

## 10. Glas und Verglasung

Autoren: Mark Wilbrand, Rainer Kemner

Die Verglasung leistet im Holzfenster einen wesentlichen Beitrag zur Wärmedämmung des gesamten Bauteils. Hatten in den 70-er Jahren die ersten luftgefüllten "Thermopane"-Scheiben einen  $U_g$ -Wert von ca.  $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ , so sind heutige gasgefüllte und beschichtete 2-fach-Verglasungen mit einem  $U_g$ -Wert von  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  um den Faktor "3" besser. Damit ist die Wärmedämmung der Verglasung mittlerweile auch deutlich besser als die des Rahmens.

Der in der EnEV 2009 geforderte  $U_w$ -Wert von  $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Bauteilwert für den Fenstertausch im Gebäudebestand und Referenzwert für die Neubauplanung) ist mit dem IV 68 und einer 2-fach-Verglasung noch zu realisieren. Um niedrigere  $U_w$ -Werte zu erreichen, werden neben dickeren und besser wärmedämmenden Rahmenprofilen vor allem 3-fach-Verglasungen eingesetzt.

In diesem Kapitel werden nur die besonderen Aspekte wärmetechnisch verbesserter Verglasungssysteme sowie die dazugehörigen Ausführungsdetails näher erläutert. Umfassendere und vollständige Erläuterungen finden sich in den Glashandbüchern der Hersteller und in den erwähnten Normen und Regeln.

### 10.1 Marktübersicht

- 10.1.1 Isoliergläser
- 10.1.2 Funktionsgläser
- 10.1.3 Randverbundsysteme
- 10.1.4 Sprossen

### 10.2 Verarbeitung

- 10.2.1 Verglasungssysteme
- 10.2.2 Verklotzung
- 10.2.3 Verklebung
- 10.2.4 Nutzung

### 10.3 Schnittstellen

- 10.3.1 Schnittstellen zu Kapitel 1 - Fenstersysteme
- 10.3.2 Schnittstellen zu Kapitel 4 - Fertigungskonzepte
- 10.3.3 Schnittstellen zu Kapitel 6 - Beschichtungen
- 10.3.4 Schnittstellen zu Kapitel 7 - Beschläge
- 10.3.5 Schnittstellen zu Kapitel 11 - Baustellenmontage
- 10.3.6 Schnittstellen zu Kapitel 12 - EDV- und Betriebsorganisation

### 10.4 Auswahlkriterien

### 10.5 Beispiel

- 10.5.1 Berechnung des  $U_w$ -Wertes in Abhängigkeit von  $U_g$  und  $\Psi_g$
- 10.5.2 Berechnung des  $U_w$ -Wertes mit der UNIGLAS WinUw-Software

### 10.6 Anhang

## 10.1 Marktübersicht

### 10.1.1 Isoliergläser

Die EN 1279-1 definiert Isolierglas wie folgt: "Mehrscheiben-Isolierglas ist eine mechanisch stabile und haltbare Einheit aus mindestens zwei Glasscheiben, die durch einen oder mehrere Abstandhalter voneinander getrennt und im Randbereich hermetisch versiegelt sind."

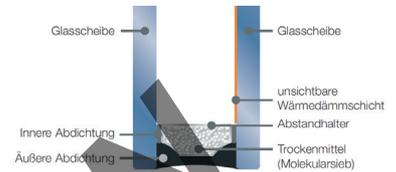
Bei 2-fach-Verglasungen hat sich die zweistufige Verklebung der Scheiben mit einem Abstandhalter durchgesetzt. Die Primärdichtung ("innere Abdichtung") ist dabei eine Butylschnur, die auf den mit Trocknungsmittel gefüllten Abstandhalter gebracht wird. Diese dient als Wasserdampf- und Gasdiffusionssperre und verhindert so das Eindringen von Luftfeuchtigkeit in und das Austreten von Edelgas aus dem Scheibenzwischenraum (SZR). Die Sekundärdichtung ("äußere Abdichtung") erfolgt durch das Auffüllen des Hohlräumes zwischen den Scheiben und des eingerückten Abstandhalters. Sie verbindet die Scheiben dauerhaft und dichtet den SZR hermetisch ab. Die Sekundärdichtung besteht aus Polysulfid, Polyurethan oder Silikon. Dieser dauerelastische Verbund nimmt die Pump-, Sog-, Druck-, Scher- und Temperaturbewegungen der Scheiben auf.

Als Standardedelgasfüllung im SZR hat sich heute Argon, in seltenen Fällen Krypton, durchgesetzt. Bei gleichem Aufbau (4-12-4-12-4) erreicht eine 3-fach Isolierglasscheibe mit Krypton im SZR bessere Wärmedämmwerte ( $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) als mit Argon ( $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Allerdings ist durch den aufwendigeren Gewinnungsprozess von Krypton der Preis wesentlich höher als der von Argon.

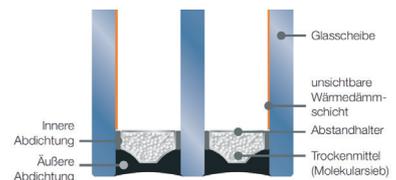
Zusätzlich zur Edelgasfüllung wird bei heutigen Isoliergläsern eine aus Edelmetall bestehende hauchdünne Beschichtung ("Low-E-Schicht") auf der zum SZR zugewandten Seite der inneren Scheibe aufgebracht. Sie bewirkt eine Reflektion der Wärmestrahlung zurück in den Raum von bis zu 99%. Dadurch verbessern sich die Wärmedämmwerte des Glases gegenüber unbeschichtetem Isolierglas um ca. 66%.

3-fach Verglasungen haben in der Regel zwei Beschichtungen an denen zum SZR zugewandten Seiten jeweils an der Innen- und Außenscheibe. Weiterhin verstärkt die Beschichtung solare Warmegewinne. Dabei dringt die kurzwellige Sonnenstrahlung in den Wohnraum ein, heizt diesen auf (Möbel, Decken, Wände) und wird in langwellige Wärmestrahlung umgewandelt. Diese wird von der Beschichtung am Austreten gehindert. Die Gewinne sind abhängig von der Himmelsrichtung, so sind Sie an der Südseite größer als z. B. an der Ost- oder Westseite. Sind die solaren Warmegewinne im Winter von Vorteil und gewollt, muss in der warmen Jahreszeit ein sommerlicher Wärmeschutz (Sonnenschutz) berücksichtigt werden, um ein Überhitzen des Raumes oder Gebäudes zu vermeiden.

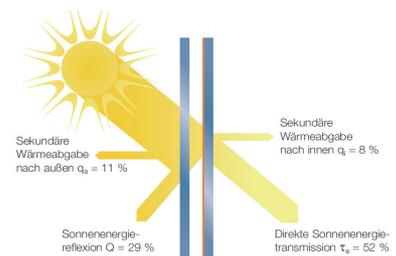
Einerseits senken also die solaren Warmegewinne den Heizwärmebedarf eines Gebäudes im Winter, andererseits würden eine Kühlung und Klimatisierung eines Gebäudes im Sommer den Energiebedarf stark ansteigen lassen.



**Bild 10.1:**  
**Aufbau einer 2-fach-Verglasung**  
 (Quelle: UNIGLAS GmbH & Co. KG, Montabaur)



**Bild 10.2:**  
**Aufbau einer 3-fach-Verglasung**  
 Hier kommen vermehrt Systeme mit flexiblen Abstandhaltern, wie z. B. TPS oder Super Spacer, zum Einsatz  
 (Quelle: UNIGLAS GmbH & Co. KG, Montabaur)



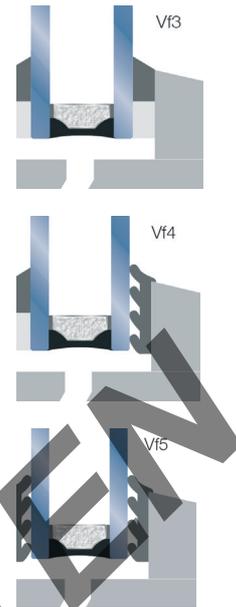
**Bild 10.3:**  
**Sonnenenergieverhalten an einer Isolierglasscheibe**  
 Gesamtenergiedurchlassgrad  
 Beispiel:  $g = T_e + q_i = 60 \%$   
 (Quelle: UNIGLAS GmbH & Co. KG, Montabaur)

## 10.2 Verarbeitung

### 10.2.1 Verglasungssysteme

Prinzipiell ist zwar nach DIN 18545-3 auch eine Verglasung mit einem ausgefüllten Falzraum möglich, aber die Verglasungsrichtlinien der Isolierglashersteller sehen in der Regel nur eine Ausführung mit dichtstofffreiem Falzraum vor und zwar üblicherweise in drei Varianten (Bild 10.12); weitere Hinweise finden sich auch unter 1.2.1ff:

- Verglasung mit beidseitiger Versiegelung (Vf3); "Nassverglasung"
  - die Haftfläche des Dichtstoffs mindestens 5 mm hoch
  - Dichtstofffuge 4 bis 5 mm dick
  - ergibt ca. 20 mm<sup>2</sup> Querschnittsfläche
- Kombination von Versiegelung und Dichtprofil (Vf4)
- Verglasung mit Dichtprofilen (Vf5); "Trockenverglasung"
  - Dichtprofil muss mit der Oberkante des Glasfalznackens bzw. der Glashalteleiste bündig abschließen
  - Stoßstellen müssen auch in den Ecken einwandfrei abdichten
  - Systemprüfung für Trockenverglasung bei Holzfenstern notwendig



**Bilder 10.12 a, b und c:**  
**Verglasungssysteme**

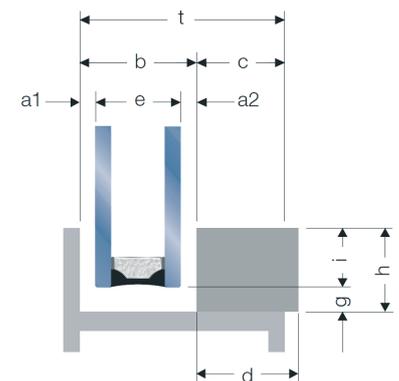
(Quelle: UNIGLAS GmbH & Co. KG, Montabaur)

Alle dichtstofffreien Verglasungssysteme erfordern Öffnungen für einen Dampfdruckausgleich. Sie sind als Schlitze oder Bohrungen auszuführen und stellen eine Verbindung mit der Außenluft her. Gleichzeitig muss die Glashalteleiste zum Innenraum dicht abschließen, um Luftdurchgang und zusätzliche Kondensationseffekte im Glasfalz zu verhindern.

Das Verglasen ohne Vorlegeband, wie es von vielen Holzfensterherstellern praktiziert wird und in der Rosenheimer Richtlinie „Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband“ (Ausgabe 9.1983) beschrieben ist, wird von den meisten Isolierglasherstellern abgelehnt, weil es das Glasbruchrisiko erhöht und unter Umständen zur Ablösung der Glasversiegelung und zum Feuchteintritt in den Glasfalz führt. Dieses Detail sollte auf jedem Fall mit dem Isolierglashersteller abgestimmt werden, bevor es zu einem Gewährleistungsfall kommt.

Die verwendeten Materialien für alle Verglasungssysteme (Profile, Vorlegebänder, Dichtstoffe, Klötze usw.) müssen über die Nutzungsdauer in den vorkommenden Temperaturbereichen die elastische Lagerung und die einwandfreie Abdichtung der Isoliergläser gewährleisten.

Besonders bei 3-fach-Verglasungen steigt die Belastung für das System durch Temperatur- und Luftdruckschwankungen mit der Größe des Scheibenzwischenraumes (konkave und konvexe Wölbungen). Zwei Scheibenzwischenräume bei einer 3-fach-Verglasung addieren sich in ihrer Wirkung mindestens so, dass sie wie ein durchgehender Scheibenzwischenraum anzusehen sind. Für Standardanwendungen von 3-fach-Verglasungen im Fenster sind Scheibenzwischenräume von 2 x 12 mm als technisch sinnvolles Maß anzusehen. Kleinere Scheibenzwischenräume führen bei Verwendung von Argon als Füllgas zu höheren U<sub>g</sub>-Werten, größere Scheibenzwischenräume führen zu stärkeren Belastungen (Wölbungen) für Glas und Randverbund.



**Bild 10.13:**

**Falzabmessungen nach DIN 18545-1**

- a1 Dicke der Dichtstoffvorlage außen
- a2 Dicke der Dichtstoffvorlage innen
- b Glasfalzbreite
- c Auflagebreite der Glashalteleiste
- d Breite der Glashalteleiste
- e Dicke der Verglasungseinheit
- f nicht abgebildet
- g Spielraum zwischen Scheibe und Glasfalzgrund (mind. 5 mm)
- h Glasfalzhöhe
- i Glaseinstand soll lt. DIN 18545-1 2/3 der Glasfalzhöhe, jedoch nicht mehr als 20 mm betragen
- t Gesamtfalzbreite

(Quelle: UNIGLAS GmbH & Co. KG, Montabaur)

**Literaturhinweis:**

"Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas" siehe [www.bundesverband-flachglas.de](http://www.bundesverband-flachglas.de)

[bundesverband-flachglas.de](http://www.bundesverband-flachglas.de)  
>> Shop >> Publikationen

## 10.3 Schnittstellen

### 10.3.1 Schnittstellen zu Kapitel 1 - Fenstersysteme

Das Fenstersystem mit seiner speziellen Falzgeometrie gibt vor, bis zu welcher Dicke die Isolier- und Funktionsgläser im jeweiligen System verbaut werden können. Damit fällt in der Regel auch schon eine Vorentscheidung über die erreichbaren  $U_g$ - und  $U_w$ -Werte. Zusätzlich bestimmt das Fenstersystem die Schnittstelle bezüglich des Glaseinstandes, der den Psi-Wert positiv (oder negativ) beeinflussen kann. Weiterhin wird mit dem Fenstersystem festgelegt, ob eine Nass- oder eine Trockenverglasung praktiziert werden soll. Neuartige Fenstersysteme basieren unter Umständen auf einer Stufenverglasung, die eine enge Abstimmung mit dem Glaslieferanten voraussetzt.

### 10.3.2 Schnittstellen zu Kapitel 4 - Fertigungskonzept

Hier stellt sich die Frage nach dem jeweiligen Fertigungsprinzip, also Einzelteil- oder rahmenweise Fertigung. Denn davon hängt ab, ob das Glas konventionell in den Rahmen bzw. Flügel eingesetzt wird oder ob der Flügel in Einzelteilen um die Glasscheibe herum verbaut wird.

### 10.3.3 Schnittstellen zu Kapitel 6 - Beschichtungen

Das Verglasungssystem, der Randverbund, die Glasklötze, der spritzbare Dichtstoff zur Glasversiegelung und das Beschichtungsmaterial treffen im Glasfalz zusammen und sind deshalb aufeinander abzustimmen. Chemische Wechselwirkungen sollten möglichst durch Verträglichkeitsprüfungen und/oder ausdrückliche Freigaben der jeweiligen Hersteller und Lieferanten ausgeschlossen werden.

### 10.3.4 Schnittstellen zu Kapitel 7 - Beschläge

Durch den Einsatz von 3-fach-Verglasungen steigen die Flügelgewichte. Hier muss geklärt werden, ob die Beschläge für die größeren Belastungen ausgelegt sind; ggf. sind Schraubenauszugsprüfungen durchzuführen.

### 10.3.5 Schnittstellen zu Kapitel 11 - Baustellenmontage

Aufgrund steigender Flügel- und Glasgewichte muss im Vorfeld genauer überlegt werden, wie das Fenster zu montieren und die Lastabtragung sicherzustellen ist. Können die Monteure die Fenster auf der Baustelle noch tragen? Werden die Elemente in der Werkstatt verglast oder auf der Baustelle? Werden mehr Monteure, ein Kran oder eine sonstige Hebeeinrichtung aufgrund der höheren Gewichte auf der Baustelle benötigt?

### 10.3.6 Schnittstellen zu Kapitel 12 - EDV- und Betriebsorganisation

Werden die Glasmaße manuell, mit einer Schablone oder durch eine Software ermittelt? Werden die Bestellungen direkt aus der Software "online", per E-Mail oder Fax versandt? Wie werden die Gläser angeliefert, gekennzeichnet und sortiert?



## 10.5 Beispiele

### 10.5.1 Berechnung des U<sub>w</sub>-Wertes in Abhängigkeit von U<sub>g</sub> und Ψ<sub>g</sub>

Bei der Berechnung des U<sub>w</sub>-Wertes des Fensters spielt der Wärmedurchgangskoeffizient des Glases (U<sub>g</sub>-Wert) eine wichtige Rolle. Der Grund dafür ist der große Flächenanteil des Glases an der Gesamtfläche bei dem "Normmaß" von 1,23 m x 1,48 m für ein einflügeliges Fenster, das bei der U-Wert-Ermittlung angenommen wird (ca. 30 % Rahmen- und 70 % Glas-Flächenanteil).

Bei einem Fenster der obigen Standardgröße werden jetzt mit unterschiedlichen Isoliergläsern, Abstandhaltern und Holzarten bei gleichbleibender Rahmendicke von 68 mm die U<sub>w</sub>-Werte berechnet. Als Fenstersystem wird das Holz-Alu-Fenstersystem „Mira“ der Fa. Gutmann gewählt, da hier bei gleicher Holzdicke sowohl 2-fach- als auch 3-fach-Verglasungen eingesetzt werden können, so dass eine Vergleichbarkeit der U<sub>w</sub>-Werte in Abhängigkeit von Glas und Randverbund gegeben ist. Die U<sub>g</sub>-Werte werden vom Glashersteller ermittelt und in seinen technischen Unterlagen verbindlich mitgeteilt. Die Psi-Werte (Ψ<sub>g</sub>) stammen aus den Datenblättern des Arbeitskreises „Warme Kante“ (siehe 10.1.3.). Die Berechnung des U<sub>w</sub>-Wertes erfolgt nach untenstehender Formel aus DIN EN ISO 10077-1; eine ausführliche Beschreibung der U-Wert-Berechnung und weitere Beispiele finden sich unter 2.5.5 oder 8.5:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

Die folgende Tabelle zeigt die erreichbaren U<sub>w</sub>-Werte in Abhängigkeit vom Glas, Holzart und Randverbund. Allein durch die Verwendung einer "warmen Kante" lässt sich der U<sub>w</sub>-Wert um 0,1 bis 0,2 W/m<sup>2</sup>K verbessern!

		U <sub>w</sub> (W/m <sup>2</sup> K)*																
		Holz - Rohdichte 430 - 450 kg/m <sup>3</sup> (Fichte) timber bulk density 430 - 450 kg/m <sup>3</sup> (Spruce)				Holz - Rohdichte 520 - 540 kg/m <sup>3</sup> (Kiefer) timber bulk density 520 - 540 kg/m <sup>3</sup> (Pinewood)				Holz - Rohdichte 540 - 570 kg/m <sup>3</sup> (Meranti) timber bulk density 700 kg/m <sup>3</sup> (Meranti)				Holz - Rohdichte 700 kg/m <sup>3</sup> (Hartholz) timber bulk density 700 kg/m <sup>3</sup> (Hardwood)				
		Glasabstandhalter glass spacer																
Holzdicke 68 mm Wood thickness 68 mm	U <sub>g</sub> -Wert (W/m <sup>2</sup> K) U <sub>g</sub> -value	Aluminium				Aluminium				Aluminium				Aluminium				
		Nirotec 017	Thermix TX.N	Swisspacer V		Nirotec 017	Thermix TX.N	Swisspacer V		Nirotec 017	Thermix TX.N	Swisspacer V		Nirotec 017	Thermix TX.N	Swisspacer V		
3-fach-Verglasung triple glazing	0,5	-	0,84	0,80	0,78	-	0,91	0,87	0,85	-	0,87	0,84	0,81	-	1,1	1,0	1,0	
	0,6	-	0,91	0,87	0,85	-	1,0	0,94	0,91	-	0,94	0,90	0,88	-	1,1	1,1	1,1	
	0,7	-	0,97	0,94	0,91	-	1,0	1,0	0,98	-	1,0	0,97	0,95	-	1,2	1,2	1,2	
	0,8	-	1,0	1,0	0,98	-	1,1	1,1	1,1	-	1,1	1,0	1,0	-	1,3	1,2	1,2	
	0,9	-	1,1	1,1	1,1	-	1,2	1,1	1,1	-	1,1	1,1	1,1	-	1,3	1,3	1,3	
	2-fach-Verglasung double glazing	1,0	1,3	1,2	1,1	1,1	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,5	1,4	1,4	1,4
		1,1	1,3	1,2	1,2	1,2	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,2	1,2	1,6	1,5	1,4	1,4
		1,2	1,4	1,3	1,3	1,3	1,5	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	1,6	1,5	1,5	1,5
		1,3	1,5	1,4	1,3	1,3	1,5	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4	1,7	1,6	1,6	1,6
		1,4	1,5	1,4	1,4	1,4	1,6	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5	1,4	1,4	1,8	1,7	1,6	1,6

Tabelle 10.3:

U<sub>w</sub>-Werte für das Holz-Aluminium-Fenstersystem "Mira"

(Quelle: Hermann Gutmann Werke AG, Weißenburg)

## 10.6 Anhang

### Normen

- DIN 1249 Flachglas im Bauwesen
- DIN 1259 Glas - Begriffe für Glasarten und Glasgruppen
- DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden
- DIN 18361 VOB C Verglasungsarbeiten
- DIN 18545 Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen
- DIN EN 673, 674 und 675 Glas im Bauwesen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert)
- DIN EN 1096 Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas
- DIN EN 1279 Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas
- DIN EN 1627 Türen, Fenster, ... - Einbruchhemmung - ...
- DIN EN ISO 10077-1 Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, ...

### Technische Richtlinien des Glaserhandwerks

- Nr. 1: Dichtstoffe für Verglasungen und Anschlussfugen
- Nr. 3: Klotzung von Verglasungseinheiten
- Nr. 9: Visuelle Prüf- und Bewertungsgrundsätze
- Nr. 17: Verglasung mit Isolierglas

### Richtlinien des ift Rosenheim - Institut für Fenstertechnik e.V.

- ift-Richtlinie DI-01/1 Verwendbarkeit von Dichtstoffen Teil 1 - Prüfung von Materialien in Kontakt mit dem Isolierglas-Randverbund
- ift-Richtlinie DI-01/2 Verwendbarkeit von Dichtstoffen Teil 2 - Prüfung von Materialien in Kontakt mit der Kante von ... Verbundsicherheitsglas
- ift Richtlinie VE-05/01 Nachweis der Verwendbarkeit von Glasklötzen
- ift Richtlinie VE 06/01 Beanspruchungsgruppen für die Verglasung ...
- Richtlinie Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband" (9/1983)

### Leitfäden und Informationen vom Bundesverband Flachglas e.V.

- Datenblätter Psi-Werte Fenster (Arbeitskreis "Warme Kante")
- Ratgeber Außenkondensation
- Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen
- Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas
- Kompass für geklebte Fenster
- Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas
- Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas
- Merkblatt Materialverträglichkeit rund um das Isolierglas

### Sonstige Hinweise

- UNIGLAS KOLLEG Technisches Kompendium
- GLUSKE BKV Die Klotzfibel
- UNIGLAS WinUw Software zur  $U_w$ -Wert-Ermittlung
- Gutmann Mira - Holz-Aluminium-Fenster und Türen 03/2010
- VFF-Merkblatt ES.01 Die richtigen U-Werte von Fenstern, Türen ...
- RAL-GZ 520 Mehrscheiben-Isolierglas - Gütesicherung

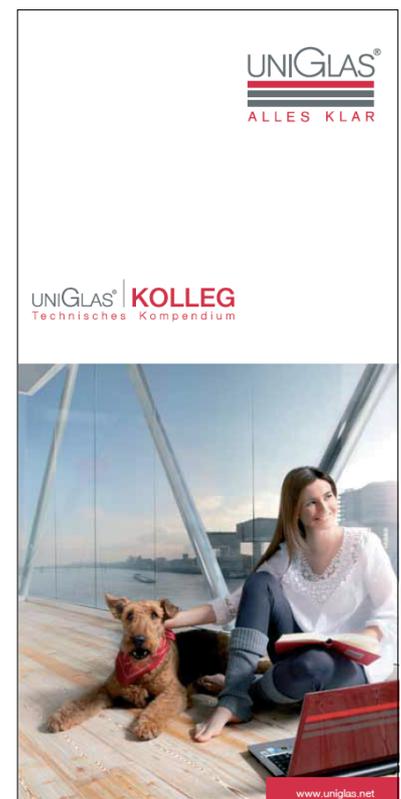


Bild 10.23:

#### UNIGLAS KOLLEG

#### Technisches Kompendium

Viele der aufgelisteten Normen und Regeln sind hier in Auszügen oder im Volltext enthalten; Download unter: [www.uniglas.net](http://www.uniglas.net) >> UNIGLAS KOLLEG

### Herstellerübersicht

In Deutschland gibt es über 200 Hersteller von Isoliergläsern. Deshalb wurde aus Platzgründen hier auf eine Auflistung verzichtet, die noch dazu zwangsläufig unvollständig wäre. Eine Orientierung kann das Mitgliederverzeichnis des Bundesverband Flachglas e.V. liefern.

www.  
bundesverband-flachglas.de  
>> Der Verband  
>> Mitglieder

Das Mitgliederverzeichnis der RAL-Gütegemeinschaft Mehrscheiben-Isolierglas e.V. gibt Hinweise auf Hersteller, die die Güte- und Prüfbestimmung RAL-GZ-520 beachten und umsetzen.

www.gmiev.de  
>> Gütegemeinschaft  
>> Mitglieder

Die einschlägigen Fachmessen bieten in der Regel eine kleine Auswahl von überregional aktiven Isolierglasherstellern und Gruppen. Die Kataloge und Aussteller sind zum Teil online recherchierbar:

- BAU in München
- bautec in Berlin
- DEUBAU in Essen
- fensterbau frontale in Nürnberg
- glasstec in Düsseldorf

www.bau-muenchen.de  
www.bautec.com  
www.deubau.de  
www.frontale.de  
www.glasstec.de

Auch die Fachzeitschriften für Glas und Glaserhandwerk liefern regelmäßig Hersteller- und Produktübersichten:

- GFF - Zeitschrift für Glas Fenster Fassade
- GLAS Architektur und Technik
- Glas + Rahmen
- Glaswelt

www.gff-magazin.de  
www.glas-online.de  
www.glas-rahmen.de  
www.glaswelt.de

Weitere Produkt- und Herstellerübersichten im Glaswelt-Sonderheft "3-fach-ISO und mehr"  
www.3-fach-iso.de

### Autoren

- Mark Wilbrand, Student BA Melle
- Rainer Kemner, iBAT GmbH

**BA** Holztechnik  
Berufsakademie Melle  
www.ba-melle.de

### Mit freundlicher Unterstützung

- FRERICHS GLAS GmbH (UNIGLAS-Gesellschafter)  
Ansprechpartner: Maud Müller, Fred Preuße  
Siemensstraße 15-17  
27283 Verden  
Tel.: 04231 / 102 - 0, Fax: 04231 / 102 - 10  
Mail: info@frerichs-glas.de, Web: www.frerichs-glas.de

**FRERICHS GLAS**  
www.frerichs-glas.de