

Dipl.-Ing. (FH) Karin Lieb
ift Rosenheim

Dreifach-Isolierglas – Standardglas der Zukunft?

Dauerhaftigkeit, Absturzsicherheit und Akustik in der Baupraxis

1 Reduzierung der Bedeutung von Dreifach-Mehrscheibenisolierglas auf U_g - und g-Wert

Im Zuge der Novellierung der Energieeinsparverordnung ist auch die Isolierglasbranche aufgefordert ihren Anteil zum Gesamt- U -Wert von Fenster und Fassade beizutragen. Dank der schon lange vorhandenen Kenntnisse bei den Glasherstellern bezüglich der Vorzüge ihres Produkts, der vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten von vorhandenen Beschichtungen, Aufbauten und Gasfüllungen, ist eine Optimierung der U_g -Werte mittels Dreifach-Mehrscheibenisolierglas sehr schnell umgesetzt worden. Die Entwicklung vom Einfachglas zum heutigen Produkt wird in Bild 1 deutlich. Die angedeutete Entwicklung zum Vakuumglas steckt noch im Entwicklungsprozess und ist kurzfristig im Produktionsmaßstab noch nicht verfügbar.

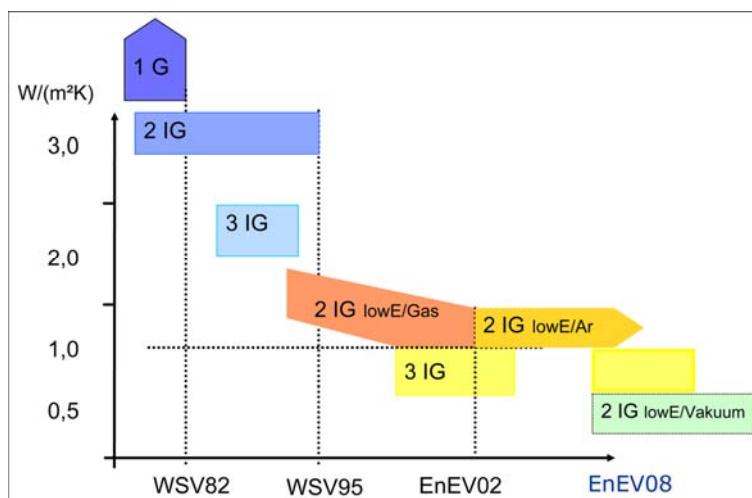


Bild 1 Historie des U_g -Werts

2 Produktionsqualität und Dauerhaftigkeit

Der erste Aspekt ist der der Verglasung im Fensterfalz durch den Fensterbauer und Glaser. Bedingt durch die Natur des Dreifachglases sind hier fertigungsbedingte Unwägbarkeiten zu beachten:

- Der Scheibenversatz von drei Scheiben muss in vertretbaren Grenzen gehalten werden.
- Die Lastabtragung darf nicht partiell über nur eine Glaskante erfolgen.
- Die beiden Abstandhalterraahmen sollten weitgehend deckungsgleich aufgesetzt werden.
- Die Dichtstoffvorlage des äußeren Dichtstoffs muss in der Lage sein die höheren Anforderungen – resultierend aus dem Innendruck – schadfrei aufzunehmen.
- Der unterschiedliche Grad der Verpressung der beiden Scheibenzwischenräume (einmal verpresst/zweimal verpresst) muss zum einen in der Lage sein, die Toleranzen in der Gesamtdicke einzuhalten, zum anderen, die Gasdichtigkeit beider Scheibenzwischenräume gleichmäßig zu gewährleisten.

Die Auswirkungen, die aus den auftretenden Toleranzen resultieren können, sind:

- Glasbruch durch zu hohe Kantenbelastung der Einzelscheibe,
- Überforderung der Verglasungsklötze durch zu hohe Linienlasten.
- Die zur Verfügung stehenden 12 mm Überdeckung durch die Glashalteleiste bzw. den Falzüberschlag in handelsüblichen Fenstersystemen reicht nicht aus, um den Randverbund abzudecken.

Bisher liegen von Seiten der Glashersteller, Verbände und Prüfinstitute keine abgestimmten Vorgaben für die erträglichen Toleranzen vor, da Dreifachglas in der Fertigung bisher weitgehend wie Zweifachglas behandelt wird.

Dies trifft auch auf die Nachweisverfahren nach der europäischen Produktnorm zu. EN 1279 fordert Basisprüfungen für den „repräsentativen Probekörper“ und spricht von „Mehrscheiben-Isolierglas“. Die Auswahl, wie viele Scheiben dabei gemeint sind, wird im Level 3 dem Hersteller überlassen.

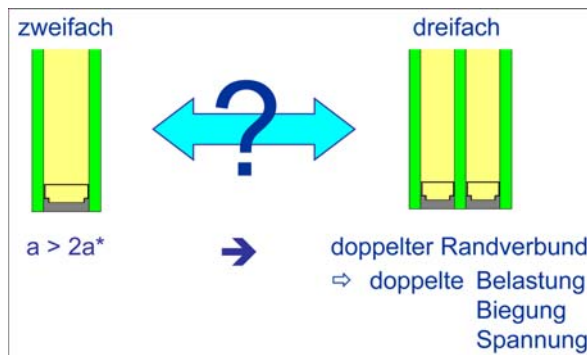


Bild 2 Randlasten im Dreifachglas

Für die Dauerhaftigkeit und somit die Isolierglaslebensdauer sind folgende Faktoren, die vom Isolierglasrandverbund abhängen, von großer Bedeutung:

1. Es darf aufgrund des Konzentrationsgefälles (außen feuchte Luft – im SZR trockene Luft, Druckunterschiede) kein Wasserdampf in nennenswerten Mengen in den Scheibenzwischenraum eindringen.
2. Bei gasgefüllten Isoliergläsern (Argon, Krypton) darf das Füllgas nicht entweichen. Hier schreibt die europäische Produktnorm EN 1279-3 eine Gasverlustrate von unter 1 % pro Jahr vor.

Das Isolierglas ist als System hermetisch abgeschlossen. Daher reagiert das im Scheibenzwischenraum eingeschlossene Gasvolumen auf die Temperatur im Scheibenzwischenraum, barometrische Druckunterschiede (Hochdruck, Tiefdruck) und Druckdifferenzen zwischen Produktionsort und Einbauort.

Die Höhe der Belastung auf den Randverbund des Isolierglases durch den Druck im Scheibenzwischenraum hängt auch vom Aufbau des Isolierglases ab. Dabei spielen folgende Faktoren eine Rolle:

- Glasdicke,
- Scheibenzwischenraum,
- Absorption der Scheiben bzw. Beschichtung und damit Temperatur im Scheibenzwischenraum,
- Scheibenabmessung.

Folgenden Einflussfaktoren bewirken hohe Randverbundbelastungen und sind somit ungünstig:

- Kleine Isolierglasabmessungen,
- Große Scheibendicken,
- Große Scheibenzwischenräume.

Speziell der Scheibenzwischenraum kann vom Isolierglashersteller geeignet gewählt werden, um die Randverbundbelastung zu minimieren.

Der Scheibenabstand/Scheibenzwischenraum sollte möglichst gering gewählt werden. Das ift und der Bundesverband-Flachglas sowie die RAL-Gütegemeinschaft empfehlen daher einen Scheibenzwischenraum von 2 x 12 mm. Dies ist ein Aufbau, der sich in der Praxis unter Berücksichtigung aller Einflüsse als weitgehend praxistauglich erwiesen hat.

Große Scheibenzwischenräume von 2 x 20 mm bergen, neben dem Risiko eines Glasbruchs bei kleinformatigen Scheiben, auch das deutlich erhöhte Risiko einer verkürzten Isolierglas-Lebensdauer aufgrund einer erhöhten Randverbundbelastung durch Klimalasten. Weiterhin ist nicht mehr sichergestellt, dass die Normforderung an die Gasverlustrate von weniger als 1 % pro Jahr eingehalten wird.

3 Absturzsicherung (TRAV)

Im Rahmen des ift-Forschungsprojekts „Absturzsicherung bei Dreifach-Verglasungen“ wurden experimentelle Untersuchungen zur Absturzsicherung bei Dreifach-Isoliergläsern vorgenommen. Die Durchführung der Untersuchungen erfolgte hierbei nach den Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV) in der Fassung von 2003 des deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), Berlin.

Durch die hieraus gewonnenen Erkenntnisse sollen vereinfachte Verfahren zur Bewertung der absturzsichernden Funktion von Dreifach-Isolierglas erarbeitet und somit die entsprechenden Tabellen in den TRAV bzw. in Zukunft in DIN 18008-4 erweitert werden. Mit Hilfe dieses Verfahrens sollen aufwändige Mehrfachprüfungen vermieden werden.

Im Rahmen des Projekts wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Isolierglasaufbauten für 4-seitige Lagerung untersucht. Geprüft wurde auf die Kategorie A mit einer Fallhöhe von 900 mm.

Tabelle 1 Festgelegte Probekörperaufbauten zur Prüfung der Absturzsicherung

Nr.	Aufbau	Abmessung in mm	Anzahl	Lage
A	VSG10/12/ESG8	2100 × 3000	2	2 stehend
B	VSG10/12/Float4/12/ESG8	2100 × 3000	4	2 stehend, 2 liegend
C	VSG10/12/ESG8	500 × 1000	2	2 stehend
D	VSG10/12/Float4/12/ESG8	500 × 1000	4	2 stehend, 2 liegend
E	ESG8/12/VSG8	2100 × 3000	2	2 stehend
F	ESG8/12/Float4/12/VSG8	2100 × 3000	8	2 stehend, 2 liegend
G	ESG8/12/VSG8	500 × 1000	2	2 stehend
H	ESG8/12/Float4/12/VSG8	500 × 1000	4	2 stehend, 2 liegend
I	ESG6/12/Float4/12/VSG8	1200 × 2500	2	2 stehend
J	ESG6/12/Float4/12/VSG8	800 × 800	2	–
K	ESG6/12/Float6/12/VSG8	1200 × 2500	2	2 stehend
L	ESG6/12/Float6/12/VSG8	800 × 800	2	–

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen sowie der ermittelten Ergebnisse wird vorgeschlagen, Tabelle 2 der TRAV bei einer Überarbeitung wie folgt zu ergänzen: Die bisherigen Zeilen 3 bis 6 der Tabelle 2 könnten entfallen, da diese Aufbauten durch den neuen Vorschlag mit abgedeckt wären.

Tabelle 2 Vorschlag zur Erweiterung der Tabelle 2 der TRAV

Kat	Typ	Linienförmige Lagerung	Breite in mm		Höhe in mm		Glasaufbau in mm (von innen nach außen)
			min.	max.	min.	max.	
A	MIG	allseitig	500	2100	1000	3000	5SPG/0,76PVB/5SPG/SZR/4SPG/SZR/8ESG
			1000	3000	500	2100	5SPG/0,76PVB/5SPG/SZR/4SPG/SZR/8ESG
			500	2100	1000	3000	8ESG/SZR/4SPG/SZR/4SPG/0,76PVB/4SPG
			1000	3000	500	2100	8ESG/SZR/4SPG/SZR/4SPG/0,76PVB/4SPG
			500	2100	1000	3000	5SPG/0,76PVB/5SPG/SZR/8ESG
			1000	3000	500	2100	5SPG/0,76PVB/5SPG/SZR/8ESG
			500	2100	1000	3000	8ESG/SZR/4SPG/0,76PVB/4SPG
			1000	3000	500	2100	8ESG/SZR/4SPG/0,76PVB/4SPG

Bezüglich des experimentellen Nachweises der Absturzsicherung an Dreifach-Verglasungen wird vorgeschlagen, folgende Ergänzung mit aufzunehmen:

Die mittlere Scheibe einer Dreifach-Verglasung kann aus Floatglas hergestellt werden, wenn folgende Vorraussetzungen erfüllt sind:

- Bei VSG auf der Angriffseite, wenn der analoge Zweifachaufbau den Nachweis der Absturzsicherung erbracht hat,
- bei ESG auf der Angriffseite, wenn der analoge Zweifachaufbau den Nachweis der Absturzsicherung erbracht hat und die ESG-Scheibe beim prüftechnischen Nachweis nicht gebrochen ist,
- bei ESG auf der Angriffseite, wenn die ESG-Scheibe beim prüftechnischen Nachweis nicht gebrochen ist.

4 Schalldämmende Eigenschaften

Eine weitere, häufig geforderte Sonderfunktion von Verglasungen sind die schalldämmenden Eigenschaften. Wenn zusätzlich zu den guten Ergebnissen der Verbesserung des U_g -Werts durch die Erhöhung der Masse auch eine signifikante Verbesserung des Schalldämmwertes erreicht werden könnte, wäre dies ein sicher günstiger Nebeneffekt.

Messreihen im Schalllabor des ift Rosenheim haben ergeben, dass die Verbesserung leider nicht im gleichen Maße steigt wie das Flächengewicht. Der Schall hat hier seine eigenen Gesetze. Tabelle 1 zeigt exemplarisch ausgesuchte Vergleiche von Prüfergebnissen, entnommen aus dem ift-Archiv. Die R_w -Werte beziehen sich immer auf das Prüfmaß 1,23 m x 1,48 m, also auf die Abmessungen, die auch den Tabellenwerten der EN 14351-1, Tabellen im Anhang B, zugrunde liegen. Vergleichend ist die signifikante Verbesserung der U_g -Werte mit den im Bild beschriebenen Parametern dargestellt.

Tabelle 3 Schalldämmwerte von Zweifach- und Dreifach-MIG

	Aufbau		Gas	R _w (c,ctr) dB		U _g W/(m²K)*		Gas	R _w (c,ctr) dB		U _g W/(m²K)*	
	2fach	3fach		2fach	3fach	2fach	3fach		2fach	3fach	2fach	3fach
Flächengewicht in kg/m²	4-12-4 20	4-12-4-12-4 30	Ar	30 (-1; -3)	32 (-1;-4) 33 (-2;-6)	1,3	0,7	Kr	k.W.	32 (-1;-5) 32 (-1;-5)	1,1	0,5
Flächengewicht in kg/m²	6-12-4 25	6-12-4-12-4 35	Ar	33 (-1;-4) 33 (-1;-5)	36 (-2;-6) 36 (-1;-5)	1,3	0,7	Kr	35 (-3;-6) 34 (-2;-6) (6-10-4)	38 (-2;-6)	1,0 (6-10-4)	0,5
Flächengewicht in kg/m²	8-12-4 30	8-12-4-12-4 40	Ar	35 (-1; -4) 36 (-2;-5)	37 (-1;-6) 38 (-1;-5)	1,3	0,7	Kr	kW	kW	1,1	0,5
Flächengewicht in kg/m²	8-12-6 35	8-12-4-12-6 45	Ar	35 (-1;-4) 36 (-2;-5)	39 (-2;-5) 39 (-1;-4)	1,3	0,7	Kr	36 (-2;-6)	38 (-1;-3) 38 (-2;-5)	1,1	0,5

* Beschichtung auf Pos. 3 (2fach), bzw. Pos. 2 und 5 (3fach)
Emissivität 0,03
Gasfüllung 90 %

5 Fazit

Wenn Dreifach-Isolierglas oder höher dämmende Mehrfachaufbauten zum generell einzusetzenden transparenten Bauteil in unseren Fenstern und Fassaden werden, müssen auch die Kenntnisse über weitere Funktionen, die an das Glas gestellt werden, ermittelt und veröffentlicht werden, um dem Hersteller und Endkunden die Möglichkeit zu geben auch über den „U-Wert-Tellerrand“ zu schauen. Eine sukzessive Ergänzung der Anwendungstabellen und technischen Regelwerke um die Erfordernisse des „mehr als Zweifach-MIG“ ist notwendig. Auch die Verglasungs- und Beschlagstechnik ist hinsichtlich der stark steigenden Flügengewichte in ihrer Entwicklung gefragt.

Umfang: 8.638 Zeichen inkl. Leerzeichen (ohne Bilder und Tabellen)



**Dipl.-Ing. (FH)
Karin Lieb**

Geboren am 14. Januar 1961 in Erlangen

- | | |
|----------------|--|
| 1980 | Allgemeine Hochschulreife am Leibniz-Gymnasium in Altdorf |
| 1980 – 1981 | Berufsgrundschuljahr für Schreiner an der Berufsschule Nürnberg |
| 1981 – 1982 | Berufsausbildung als Schreinerin mit Abschluss der Handwerkskammer Mittelfranken |
| 1982 – 1983 | Tätigkeit als Schreinergezellin |
| 1983 – 1989 | Diplomstudium im Fach Holztechnik an der Fachhochschule Rosenheim mit Praktika im Metallhandwerk sowie im Bereich des Innenausbaus und Trockenbaus |
| 1989 | Diplom im Fach Holztechnik |
| seit 1989 | Mitarbeiterin am ift Rosenheim, Aufgabenbereich:
Prüffeld Baustoffe (Isolierglas, Dichtstoffe, Metall-Kunststoff-Verbundprofile, Klebstoffe) |
| seit Nov. 2003 | Leiterin des Prüffelds Glas und Baustoffe |
| seit Juni 2005 | Stellvertretende Leiterin der akkreditierten Prüfstelle für Glasprodukte am ift Rosenheim |