransmissionsgrad τ_V gem. EN 410

Der Lichttransmissionsgrad τ_V drückt den direkt durchgelassenen, sichtbaren Strahlungsanteil im Bereich der Wellenlänge von 380 nm bis 780 nm bezogen auf die Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges aus. Die Lichtdurchlässigkeit wird in % angegeben und u. a. von der Glasdicke beeinflusst. Bedingt durch den unterschiedlichen Eisenoxidgehalt des Glases sind geringfügige Schwankungen möglich.

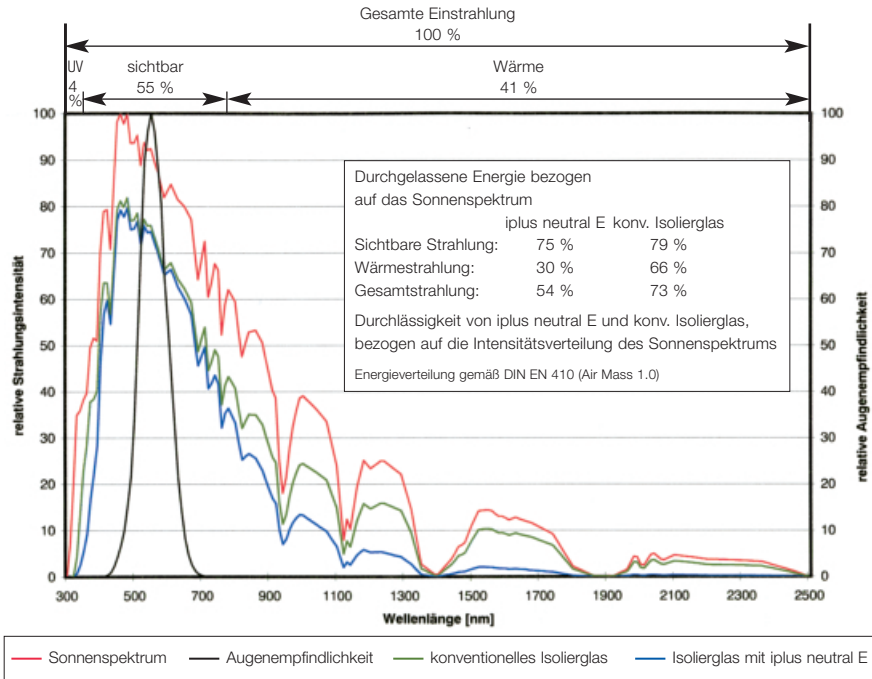
- Floatglas als Einzelscheibe verfügt im sichtbaren Spektralbereich über eine Lichtdurchlässigkeit von ca. 90 %,
- INTERPANE Isolierglas, bestehend aus 2 Floatglas-scheiben, besitzt eine Lichtdurchlässigkeit von 82 %,
- iplus neutral E besitzt einen Lichttransmissionsgrad von 80 %.

Die Bezugsgröße 100 % entspricht einer unverglasten Maueröffnung.

Der Lichttransmissionsgrad der Verglasung sollte objekt- und umgebungsbezogen gewählt werden, um der DIN 5034 und der Arbeitsstättenverordnung zu entsprechen. Alternativ kann die Fensterfläche vergrößert werden.

Der Bemessungswert des Lichttransmissionsgrades τ_{VBW} nach DIN V 4108-4: 2007-06 entspricht dem Nennwert τ_V nach EN 410:

$$\tau_{VBW} = \tau_V$$



Durchlässigkeit von iplus neutral E und von konventionellem Isolierglas, bezogen auf die Intensitätsverteilung des Sonnenspektrums.

4.5.3

4.5.4 Farbwiedergabe-Index R_a gem. EN 410

Die Farbwiedergabe ist für das physiologische Empfinden und für die psychologischen und ästhetischen Momente von großer Wichtigkeit. Das Farbklima im Raum wird durch die spektrale Zusammensetzung des einfallenden Tageslichts beeinflusst.

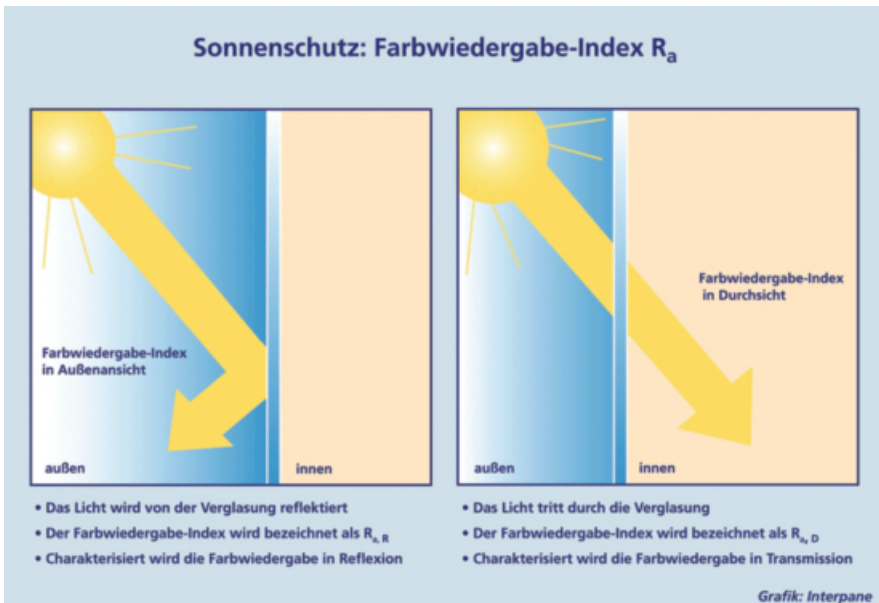
Der allgemeine Farbwiedergabe-Index R_a kann einen maximalen Wert von 100 annehmen.

Dies wird bei Verglasungen erreicht, deren spektraler Transmissionsgrad im sichtbaren Spektralbereich vollkommen konstant ist (z.B. ipawhite: $R_{a,D} = 100$ bis Glasdicke 8 mm unbeschichtet). In der Beleuchtungstechnik kennzeichnen allgemeine Farbwiedergabe-Index-Werte $R_a > 90$ eine sehr gute und Werte $R_a > 80$ eine gute Farbwiedergabe.

Demzufolge beschreibt der $R_{a,D}$ -Wert die Farberkennung bei Ta-

gesicht erstens im Raum und zweitens bei Durchsicht. In vergleichbarer Weise kennzeichnet der $R_{a,R}$ -Wert die Farbwiedergabe des Glases auf der Ansichtsseite. Die Farbwiedergabeeigenschaften einer Verglasung werden durch den allgemeinen Farbwiedergabe-Index R_a nach EN 410 ermittelt.

Als Bezugslichtart wird die Normlichtart D 65 zugrunde gelegt.



4.5.5 Gesamtenergiedurchlassgrad g gem. EN 410

Der g-Wert ist der Gesamtenergiedurchlassgrad von Verglasungen für Sonnenstrahlung im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 2500 nm. Die Größe ist für klimatechnische Berechnungen von Bedeutung und wird in % ausgedrückt.

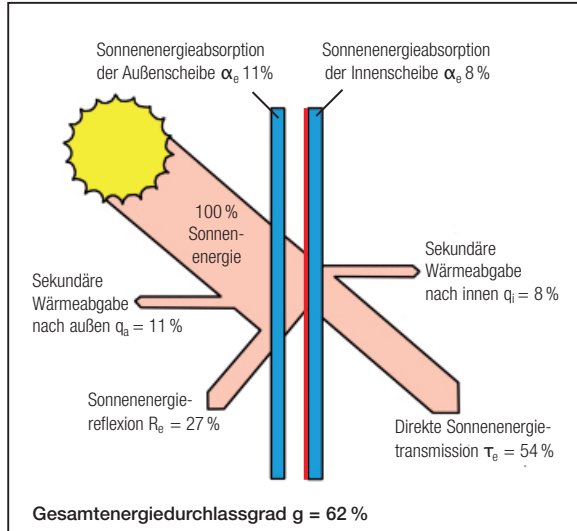
Der g-Wert setzt sich zusammen aus direkter Sonnenenergie-
transmission τ_e und sekundärer
Wärmeabgabe nach innen q_i
infolge langwelliger Strahlung
und Konvektion.

$$g = \tau_e + q_i$$

Der Nennwert g für den Gesamtenergiedurchlassgrad wird grundsätzlich nach der europäischen EN 410 bestimmt.

Der Bemessungswert gem. DIN V 4108-4: 2007-06 des Gesamtenergiedurchlassgrades ist gleich dem Nennwert:

$$g_{BW} = g$$



Gesamtenergiedurchlassgrad von iplus neutral E gem. EN 410 – energetische Aufteilung –

4.5.6 Energieabsorption α_e gem. EN 410

Neben der Transmission und Reflexion ist die Absorption die dritte bestimmende Größe beim Strahlungsdurchgang durch Glas. Sie wird ebenfalls in Prozent angegeben.

$$\begin{array}{r} \text{Transmission} \\ + \text{Reflexion} \\ + \text{Absorption} \\ \hline = 100 \% \end{array}$$

Durch die Absorption wird die Strahlungsenergie in Wärmeenergie umgewandelt. Dies führt zu einer Temperaturerhöhung der absorbierenden Glasscheibe.

Die Energieabsorption kann kritische Werte annehmen, bei denen das Risiko thermisch induzierten Glasbruchs steigen kann.

4.5.7 b-Faktor/Shading Coefficient (SC)

Der „mittlere Durchlassfaktor b“ oder auch Shading Coefficient (SC) ist die entscheidende Größe zur Berechnung der Kühllast.

Der dimensionslose b-Faktor ist nach VDI 2078, Ausgabe Juli 1996, das Verhältnis aus dem g-Wert der jeweiligen Verglasung und dem g-Wert eines Zweischeiden-Normalglasfensters.

$$b = \frac{g_{EN\ 410}}{0,80}$$

International (z.B. USA – ASHRAE oder UK – CIBSE) wird der Shading Coefficient (SC) durch Bezug auf einen Gesamtenergiedurchlassgrad von 87% (3 mm Einfachglas) ermittelt.

$$SC = \frac{g}{0,87}$$

In einigen Ländern wird zudem der SC für kurz- und langwellige Strahlung ermittelt.

Der SC für langwellige Strahlung wird ermittelt, indem man die sekundäre Wärmeabgabe (q_l) durch 0,87 dividiert (long wave shading coefficient – LWSC).

Der SC für kurzwellige Strahlung wird ermittelt, indem man die direkte Energietransmission (τ_d) durch 0,87 dividiert (short wave shading coefficient – SWSC).

4.5.8 Selektivitätskennzahl S

Mit der Selektivitätskennzahl wird das Verhältnis von Lichttransmissionsgrad τ_v zu Gesamtenergiedurchlassgrad g gekennzeichnet.

Eine hohe Selektivitätskennzahl drückt im Sonnenschutzbereich ein günstiges Verhältnis aus.

$$S = \frac{\tau_v}{g}$$

4.5.9 Energiebilanz

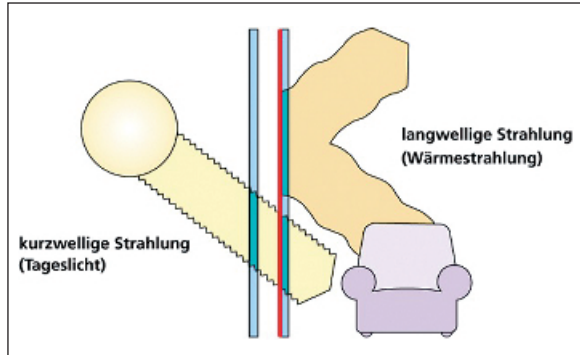
Glas ist für kurzwellige Strahlung (Sonnenstrahlen) weitgehend transparent, für langwellige Wärmestrahlung hingegen undurchlässig.

Dies bedeutet für die Praxis, dass Sonnenenergie (bis etwa 2500 nm) relativ ungehindert in den Innenraum gelangt (Sonnenkollektoreffekt, Glashauseffekt, Energiefalle).

Hier wird diese von den raumbegrenzenden Flächen absorbiert und zum großen Teil als langwellige Wärmestrahlung wieder abgegeben. Die Wärmefunktionsschichten verhindern den Austritt dieser langwelligeren Wärmestrahlung. Diesem Energiegewinn stehen Energieverluste gegenüber. Diese entstehen durch Temperaturdifferenz zwischen beheiztem Innenraum und kühlerem Außenraum. Die Höhe der Energieverluste wird durch den U_g -Wert der Verglasung ausgedrückt. Zur Charakterisierung von Fenstern wird diese Energiebilanz für eine vollständige Heizperiode aufgestellt, die die baulichen, geographischen und klimatischen Verhältnisse berücksichtigt.

In einigen Staaten wird bereits eine plakative Kennzeichnung (Labeling) der Energieeffizienz des Bauteils Fenster auf der Grundlage von Energiebilanzen vorgenommen.

Die Zertifizierung „Passivhaus-eignete-Komponente“ des Passivhausinstituts Prof. Feist erfolgt bereits seit einigen Jahren u. a. auf der Basis von Energiebilanzwerten, s. Kap. 5.6.5.



$$E = U_g - (g \cdot S)$$

E = Energiebilanz

U_g = Wärmedurchgangskoeffizient, s. Kap. 4.5.1

g = Gesamtenergiedurchlassgrad, s. Kap. 4.5.5

S = Strahlungsgewinnfaktor