

## **Dreifach-Isolierverglasung – Informationen über spezifische Eigenschaften dieses Produktes und Faktoren, die bei der Wahl der Scheibenkonstruktion zu berücksichtigen sind**

In den letzten Jahren wurden große Veränderungen auf dem Markt der Isolierverglasung für das Bauwesen beobachtet. Die Verfügbarkeit von Glas mit emissionsarmen Beschichtungen sowie die Umstellung der Arbeitgeber, Bauträger und Nutzer auf Niedrigenergie-Lösungen im Bauwesen haben eine rasche Erhöhung des Bedarfs an Verglasung mit einem sehr guten thermischen Isoliervermögen mit sich gebracht, das durch einen niedrigen Wärmedurchgangskoeffizienten ( $U$ -Wert) ausgedrückt wird. Die Reaktion der Hersteller auf den Marktbedarf ist die Einführung von Dreifach-Isolierverglasungen in ihr Angebot.

Eine typische Isolierverglasung hat eine Kammer und besteht aus zwei Glasplatten, die mit einem Abstandhalter mit der Dicke von 6–24 mm voneinander getrennt sind, wobei eine Glasplatte üblicherweise mit einer emissionsarmen Beschichtung versehen ist, die Wärmestrahlung aus den Räumen reflektiert.

Die Dreifach-Isolierverglasung stellt die Entwicklung des Konzeptes der Zweifach-Isolierglasscheibe dar, indem die dritte Glasplatte mit emissionsarmer Beschichtung und der zweite Abstandhalter dazugelegt wurden. Die so entstandene Isolierverglasung hat einen um ca. 50% niedrigeren  $U$ -Wert, somit wird der Wärmeverlust durch die Fenster deutlich reduziert, was die Verminderung der Heizungskosten mit sich bringt.

Die Konsequenz der Entwicklung der Dreifach-Isolierverglasung ist die Steigerung des Volumens der Luftkammern, die die jeweiligen Glasplatten voneinander trennen, um 100%. Diese Kammern, am ganzen Umfang hermetisch abgedichtet, sichern die emissionsarme Beschichtung vor dem Kontakt mit der Umgebungsluft und bilden, nach Befüllung mit Argon, die grundsätzliche Barriere für den Wärmeverlust durch die Scheiben.

Ähnlich wie die Zweifach-Isolierverglasung bildet auch die Dreifach-Isolierverglasung ein hermetisches, geschlossenes System, das im Gleichgewicht mit der Umgebung bleibt, und zwar bei gleicher Temperatur und Druck, die in der Produktionshalle bei der Herstellung der Scheiben herrschten. Dies bedeutet, dass die Scheiben während der Nutzung auf jede Veränderung der Temperatur und des Drucks in der Umgebungsluft reagieren. Infolgedessen entsteht in der Verglasung entweder Über- oder Unterdruck, der mechanische Spannungen in den Glasplatten der Isolierverglasung verursacht. Der Einfluss des Überdrucks auf die Glasplatten kann teilweise durch die Erhöhung des Scheibenvolumens ausgeglichen werden (also durch das Ausbeulen der externen Glasplatten), oder, beim Unterdruck, durch die Verminderung des Scheibenvolumens (die Glasplatten werden nach innen gewölbt). Die Isolierverglasung bleibt stabil, solange die effektiven

Spannungen in den Glasplatten die Grenzwerte nicht überschreiten, nach ihrer Überschreitung erfolgt der Glasbruch.

Das Risiko, dass die Isolierverglasung unter dem Einfluss von Über-/Unterdruck bricht, hängt von einigen variablen Faktoren ab:

- Größe des Unterschieds zwischen der tatsächlichen Scheibentemperatur und der Temperatur während der Scheibenproduktion (je größer der Unterschied, desto höher der Über-/Unterdruck in der Scheibe),
- Größe des Unterschieds zwischen dem aktuellen Luftdruck und dem Druck während der Scheibenproduktion (dabei sind sowohl natürliche Druckschwankungen, wie Hoch – Tief, als auch Druckunterschiede, die sich aus der unterschiedlichen Höhe über dem Meeresspiegel des Produktionsortes der Scheiben und des aktuellen Einsatzortes der Scheiben ergeben, zu berücksichtigen),
- Biegefestigkeit des Glases, das in der Isolierverglasung verwendet wurde; sie ist proportional zur Glasdicke und hängt vom Glastype ab (z.B. Hartglas hat ca. 2,5-mal höhere Festigkeit als herkömmliches Glas),
- Gesamtdicke der Abstandhalter in der Scheibe (je größer, desto größer das Volumen und höher die Spannungen, die durch die Änderung der Temperatur oder des Gasdrucks in der Scheibe hervorgerufen werden),
- Ausmaße und Proportionen der Scheibenseiten (je größer und/oder quadratischer die Scheibe, desto größer die Möglichkeit, dass sich die Glasplatte beugt und den inneren Über-/Unterdruck ausgleicht).

Eine Schlussfolgerung aus der Analyse der vorstehend bezeichneten Faktoren ist die Feststellung, dass bei ähnlichen Konstruktionen und Ausmaßen die Gefahr, dass die Dreifach-Isolierverglasung bricht, höher als bei herkömmlichen Zweifach-Verglasungen ist.

Bei Dreifach-Isolierverglasung gibt es folgende nachteilige Faktoren:

- verdoppeltes Volumen der mit Argon oder einem anderen Gas gefüllten Kammern, was beim Über- oder Unterdruck im Inneren der Verbundscheibe größere Spannungen in den Glasplatten verursacht,
- das Vorhandensein von zwei emissionsarmen Beschichtungen und sehr niedriger U-Wert haben das Aufrechterhalten bei der Nutzung einer höheren Temperatur im Inneren der Isolierverglasung zur Folge, was wiederum zu einer Druckerhöhung in der Scheibe führt.

Unabhängig von den vorstehend bezeichneten Faktoren unterliegen die Scheiben in der praktischen Nutzung auch anderen, äußerlichen Belastungen, die auf die Auswirkung von Wind,

Schnee, Wärmespannungen, Belastungen, die von der Fenster- oder Fassadenkonstruktion übertragen werden, Belastungen, die mit der Nutzung der Scheibe verbunden sind, usw. zurückzuführen sind. Die Stärke dieser Belastungen ist üblicherweise unabhängig davon, ob die Zweifach- oder Dreifach-Isolierverglasung verwendet wurde.

Die Analyse der Rückmeldungen von den Benutzern der Scheiben sowie mathematische Modellierung des Verhaltens der Scheiben lassen Typen und Verwendungsbereiche der Dreifach-Isolierverglasung erkennen, bei denen das Risiko des Scheibenbruchs deutlich erhöht ist:

- a/** Isolierverglasung, bei der die kürzere Seite < 650 mm beträgt;
- b/** Isolierverglasung mit unterschiedlicher Dicke der Außen- und Innenscheibe

*Achtung: Zur Vereinfachung kann angenommen werden, dass Laminatglas Typ 33.1 oder 33.2 dem Glas mit 4 mm Dicke entspricht, Laminatglas Typ 44.1, 44.2, 44.4 dem Glas mit 6 mm Dicke entspricht und Laminatglas Typ 55.1, 55.2 dem Glas mit 8 mm Dicke entspricht;*

- c/** Isolierverglasung, deren Temperatur während der Nutzung > 35 °C betragen kann, d.h. z.B. in einem heißen Klima oder falls hinter der Scheibe Objekte platziert sind, die freie Strömung der Solarwärme hindern (Vorhänge, Jalousien, Sonnenschutzfolien);
- d/** Isolierverglasung, die auf > 650 m Höhe über dem Meeresspiegel verwendet wird.

Falls mindestens eine der o/g Situationen (a-d) vorkommt, wird empfohlen, individuelle Berechnungen durchzuführen, um zu prüfen, ob die Wahl der Glasdicke und des Glastyps für die jeweiligen Ausmaße der Scheibe im Hinblick auf die zu erwartenden Spannungen, die während der Nutzung der Scheibe auftreten können, angemessen ist.

Im Falle eines negativen Ergebnisses der Berechnungen wird in den meisten Fällen empfohlen, das herkömmliche Glas mit einer emissionsarmen Beschichtung durch emissionsarmes Glas, aber als Hartglas, zu ersetzen. Dadurch werden weder die Dicke der Isolierverglasung noch die dafür erklärten Parameter der Lichtdurchlässigkeit, des G-Koeffizienten, des U-Wertes usw. geändert.

Es ist zu betonen, dass die Verwendung von Hartglas die Konvexität der Scheiben nicht vermindert, es wird lediglich das Bruchrisiko reduziert. Dies bedeutet, dass falls geplant wird, zusätzliche Elemente, z.B. Außensprossen an den Scheiben zu montieren, dann wird das Problem nach wie vor bestehen, wie diese Elemente an eine konvexe Scheibenoberfläche angeklebt werden sollen.

Die vorliegende Broschüre behandelt nicht alle Fragen, die mit der Wahl der Konstruktion und der Parameter der Scheiben, dem Transport, Lagerung, Montage und Nutzung der Dreifach-Isolierverglasung verbunden sind, sie informiert auch nicht über die Kriterien bei der

Qualitätsbewertung solcher Scheiben sowie über andere Erscheinungen und Risiken, die bei ihrer Nutzung auftreten können. Zu allen diesen Themen verweisen wir Sie auf Informationen auf unserer Webseite, Fachliteratur und/oder laden Sie zum Kontakt mit unseren Fachberatern ein.

September 2016

Krzysztof Skarbiński

Quality Director

Pilkington IGP Sp. z o.o.

Tel.: 12 627 79 00; Mobil: 601 50 60 51

E-Mail: [Krzysztof.Skarbinski@pl.nsg.com](mailto:Krzysztof.Skarbinski@pl.nsg.com)