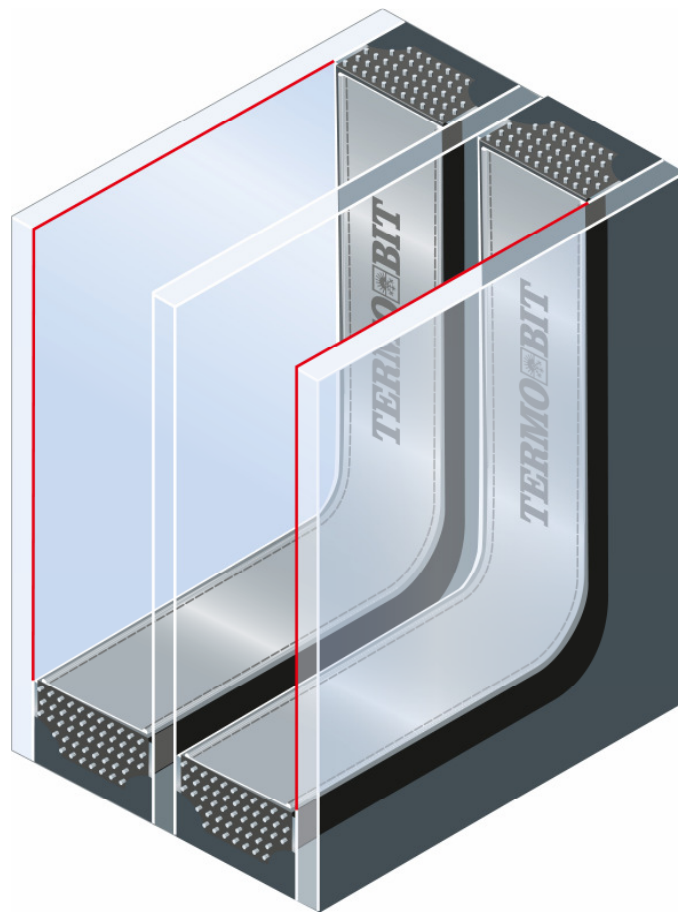


Dezember 2010 – Änderungsindex 4

Hinweise zum Umgang mit Dreifach-Wärmedämmglas



Inhaltsverzeichnis

- 1.0 Standard-Aufbau von Dreifach Wärmedämmgläsern**
- 1.1 Technische Herstellungsmerkmale (Produktionsanlagen)
- 2.0 Abstandhalter**
- 2.1 „Warme Kante“
- 2.2 Fertigungsbedingte Merkmale am Abstandhalter
- 3.0 Einflussfaktoren für die Haltbarkeit**
- 3.1 Scheibenzwischenraum und Scheibenformat
- 3.2 Rückenüberdeckung
- 3.3 Glasdickendimensionierung
- 3.4 Beschichtungsebenen
- 3.5 Ornamentglas
- 3.6 Verbund-Sicherheitsglas (VSG)
- 3.7 Sonderfunktionen
- 3.7.1 Sicherheit (Überkopfverglasungen, Absturzsicherung)
- 3.7.2 Schallschutz
- 3-7-3 Sonnenschutz
- 3.7.4 Sprossen im Scheibenzwischenraum
- 4.0 Verglasungsvorschriften**
- 4.1 Klotzung
- 4.2 Vergrößerter Glaseinstand
- 5.0 Weitere Merkmale**
- 5.1 Außenkondensation
- 5.2 Klimateffekt
- 5.3 Eigenfarbe

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) ist das wichtigste Regelwerk der Bundesregierung in Deutschland im Bestreben nach einem effizienten Einsatz von Energie in Neubauten und im Gebäudebestand. Die Energieeinsparverordnung (EnEV) des Jahres 2007 diente der Umsetzung der Energieeffizienzrichtlinie der Europäischen Union. Die 2009 verabschiedete Novellierung dieser Energieeinsparverordnung (EnEV) verschärft das Anforderungsniveau für den Energiebedarf um 30 %.

Um diesen zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden, ist eine Vielzahl von Innovationen – auch im Bereich Glas, Fenster und Fassade – erforderlich. Ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der wärmetechnischen Eigenschaften von Fenstern und Fassaden wird dabei der Einsatz von Dreifach-Wärmedämmgläsern in einem weit größeren Umfang sein, als dies bisher der Fall ist.

Die Produktion von Dreifach-Wärmedämmgläsern in einem weit größeren Umfang als bisher hat enorme Auswirkungen auf die Fertigungstechnologie und die dabei einzuhaltenden Qualitätsmaßstäbe. Der stark erweiterte Einsatz von Dreifach-Wärmedämmgläsern in Fenstern und Fassade erfordert, dass dabei eine Vielzahl von Aspekten erkannt und beachtet werden muss. Dieses Merkblatt hat die Aufgabe, wichtige Fragen anzusprechen, deren Beachtung den Verarbeitern von Dreifach-Wärmedämmgläsern unbedingt empfohlen wird.

1.1 Technische Herstellungsmerkmale (Produktionsanlagen)

Abstandhalter	Alu / Edelstahl / Thermix/TGI	TPS
Maximale Herstellungsgröße	600,0 x 321,0	400,0 x 230,0
Minimale Herstellungsgröße	50,0 x 50,0	25,0 x 35,0 cm
Maximalgewicht	1000 kg	1000 kg
Maximalgewicht pro/lfdm.	180 kg	180 kg
Max. einzelne Glasstärke	12 mm	30 mm
Gesamtstärke	16- 56 mm	12 – 80

Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.

1.0 Standard-Aufbau von Dreifach-Wärmedämmglas

Die Isolierglasscheibe besteht aus drei Scheiben, in der Regel 4 bis 6 mm, von denen jeweils die beiden äußeren Scheiben zum Scheibenzwischenraum hin beschichtet sind.

Die Scheiben sind in der Regel mit Argon oder mit Krypton gefüllt.

Je nach Anzahl der verwendeten Schichten, Scheibenzwischenraum und der Gasfüllung ergeben sich unterschiedliche Wärmedurchgangswerte zwischen $U_g = 0.9 \text{ W/m}^2\text{K}$ und $U_g = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$.

U_g -Werte von $0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$ lassen sich in der Regel nur mit recht kostspieliger Kryptonfüllung erreichen, Gläser mit Argonfüllung erreichen einen U_g -Wert von $0.9 \text{ W/m}^2\text{K}$ bis $0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Als wirtschaftlicher Scheibenaufbau erweist sich ein Glas wie folgt:

4# – 12 – 4 – 12 - #4

Gesamtstärke:	36 mm
Gasfüllung:	Argon
Beschichtung:	Premium P30
Maximale Größe:	150 x 250 cm
Maximales Seitenverhältnis:	1 : 6

2.0 Abstandhalter

2.1 „Warme Kante“

Der Standard Abstandhalter aus Aluminium besteht aus einem Werkstoff, der Wärme sehr schnell weiter leitet, er hat eine hohe Wärmeleitfähigkeit. Der Abstandhalter stellt eine direkte Verbindung von raum- und außenseitiger Glasscheibe her.

Die „Warme Kante“ ist ein Begriff, der im Zusammenhang mit Wärmedämm-Isolierglas und energieeffizienten Fenstersystemen immer häufiger für den Isolierglas-Randverbund erwähnt wird.

Hier erweist sich der Abstandhalter aus TPS (Thermo Plast Spacer) als beste Möglichkeit um einen hervorragenden Fensterwert zu erzielen.

Im Vergleich zu Isolierverglasungen mit herkömmlichen Abstandhaltern aus Aluminium oder Stahl isoliert der TPS - Abstandhalter aus Polyisobutylene effektiver. TPS entkoppelt die Wärmebrücke am Übergang vom Glas zum

Rahmen. Neben erheblichen Heizwärmeeinsparungen ist die Gefahr von Tauwasser- und damit Schimmelbildung minimiert. Verbesserte Wohnhygiene und ein gesundes Raumklima sind die Folge.

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) schreibt bei der Ermittlung der Kennwerte für Fenster und Fassaden die Einrechnung der Wärmebrückenverluste am Glasrand vor. Die errechneten Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern und Fassaden (U_w) belegen eindeutig die günstigeren Werte von Abstandhaltern aus TPS im Vergleich zu Aluminium oder Stahl.

Obwohl Kunststoff - Abstandhalter wie auch Edelstahl – Abstandhalter auch unter dem Oberbegriff „Warme-Kante“ (Warm Edge) laufen, gibt es hier erhebliche Unterschiede zum TPS - Abstandhalter.

Nachfolgende Tabelle zeigt Ihnen, dass Abstandhalter aus TPS einen bis zu **8%** besseren PSI-Wert aufweisen als Kunststoff - Abstandhalter und sogar um **40 %** besser sind als Edelstahl - Abstandhalter.

PSI-Werte (Ψ) im Vergleich:

Abstandhalter Typ	Rahmen aus Metall mit thermischer Trennung	Rahmen aus Kunststoff	Rahmen aus Holz	Rahmen aus Holz/Metall
TPS	0,042	0,037	0,037	0,040
TGI	0,046	0,039	0,040	0,043
Thermix TX.N	0,045	0,038	0,039	0,042
Edelstahl	0,063	0,048	0,053	0,058

Quelle: Datenblatt „PSI-Werte Fenster“ des BF vom April 2008

Produkteigenschaften der Abstandhalter:

Abstandhalter Typ	Abstandhalter Bauhöhe in mm	Material	Wärmeleitfähigkeit λ in W/mK	Dicke in mm
TPS	6	Polyisobutylene	0,25	6,0
TGI	6,9	Edelstahl Kunststoff	25 0,195	0,10 0,6/0,8
Thermix TX.N	7	Edelstahl Kunststoff	15 0,23	0,10 1,3/0,8
Edelstahl	7	Edelstahl	15	0,17

Quelle: Datenblatt „PSI-Werte Fenster“ des BF vom April 2008

2.2 Fertigungsbedingte Merkmale am Abstandhalter

Optische Beeinträchtigungen (siehe „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas im Bauwesen“ Punkt 4.1.3), wie zum Beispiel Versatz der Abstandhalter, haben keinen Einfluss auf die Funktionalität des Dreifach-Wärmedämmglases und sind nicht vollständig auszuschließen.

Bei TPS-Abstandhaltern ist mit solch einem Versatz nicht zu rechnen. Hier werden beide Abstandhalter, durch einen Applizierroboter, identisch aufgebracht.

3.0 Einflussfaktoren für die Haltbarkeit

3.1 Scheibenzwischenraum und Scheibenformat

Die Belastung für das System steigt mit der Größe des Scheibenzwischenraums (Klimaeffekt). Zwei Scheibenzwischenräume von Dreifach-Wärmedämmgläsern addieren sich in ihrer Wirkung mindestens so, dass sie wie ein durchgehender Scheibenzwischenraum anzusehen sind. Welche Belastungen sich daraus für die Gläser und für den Randverbund ergeben, hängt vom Format ab. Kleine schmale Scheiben (Seitenverhältnis 1:3) zeigen die höchste Belastung für Glas und Randverbund.

Für Standardanwendungen von Dreifach-Wärmedämmgläsern im Fenster sind Scheibenzwischenräume von 2 x 12 mm als technisch sinnvolles Maß anzusehen. Kleinere Scheibenzwischenräume führen (bei Verwendung von Argon als Füllgas) zu schlechteren U_g -Werten; größere Scheibenzwischenräume zu stärkeren Belastungen für Glas und Randverbund (hieraus resultierende Probleme sind in der Fachpresse hinreichend beschrieben).

Mit *TERMO-BIT Solar* kann der „schlechtere“ U_g -Wert durch den hohen G-Wert (Standardaufbau 61%) kompensiert werden.

3.2 Rückenüberdeckung

Die mechanischen Belastungen für den Randverbund sind bei Dreifach-Wärmedämmgläsern höher. Aus diesem Grund sollte die Rückenüberdeckung, insbesondere bei schmalen Formaten, erhöht werden. Dies ist jedoch vom Fenstersystem abhängig (Einstandstiefe) und auf der Bestellung gesondert zu vermerken.

3.3 Glasdickendimensionierung

Grundsätzlich gelten alle Normen und Richtlinien wie bei Zweischeiben-Isolierglas. Wegen der erwähnten höheren Belastung sollten spezielle Fragestellungen zur Glasdickendimensionierung mit Hilfe von Statik Software beantwortet werden. Belastungserhöhende Faktoren sind z.B. asymmetrische Glasaufbauten oder die Verwendung von Sondergläsern, Verbundgläsern (VG) und Verbundsicherheitsgläsern (VSG) und hoch absorbierenden Gläsern. Ornament- oder Drahtglas weist zudem eine geringere mechanische Festigkeit auf als Floatglas. Bei der Verwendung von Ornamentglas und hoch absorbierendem Glas als mittlere Scheibe ist ein Vorspannen empfehlenswert.

3.4 Beschichtungsebenen

Es wird empfohlen, die Beschichtungen auf den beiden äußeren Scheiben zu den Scheibenzwischenräumen hin anzuordnen (Schichtseiten 2 und 5). Ein Vorspannen der unbeschichteten mittleren Scheibe zu Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) ist dann im Allgemeinen nicht erforderlich.

Wenn, z.B. zur Beeinflussung des g-Wertes des Dreifach-Wärmedämmglases, eine Beschichtung auf der mittleren Scheibe vorliegt (Schichtseiten 3 und 5 bzw. 2 und 4), muss die mittlere Scheibe in der Regel vorgespannt werden.

3.5 Ornamentglas

Bei Dreifach-Wärmedämmgläsern mit einer Scheibe aus Ornamentglas ist es oftmals notwendig, um die geforderten U_g -Werte einzuhalten, diese in die Scheibemitte zu stellen. *Hier empfehlen wir diese in Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) ausführen zu lassen.*

3.6 Verbund-Sicherheitsglas (VSG)

Verbund-Sicherheitsglas (VSG) sollte bei Dreifach-Wärmedämmglas nicht in der Scheibenmitte positioniert werden. VSG mit sauberen Schnittkanten kann nur bis zu einer Temperaturdifferenz von ca 28°C eingesetzt werden. Durch die verwendete PVB-Folie absorbiert das Verbundglas die Wärme zusätzlich. Je dicker das Folienpaket umso höher die Absorption der Wärme. *Sollte VSG dennoch in der Scheibenmitte gefordert werden, empfehlen wir die Ausführung in Einscheibensicherheitsglas (ESG) bzw. teilvorgespanntem Glas (TVG).*

3.7 Sonderfunktionen

Die Erfahrungen von zweischeibigen Isoliergläsern können nicht ohne weiteres auf Dreifach-Wärmedämmgläser übertragen werden. Kombinationen mit Sonderfunktionen wie Sicherheit (Überkopfverglasungen, Absturzsicherung), Schallschutz, Sonnenschutz etc. stellen besondere Anforderungen.

3.7.1 Sicherheit (Überkopfverglasungen, Absturzsicherung)

Die Technischen Regeln für Linienförmige und Absturzsichernde Verglasungen TRLV und TRAV erwähnen Dreischeiben-Wärmedämmgläser nicht ausdrücklich. Nach Auffassung des Bundesverband Flachglas gelten damit die allgemeinen für „Mehrscheiben-Isoliergläser“ formulierten Anforderungen ebenso für Dreischeiben- wie für Zweischeiben-Isoliergläser.

Wir empfehlen jedoch im Vorfeld mit der Baubehörde abzuklären ob eine Zulassung im Einzelfall (ZIE) gefordert wird.

Viele Landesbaubehörden haben bei TRAV-Verglasungen folgende Ergänzung der Tabelle 2 heraus gegeben:

Mehrscheibenisoliertgläser nach Tabelle 2 der TRAV, bei denen die Scheibe auf der Angriffsseite aus ESG oder aus ESG-H besteht und die Scheibe auf der Absturzseite aus VSG, dürfen ohne weitere Prüfung als stoßsicher angesehen werden, wenn sie im Scheibenzwischenraum um eine oder mehrere Scheiben aus ESG oder aus ESG-H ergänzt werden.

Angriffshemmende Verglasungen (Durchwurf-, Durchbruch-, Durchschuss- und Sprengwirkungshemmende Verglasungen) und Verglasungen für den Brandschutz sind im Einzelfall abzustimmen.

3.7.2 Schallschutz

Schallschutzeigenschaften lassen sich mit den Wärmedämmeigenschaften der Dreifach-Wärmedämmgläser kombinieren. Bei den für Schalldämmgläser typischen, asymmetrischen Aufbauten steigt die Belastung der dünneren äußeren Glastafel signifikant an. Deswegen ist bei Kantenlängen bis ca. 70 cm ein Vorspannen zu Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) empfehlenswert.

3.7.3 Sonnenschutz

Sonnenschutzeigenschaften lassen sich mit den Wärmedämmeigenschaften der Dreifach-Wärmedämmgläser kombinieren. Gegenüber 2-scheibigen Sonnenschutzgläsern verändern sich dadurch die licht- und strahlungsphysikalischen Eigenschaften.

3.7.4 Sprossen im Scheibenzwischenraum

Grundsätzlich sind auch in Dreifach-Wärmedämmgläsern Sprossen im Scheibenzwischenraum einsetzbar. Allerdings sind hier einige Punkte zu beachten. Es wird empfohlen die Anordnung auf einen Scheibenzwischenraum zu begrenzen (in beiden wären sie nie zu 100% deckungsgleich). Sprossen verschlechtern den U_w -Wert des Elements erheblich (nach DIN 4108 um 0,1 bzw. 0,2 bei mehreren Sprossenkreuzen). Die U-Wert-Angaben der Scheiben beziehen sich immer auf Scheiben ohne Sprossen.

Optische Beeinträchtigungen (siehe „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas im Bauwesen“), wie zum Beispiel geringer Versatz

der Sprossen bei Anordnung in beiden Scheibenzwischenräumen, haben keinen Einfluss auf die Funktionalität des Dreifach-Wärmedämmglases und sind nicht vollständig auszuschließen.

Aufgrund des geringen Scheibenzwischenraum (mindestens 12 mm) ist eine Berührung der Sprossen mit der Glasoberfläche bei Erschütterungen (sog. „Klappern der Sprossen“) eher zu erwarten als bei 2-scheibigen Isoliertgläsern mit größerem Scheibenzwischenraum.

Für Dreifach-Wärmedämmgläser mit Sprossen im Scheibenzwischenraum *empfehlen wir*, aufgrund der hohen thermischen Belastungen, folgende Glasaufbauten:

Sprossen im ersten SZR:

Mittlere Scheibe und hintere Scheibe in ESG ausführen

Sprossen in beiden SZR:

Alle drei Scheiben in ESG ausführen

Sprossen im zweiten SZR:

Hintere Scheibe in ESG ausführen

Sprossen in 45 mm Breite:

Alle drei Scheiben in ESG ausführen

4.0 Verglasungsvorschriften

Wie bei Zweifach-Isoliertgläsern gelten die Grundforderungen, die z.B. in der „Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isoliertglas“ des Bundesverband Flachglas zu finden sind: Schutz vor andauernder Feuchtigkeitseinwirkung (Dampfdruckausgleich), Schutz vor direkter UV-Einstrahlung (alternativ: UV-beständiger Randverbund), Materialverträglichkeit, Einsatz in bauüblichen Temperaturbereichen und zwängungsfreier Einbau. Rahmenkonstruktionen müssen für die Aufnahme des Dreifach-Wärmedämmglases geeignet sein. Für Mängel, die infolge Nichtbeachtung dieser Grundforderungen auftreten, hat der Hersteller des Isoliertglases nicht einzustehen.

Die Technische Richtlinie Nr. 17 des Glaserhandwerks „Verglasung von Isoliertglas“ ist zu beachten.

4.1 Klotzung

Die funktionalen Eigenschaften der Verglasungsklotze müssen während der gesamten Nutzungsdauer erhalten bleiben. Um dies sicher zu stellen, müssen sie ausreichend dauerdruckstabil, alterungsbeständig und in ihrer Verträglichkeit geeignet sein. Bei der Klotzung ist

darauf zu achten, dass die Trag- und Distanzklotze gerade und parallel zur Kante der Verglasungseinheit angeordnet werden. Der Klotz muss die volle Dicke der Verglasungseinheit aufnehmen und somit die Eigenlast aller drei Scheiben abtragen. Der Klotz darf keine Absplitterungen an den Glaskanten verursachen. Scherbelastungen des Randverbundes sind zu minimieren.

Die Technische Richtlinie Nr. 3 des Glaserhandwerks „Klotzung von Verglasungseinheiten“ ist zu beachten.

4.2 Vergrößerter Glaseinstand

Ein vergrößerter Glaseinstand für Dreifach-Wärmedämmgläser ist im Hinblick auf das durch thermisch induzierte Spannungen verursachte Glasbruchrisiko bei gut wärmedämmenden Rahmensystemen als akzeptabel anzusehen (Forschungsvorhaben HIWIN Teilprojekt B: Untersuchungen zur Glasbruchgefahr durch erhöhten Glaseinstand, Abschlussbericht April 2003, ift Rosenheim und Passivhaus Institut Darmstadt).

5.0 Weitere Merkmale

5.1 Außenkondensation

Für jedes Isolierglas gilt: Je geringer der Wärmedurchgang – je kleiner der U_g -Wert, desto wärmer wird die raumseitige Scheibe und desto kälter wird die Außenscheibe. Das gilt natürlich auch für Dreifach-Wärmedämmgläser. Außerdem steht die Außenscheibe im direkten „Strahlungsaustausch“ mit dem Himmel. Je nach individueller Einbausituation führt dieser Strahlungsaustausch, besonders in klaren Nächten, zu einer starken zusätzlichen Abkühlung der Außenscheibe. Unterschreitet die Temperatur der äußeren Scheibenoberfläche dabei die Temperatur der angrenzenden Außenluft, ist die Bildung von Kondensat auf der äußeren Scheibenoberfläche die Folge. Dieser Vorgang ist in der Natur allgemein als die Bildung von Tau bekannt. Durch die Erwärmung der Außenscheibe zusammen mit der Außenluft zum Beispiel durch die Morgensonne wird das Kondensat wieder verschwinden. Dies Phänomen ist nicht etwa eine Fehlfunktion, sondern vielmehr ein Zeichen für den hervorragenden Wärmedämmwert des Dreifach-Wärmedämmglases.

Wegen der noch besseren Wärmedämmung von Dreifach-Wärmedämmgläsern muss damit gerechnet werden, dass die Bildung von Kondensat auf der äußeren Scheibenoberfläche häufiger auftritt als bei den bisher üblichen Zweifach-Wärmedämmgläsern. Zur Vermeidung von Irritationen bei Kunden und Verbrauchern ist

es zu empfehlen, auf dieses Phänomen im Vorfeld aufmerksam zu machen.

5.2 Isolierglaseffekt

Die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas im Bauwesen“ beschreibt in Abschnitt 4.2.2 den „Isolierglaseffekt“, durch den sich bei Temperaturänderungen und Schwankungen des barometrischen Luftdrucks konkave oder konvexe Wölbungen der Einzelscheiben und damit optische Verzerrungen ergeben. Durch das in zwei Scheibenzwischenräumen eingeschlossene, größere Gasvolumen kann sich dieser Effekt bei Dreifach-Wärmedämmgläsern verstärkt zeigen.

5.3 Eigenfarbe

Die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ beschreibt in Abschnitt 4.1.1 die Eigenfarbe aller Glaserzeugnisse, speziell auch beschichteter Gläser. Durch das Vorhandensein einer dritten Glasscheibe und einer zweiten Beschichtung kann die Eigenfarbe von Dreifach-Wärmedämmgläsern deutlicher erkennbar sein als die von 2-scheibigen Isoliergläsern.

Unsere Mitteilungen erfolgen nach bestem Wissen, schließen aber Gewährleistungen aus. Druckfehler, Irrtümer und Änderungen vorbehalten.

Mit Erscheinen dieser Veröffentlichung verlieren alle älteren Versionen ihre Gültigkeit.