

## ***Planungshilfe: Integrierte, bewegliche Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas für Architekten, Planer und Verarbeiter***

# Planung, Leistung und Bewertung von ISiM (Integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas)

ISiM werden in verschiedensten Ausführungen seit über 20 Jahren erfolgreich eingesetzt und haben sich bereits vielfach im Dauerbetrieb bewährt.

Durch die Integration eines Sonnenschutzsystems in eine Isolierglaseinheit ergeben sich zusätzliche positive Effekte gegenüber den Einzelsystemen.

Vorteile gegenüber außenliegenden Beschattungssystemen und raumseitigen Blendschutzsystemen:

- Keine zusätzlichen Reinigungskosten für das Sonnenschutzsystem
- Wartungsfreiheit
- Einfache Integrierbarkeit bei denkmalgeschützten Gebäuden
- Keine lästigen Windgeräusche
- Variabler Sicht-, Blend- und Sonnenschutz
- Kombinierbarkeit mit z. B. Brandschutz, Schallschutz

Entscheidend für einen langjährigen und störungsfreien Einsatz von ISiM am Bau ist das Wissen um die Gebrauchstauglich-

keit, die Einsatzgebiete und die Möglichkeiten dieser Systeme. Bei der Bewertung des sommerlichen und winterlichen Wärmeschutzes erlangen die Eigenschaften von ISiM einen besonderen Stellenwert: Grundsätzlich wird ein niedriger  $U_g$ -Wert gefordert. Beim winterlichen Wärmeschutz ist ein möglichst hoher Gesamtenergiedurchlassgrad ( $g$ -Wert) gewünscht, beim sommerlichen Wärmeschutz dagegen ist ein an die Kühllast angepasster (reduzierter)  $g_{total}$ -Wert erforderlich.

Für die Planung von Gebäuden spielt die Frage nach dem Gesamtenergieverbrauch (Primärenergiebedarf) eine immer größere Rolle. Neben der Heizenergie im Winter schlagen die Klimatisierung im Sommer und die Ausleuchtung der Räume besonders zu Buche. Daher ist eine intelligente Gestaltung der Glasflächen für den späteren Energieverbrauch von entscheidender Bedeutung.

Die Komplexität der Thematik macht eine verständliche Erläuterung für den Planer notwendig, da der Spielraum des Energieeintrages durch beweglichen Sonnenschutz (Abschirmung im Sommer – Öffnung im Winter) am größten ist.

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) regelt in Verbindung mit neuesten Normen die Einhaltung von Grenzwerten für den sommerlichen Wärmeschutz. Die Berechnung des Sonneneintragskennwertes gemäß EnEV basiert auf den hier beschriebenen Grundprinzipien.

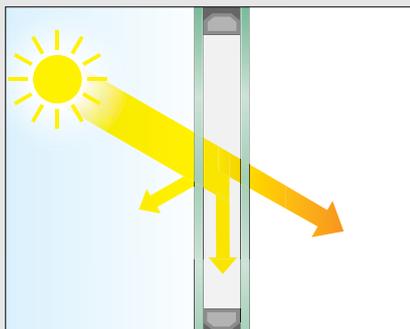
## Grundlagen

Für den sommerlichen Wärmeschutz muss die gesamte Sonnenstrahlung als Grundlage genommen werden. Lichttransmissions-, Lichtreflexions- und Lichtabsorptionsgrad berücksichtigen nur 45% des Sonnenspektrums und sind für die Beurteilung des sommerlichen Wärmeschutzes nicht ausreichend.

Entscheidend für den sommerlichen Wärmeschutz sind drei Begriffe:

### Transmission

Strahlungstransmissionsgrad

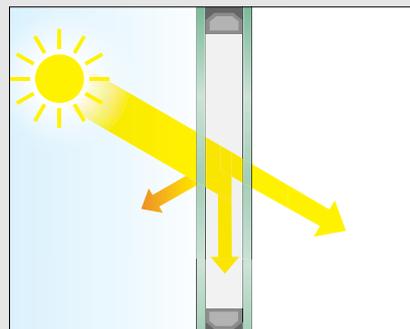


**Transmission** -  $\tau_e$

Wie viel Strahlung tritt durch ein Bauteil hindurch. 0 bis 100% oder 0 bis 1.

### Reflexion

Strahlungsreflexionsgrad

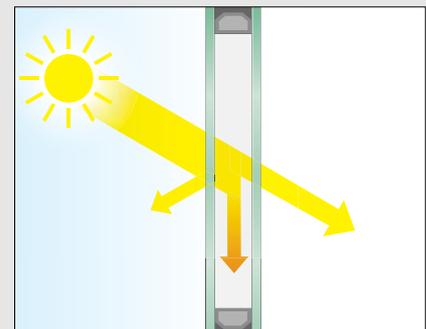


**Reflexion** -  $\rho_e$

Wie viel Strahlung wird durch ein Bauteil zurückgeworfen. 0 bis 100% oder 0 bis 1.

### Absorption

Strahlungsabsorptionsgrad



**Absorption** -  $\alpha_e$

Wie viel Strahlung wird aufgenommen und erwärmt das Bauteil. 0 bis 100% oder 0 bis 1.

(Bild 1)

**Wie viel Sonnenenergie kommt im Rauminnen an?**

Die Kenngröße zur Berechnung des Gesamtenergieeintrags durch ein Bauteil ist der g-Wert.

**Beispiel:**

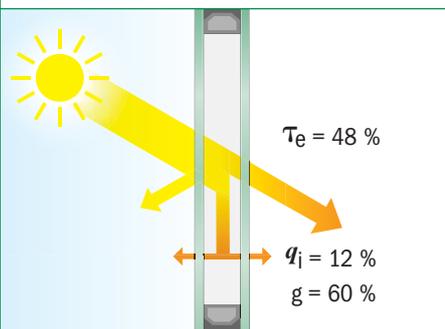
Die Sonne strahlt auf ein 1 m<sup>2</sup> großes Fenster. Die Strahlungsenergie beträgt in unserem Fall 800 W/m<sup>2</sup>. Der g-Wert von Zwei- bzw. Dreifach-Isolierglasscheiben mit Wärmedämmschicht liegt in einem Bereich zwischen 0,49 bis 0,63. In unserem Beispiel 0,60 bzw. 60 %.

Daraus ergibt sich der folgende Energieeintrag durch das Glas:

$$800 \text{ W/m}^2 \times 1 \text{ m}^2 \times 0,60 = 480 \text{ W}$$

Je kleiner der g-Wert, desto weniger Energie dringt in den Raum ein.

- $\tau_e$  = Strahlungstransmissionsgrad
- $q_i$  = sek. Wärmeabgabegrad innen
- g = Gesamtenergie durchlassgrad



(Bild 2)

**Sonnenschutz kann den Energieeintrag reduzieren**

**Gesamtenergie durchlassgrad  $g_{total}$**

Der Gesamtenergie durchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutz  $g_{total}$  kann vereinfacht nach folgender Gleichung berechnet werden.

$$g_{total} = g \times Fc$$

$g_{total}$  = Gesamtenergie durchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutz

g = Gesamtenergie durchlassgrad der Verglasung

Fc = Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen

Ein beweglicher Sonnenschutz bietet die Möglichkeit einstellbare  $g_{total}$ -Werte zu erreichen, die zwischen dem g-Wert der Isolierglasscheibe und dem  $g_{total}$ -Wert des Gesamtsystems liegen.

**Abminderungsfaktor Fc**

Diese Eigenschaft ist in der DIN 4108 Teil 2 als Abminderungsfaktor Fc definiert. Der Abminderungsfaktor Fc kann zwischen 0 (theoretisch bester Sonnenschutz) und 1 (kein Sonnenschutz) schwanken. Je kleiner Fc, desto wirksamer ist der Sonnenschutz, desto geringer der Energieeintrag. Der Fc-Wert gibt das Verhältnis zwischen dem Energie durchlassgrad durch ein Fenster mit Sonnenschutz und ohne Sonnenschutz an. Ein für ein ISiM ermittelter Fc-Wert variiert auf Grund des Beschichtungstyps und dessen Position im Mehrscheiben-Isolierglas.

**Beispiel:**

2fach Wärmedämmglas  
g-Wert Verglasung 0,60  
 $g_{total}$ -Wert 0,12

$$Fc = \frac{g_{total}}{g} = \frac{0,12}{0,60} = 0,20$$

**Beispiel:**

3fach Wärmedämmglas  
g-Wert Verglasung 0,60  
 $g_{total}$ -Wert 0,08

$$Fc = \frac{g_{total}}{g} = \frac{0,08}{0,60} = 0,13$$

In DIN 4108-2 finden sich in Tabelle 8 Fc-Werte für zwischenliegende Systeme von 0,65 bis 0,90 je nach Farbe und Transparenz. Diese Werte liegen extrem auf der sicheren Seite und sind als Maximalwerte zu verstehen. Unter der Fußnote b dieser Tabelle wird die Empfehlung ausgesprochen, bei zwischen den Scheiben liegenden Sonnenschutzvorrichtungen eine genaue Ermittlung durchzuführen, da sich erheblich günstigere Werte ergeben können (siehe Beispiele Bild 3, 4, 5 und 6).

# Planung, Leistung und Bewertung von ISiM (Integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas)

## Wirksamkeit von variablen ISiM

Der große Vorteil von beweglichen Sonnenschutzsystemen ist, dass die Wirksamkeit (Abminderungsfaktor  $F_c$  oder  $g_{total}$ ) je nach Situation variabel verändert werden kann. Dies ist auch mit Blick auf die Tageslichtnutzung ein entscheidender Vorteil. Wird der Sonnenschutz so gesteuert, dass immer genug Licht in den Raum tritt, um auf künstliche Beleuchtung verzichten zu können, eröffnet sich ein zusätzliches Sparpotenzial.

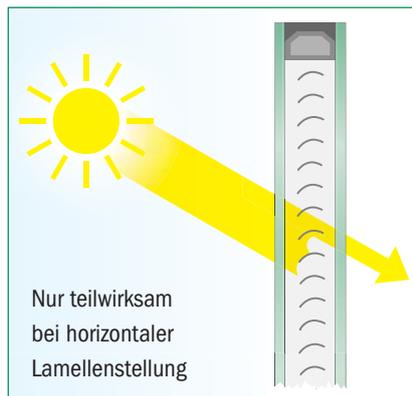
Das Tageslicht liefert pro Watt bis zu 4x mehr Helligkeit als Kunstlicht und verringert so zusätzlich die Kühllasten bei gleicher Beleuchtungsstärke.

Für die Praxis ergibt sich deshalb eine komplexere Betrachtung:

Die Wirksamkeit des Sonnenschutzes hängt in diesem Beispiel von der gewählten Lamellenstellung ab, also vom entsprechenden Nutzerverhalten (siehe Bild 3 und 4).

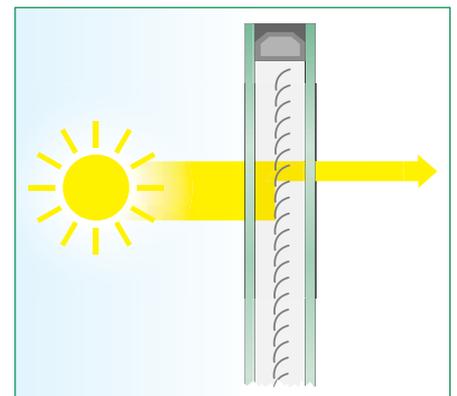
Zum Anderen verändern sich die Werte mit dem Lauf der Sonne und dem damit verbundenen Strahlungseinfallswinkel (siehe Bild 5 und 6). Je steiler die Sonne steht, desto geringer ist der  $g_{total}$ -Wert.

Beispiel:  $g_{total} = 0,36$   
bei geöffneter Lamelle



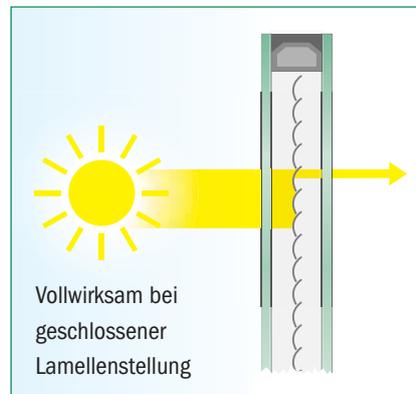
(Bild 3)

Beispiel: Lamelle silber; Winkel 45°  
 $g_{total} = 0,33$  bei 0° Sonnenwinkel



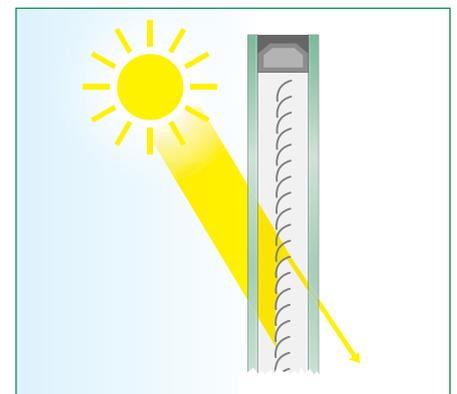
(Bild 5)

Beispiel:  $g_{total} = 0,12$   
bei geschlossener Lamelle



(Bild 4)

Beispiel: Lamelle silber; Winkel 45°  
 $g_{total} = 0,08$  bei 60° Sonnenwinkel



(Bild 6)

## Produkteigenschaften

### ISiM

ISiM tragen zur Reduzierung des Energie-durchlassgrades (g-Wert) im Sommer bei, indem die Solarenergieeinträge verringert, der Blendschutz gegen direktes Licht geregelt und so eine angenehmere Raum-atmosphäre geschaffen wird. Integrierte Systeme tragen auch im Winter zu einem gemütlicheren Wohnklima bei, da die Überlagerung mehrerer Ebenen (Glas und Behang) den Wärmedurchgang (U-Wert) verringern. Dies ist auch zu Nachtzeiten oder zu manchen Tageszeiten im Winter, wenn das Sonnenlicht für die Raumbel-leuchtung nicht mehr unerlässlich ist, ein wesentlicher Aspekt.

### Hinweise für einen Glasaufbau

Immer häufiger kommen mittlerweile kombinierte Dreifach-Isoliergläser mit Wärmedämm-/Sonnenschutzschicht auf Ebene 2 und Wärmedämmschicht auf Ebene 5 zum Einsatz, bei denen folglich der Behang zwischen zwei beschichteten Glasebenen angeordnet ist. Ein Anstieg der Behangtemperatur – insbesondere der Lamellen – ist dadurch

unvermeidlich, wobei die Temperatur jedoch konstruktionsbedingt gewisse Grenzwerte nicht überschreiten darf. Die Lamellen reduzieren den Durchgang der Sonnenenergie, wandeln einen Teil davon in Wärme um und geben diese teilweise an den Innenraum weiter. In Absprache mit dem Systemhersteller ist die Wahl der Beschichtungsebenen abzustimmen, um den Temperaturanstieg zu begrenzen. Wichtig ist daher die richtige Wahl, sowohl des zu verwendenden Glastyps, als auch der Farbe der Jalousielamellen deren Strahlungsabsorption möglichst niedrig sein sollte.

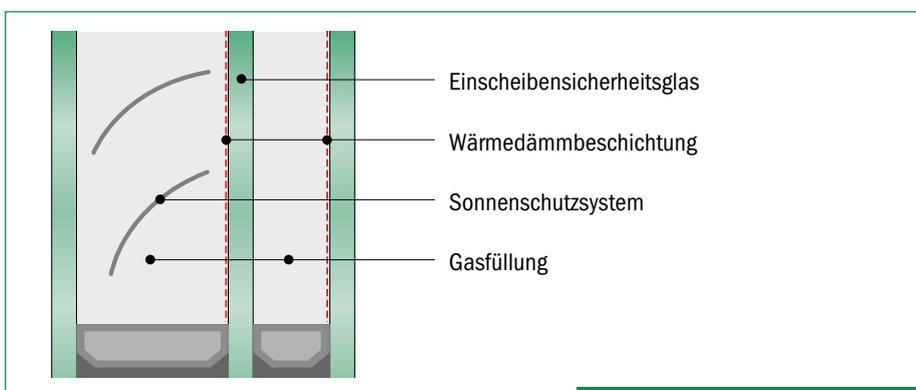
Die Position des Behangs – d. h. die Entscheidung in welchem Scheibenzwi-schenraum der Behang beispielsweise bei Dreifach-Verglasungen angeordnet wird – ist daher von grundlegender Bedeutung. Es empfiehlt sich der Einbau des Behangs im äußeren Scheibenzwischenraum, d. h. zwischen den Ebenen 2 und 3. Die Lage der Beschichtungen sollte vorzugsweise auf den Ebenen 3 und 5 vorgesehen werden (siehe Bild 7).

Technische Werte des Gesamtsystems können bei den Herstellern angefragt werden.

Bedingt durch Klimlasten können sich die Scheiben verformen und den Schei-benzwischenraum reduzieren. Ergänzend zu den statischen Lastannahmen nach den geltenden Normen (Wind-, Verkehrs-, Klimalasten) sind in Abhängigkeit der Elementabmessungen, die systemspe-zifischen Mindestabstände des SZR zur Sicherstellung der beweglichen Funktion zu beachten. Steuerungsfunktionen kön-nen, neben der Glasdimensionierung, bei ungünstigen klimatischen Bedingungen (z. B. niedrigen Außentemperaturen) die Gebrauchstauglichkeit unterstützen.

### Farbgebung von Behängen

Während beim Einsatz von ISiM im Innenbereich (z. B. Trennwände) die Farb-auswahl nach gestalterischen Gesichts-punkten erfolgen kann, empfiehlt sich in der Außenfassade die Farbauswahl auf Oberflächen mit geringen Absorptionen (helle Farbtöne) zu beschränken.



(Bild 7)

# Planung, Leistung und Bewertung von ISiM (Integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas)

## Produkttypen

### 1. Was ist ein Jalousiesystem?

Unter Jalousiesystem ist ein Behang zu verstehen, welcher aus verstellbaren Aluminiumlamellen besteht, deren Verstellung die Regelung des Lichteinfalls und eingehender Solarstrahlung ermöglicht. Die Lamellen sind hierbei mit den Funktionen Heben, Senken und Wenden versehen. Die Funktionen Beschattung und Sichtschutz sind somit nach Bedarf regelbar.

#### 1.1. Bedienungsmöglichkeiten

Die Bewegung der Lamellen ermöglicht einen raschen Wechsel von Abdunkelung bei geneigter Lamellenstellung bis zur völligen Raumerhellung bei horizontaler Lamellenstellung. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten für die Ansteuerung des Jalousiesystems, die im Wesentlichen auf zwei Kategorien zurückgeführt werden können: elektrisch und manuell.

Die manuelle Betätigung erfolgt über Schnur, Stab, Kette, Kurbel usw.. Die elektrische Betätigung kann z. B. über folgende Varianten erfolgen: Einzel- oder Gruppensteuerungen, Infrarot-Fernsteuerungen, Temperatur- oder Sonnenwächter, Zeitschaltuhren und BUS-Systeme. Unterschiedlichste Schaltungen und Kombinationen sind möglich.

#### 1.2. Farbpalette der Lamellen-Jalousie

Neben Standardfarben sind fast alle RAL-Töne als Sonderfarben möglich (siehe Hinweis Seite 5).

#### 1.3. Sonderanwendungen

Sonderkombinationen, spezielle Einsatzmöglichkeiten, Sonderformen, Glaskombinationen mit Wärme- und Sonnenschutz sowie Fassadengläsern sind ebenso möglich wie siebbedruckte und sandgestrahlte

Gläser. Weitere Einsatzbereiche sind: Schallschutz, Sicherheits- und Angriffschutz, Brandschutz, Laser- und Röntgenschutz, Modellscheiben (Sonderformen).

### 2. Was ist ein Rollosystem?

Unter Rollosystem ist ein auf- und abwickelbarer Stoff- / Folienbehang zu verstehen, der je nach verwendetem Material unterschiedliche Sonnenschutzmöglichkeiten bietet. Dieses Behangmaterial wird über eine sichtbare oder in einem Kopfprofil integrierte Welle gewickelt.

Rollos bestehen aus metallbeschichteten Polyesterfolien oder Stoffen mit einer möglichst reflektierenden Oberfläche zur Außenseite. Rollos können auf und ab bewegt werden. Die Verglasung mit Rollo ist sowohl in der Vertikalen als auch im Überkopfbereich möglich.

#### 2.1. Bedienungsmöglichkeiten

Auch bei Rollos gibt es manuelle und elektrische Antriebsmöglichkeiten für die Behangbewegung.

#### 2.2. Sonderanwendungen

Die Laufrichtung ist bei vielen Rollos frei wählbar, von oben nach unten oder von unten nach oben.

Sonderkombinationen, spezielle Einsatzmöglichkeiten, Sonderformen, Glaskombinationen mit Wärme- und Sonnenschutz sowie Fassadengläsern sind ebenso möglich wie siebbedruckte und sandgestrahlte Gläser. Weitere Einsatzbereiche sind: Schallschutz, Sicherheits- und Angriffschutz, Brandschutz, Laser- und Röntgenschutz, Modellscheiben (Sonderformen).

Nicht-transparente Behänge können zum Sichtschutz bzw. zur Abdunkelung verwendet werden.

### 3. Was ist ein Plisseebegang?

Unter Plisseebegang ist ein Stoff- / Folienbehang zu verstehen, dessen Material horizontal vorgefaltet ist und ziehharmonikaartig zu einem Paket zusammengefaltet und geöffnet wird. Die Sonnenschutzwirkung hängt vom verwendeten Material ab. Die Maße der Faltung sind variabel.

#### 3.1. Bedienungsmöglichkeiten

Das Heben und Senken des Behangs kann manuell oder über einen Motor erfolgen.

#### 3.2. Sonderanwendungen

Sonderkombinationen, spezielle Einsatzmöglichkeiten, Sonderformen, Glaskombinationen mit Wärme- und Sonnenschutz sowie Fassadengläsern sind ebenso möglich wie siebbedruckte und sandgestrahlte Gläser. Weitere Einsatzbereiche sind: Schallschutz, Sicherheits- und Angriffschutz, Brandschutz, Laser- und Röntgenschutz, Modellscheiben (Sonderformen).

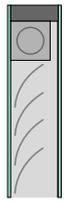
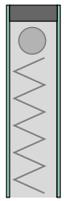
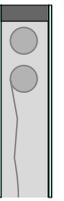
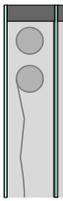
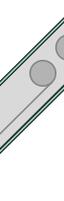
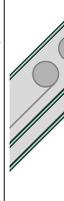
#### Dauerfunktion und Langlebigkeit

Die Gebrauchstauglichkeit von ISiM ist nach den normativen Vorgaben und Anforderungen sowie der Prüfrichtlinie VE 07/2 des IfT Rosenheim nachgewiesen.

Die Merkblätter des BF bieten weiterführende Informationen zu ISiM.

- BF-Merkblatt 005/2009  
Verarbeitungsrichtlinien Sonnenschutzsysteme im Scheibenzwischenraum – Einbau im Isolierglas
- BF-Merkblatt 007/2010  
Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas
- BF-Merkblatt 008/2010  
Einbauempfehlungen für integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas

### Beispielhafte herstellerunabhängige Funktionswerte

								
System	Jalousie		Plissee		Rollo			
Größe/Fläche *								
Min. Breite	400	400	400	400	350	350	350	350
Min. Höhe	400	400	400	400	400	400	400	400
Max. Fläche	4,5 m <sup>2</sup>	4,5 m <sup>2</sup>	4,5 m <sup>2</sup>	4,5 m <sup>2</sup>	2,4 m <sup>2</sup>	2,4 m <sup>2</sup>	2,4 m <sup>2</sup>	2,4 m <sup>2</sup>
Max. Breite	2500	2500	2500	2500	1300	1300	1300	1300
Max. Höhe	3000	3000	3000	3000	3000	3000	2700	2700
Funktionen **								
Heben / Senken	■	■	■	■	■	■	■	■
Drehen / Wenden	■	■						
Technische Eigenschaften								
<b>U<sub>g</sub>-Wert</b> nach EN 673, in W/m <sup>2</sup> K ε <sub>n</sub> Wärmedämmschicht 0,03 Sonnenschutz oben	1,2	0,7	1,2	0,7	1,1	0,6	1,2 ****	0,7 ****
<b>g<sub>Wert</sub>glas</b> nach EN 410 ε <sub>n</sub> Wärmedämmschicht 0,03 Sonnenschutz oben	0,60	0,50	0,60	0,50	0,60	0,50	0,55	0,47
<b>g<sub>total</sub>-Wert ***</b> nach EN 13363-2, Jalousie geschlossen, Lamellenfarbe silber, abhängig vom Sonnenhöhenwinkel	0,12 - 0,08	0,08 - 0,06						
<b>g<sub>total</sub>-Wert ***</b> nach EN 13363-2 Folie geschlossen, abhängig vom Folientyp					0,12 - 0,03	0,11 - 0,03	0,12 - 0,03	0,11 - 0,03
<b>g<sub>total</sub>-Wert ***</b> nach EN 13363-2 Plissee geschlossen abhängig vom Plisseestoff			0,12 - 0,07	0,09 - 0,07				

\* Die produktspezifischen Minimal- und Maximalabmessungen sind projekt- und herstellerbezogen abzustimmen

\*\* In Abhängigkeit von Größe und Seitenverhältnis können sich systembedingte Einschränkungen in der Funktion ergeben

\*\*\* In Abhängigkeit des verwendeten Materials können sich systembedingte Abweichungen in den Werten ergeben

\*\*\*\* Werte sind abhängig vom Neigungswinkel

Alle Werte und Eigenschaften von ISiM sind herstellerbezogen anzugeben

**Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von:** Arbeitskreis 'Systeme im SZR' beim Bundesverband Flachglas e.V., · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf  
Telefon: 0 22 41 / 87 27-0 · Telefax: 0 22 41 / 87 27-10 · info@bundesverband-flachglas.de · Internet: www.bundesverband-flachglas.de

© **Bundesverband Flachglas e. V.** Einem Nachdruck wird nach Rückfrage gerne zugestimmt. Ohne ausdrückliche Genehmigung ist es jedoch nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.



Bundesverband Flachglas e.V.  
Mülheimer Straße 1  
53840 Troisdorf  
Telefon (02241) 8727-0  
Telefax (02241) 8727-10  
info@bundesverband-flachglas.de