

## LEITFADEN ZUR VERWENDUNG VON DREIFACH-ISOLIERGLÄSERN NACH EN 1279 MEHRSCHEIBEN-ISOLIERGLAS

### 1.0 Einleitung

Das Merkblatt gilt für 3-fach Mehrscheiben-Isoliergläser (MIG) nach EN 1279.

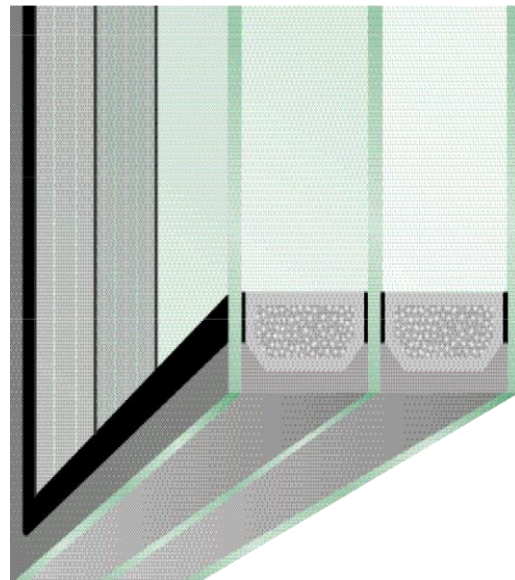
Die Energieeinsparverordnung (EnEV) ist das wichtigste Regelwerk in Deutschland für einen effizienten Einsatz von Energie in Neubauten und im Gebäudebestand.

Durch eine Erhöhung der energetischen Anforderungen in den Novellierungen der EnEV in den letzten 10 Jahren sind Dreifach-Isoliergläser weitgehend Standardprodukte geworden. Dies gilt sowohl für Wärmedämmglas als auch für die üblichen Zusatzfunktionen wie Absturzsicherung, Schall-, Sonnenschutz usw.

Die Produktion von Dreifachgläsern in einem großen Umfang hat enorme Auswirkungen auf die Fertigungstechnologie und die dabei einzuhaltenden Qualitätsmaßstäbe.

Für den stark erweiterten Einsatz von Dreifachgläsern in Fenster und Fassade muss eine Vielzahl von Aspekten erkannt und beachtet werden. Dieser Leitfaden soll wichtige Punkte ansprechen, deren Beachtung den Herstellern sowie den Planern und den Verarbeitern von Dreifachgläsern unbedingt empfohlen wird.

Das Verkleben von Dreifachglas in Rahmenprofilen ist nicht Gegenstand dieses Leitfadens (siehe auch BF-Merkblatt 001/2007 „Kompass für geklebte Fenster“).



Schematischer Aufbau von Dreifachgläsern

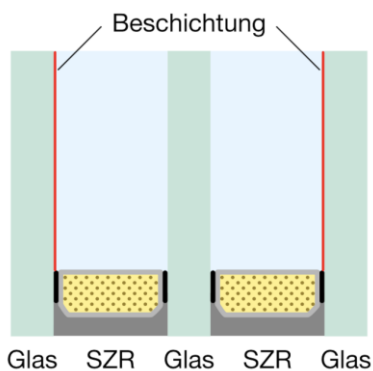
## 2.0 Dreifach-Isoliergläser

### 2.1 Aufbau von Dreifachgläsern

Mit Dreifachgläsern werden  $U_g$ -Werte erreicht, die deutlich unterhalb von  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  liegen. Dazu muss der Aufbau eines solchen Dreifachglases zwei hochwärmedämmende Beschichtungen enthalten, von denen jeweils eine zu jedem Scheibenzwischenraum (SZR) hinzeigt. Außerdem ist eine Edelgasfüllung in beiden Scheibenzwischenräumen notwendig.

### 2.2 Standardprodukte

Für Standardprodukte müssen die benötigten Rohstoffe und Halbzeuge in großer Menge verfügbar sein. Krypton als Füllgas zur Erreichung niedrigerer  $U_g$ -Werte ist nicht in den Mengen verfügbar, dass es bei einem Einsatz von Dreifachgläsern als Standardprodukt Verwendung finden könnte. In der Regel kommt daher Argon zum Einsatz.



Beschichtungen werden standardmäßig auf Pos. 2 und 5 verarbeitet. Andere Beschichtungspositionen sind anwendungsbezogen möglich, sollten aber mit dem Hersteller technisch abgeklärt werden. Bei zunehmenden Scheibenzwischenräumen erhöhen sich die Klimabelastungen und dadurch die Belastungen für das Glas und den Randverbund. (Siehe auch Kapitel 3.0) Kleinere Scheibenzwischenräume führen (bei Verwendung von Argon als Füllgas) zu höheren  $U_g$ -Werten; größere Scheibenzwischenräume zu niedrigeren  $U_g$ -Werten.

### 2.3 Typische $U_g$ -Werte

Aufbau	Emissivität	Beschichtung	$U_g$ -Werte ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )
			Gasfüllung Argon (90%)
4-10-4-10-4	0,03	Position 2 + 5	0,8
4-12-4-12-4	0,03	Position 2 + 5	0,7
4-14-4-14-4	0,03	Position 2 + 5	0,6
4-16-4-16-4	0,03	Position 2 + 5	0,6
4-18-4-18-4	0,03	Position 2 + 5	0,5

Tabelle 1: Beispiele für typische  $U_g$ -Werte

### 2.4 Erreichbare $g$ -Werte

Mit dem in 2.1 beschriebenen typischen Aufbau für ein Dreifach-Wärmedämmglas wird ein Gesamtenergiedurchlassgrad ( $g$ -Wert) von mehr als 50 % erreicht, der je nach den im Einzelfall verwendeten Basisgläsern und beschichteten Gläsern auch variieren kann.

Sonnenschutzglas sorgt für deutlich geringere Innenraumtemperaturen und hat gegenüber anderen Sonnenschutzmaßnahmen den grundlegenden Vorteil einer ungestörten Durchsicht von innen nach außen sowie einer einfachen Reinigung und hoher Witterungsbeständigkeit. Sie sind auch funktionsfähig bei großen Windlasten und Gebäudehöhen.

Sonnenschutz-Isoliergläser haben einen Gesamtenergiedurchlassgrad ( $g$ -Wert) von  $0,2 - 0,45$ , der durch die Auswahl hauchdünner Beschichtungen auf der Glasoberfläche bei gleichzeitig niedrigen  $U_g$ -Werten wie bei einer Wärmedämmverglasung erreicht wird.

Neben farblich nahezu neutralen Beschichtungen können auch die manchmal noch bevorzugten spiegelnden und farbigen Beschichtungen gewählt werden.

Sonnenschutzbeschichtungen sind je nach gewähltem System auf der Position 1 oder 2 einer Isolierglaseinheit angeordnet. Kombinationen mit Blendschutzsystemen und Beschattungsmaßnahmen sind möglich.

Nach EnEV wird ein Nachweis für den winterlichen Wärmeschutz (Jahresheizwärmebedarf, Transmissionswärmeverlust) sowie den sommerlichen Wärmeschutz (Reduktion des Klimatisierungsbedarfs) gefordert. Für diese Berechnungen werden die  $U_g$ - und  $g$ -Werte der Mehrscheiben-Isoliergläser benötigt.

Wenn – z. B. zur Beeinflussung der  $g$ -Werte des 3-fach MIG – eine Beschichtung auf der mittleren Scheibe vorliegt (Schichtseite 3 und 5 bzw. 2 und 4) ist in der Regel ein Vorspannen der mittleren Scheibe erforderlich.



### 3.0 Einflussfaktoren für die Dauerhaftigkeit

#### 3.1 Glasdimensionierung

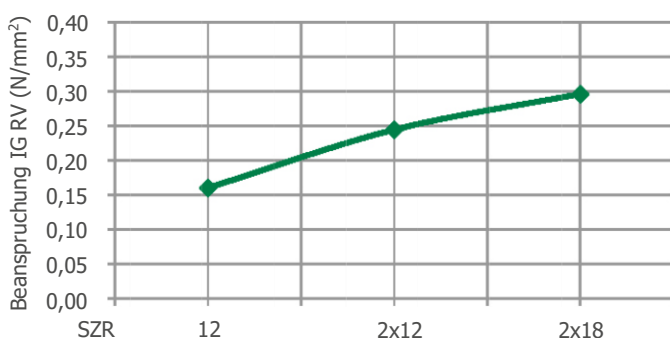
Eine fachgerechte und baurechtlich erforderliche Glasdimensionierung wird nach der Normenreihe DIN 18008 „Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln“ vorgenommen. Die Dimensionierung ist eine Planungsleistung und ist zu vereinbaren sowie gesondert zu vergüten.

#### 3.2 Klimalasten

Bei Mehrscheiben-Isolierglas ist bei den Nachweisen die Wirkung von Druckdifferenzen zwischen dem Scheibenzwischenraum und der umgebenden Atmosphäre zu berücksichtigen. Bezogen auf die Bedingungen bei der Isolierglasherstellung resultieren die Druckdifferenzen aus Temperatur- und Druckänderungen der umgebenden Atmosphäre. Die atmosphärischen Druckänderungen sind zum einen meteorologisch bedingt, zum anderen ergeben sie sich auch aus unterschiedlichen Höhenlagen des Ortes der Herstellung und des Einbaus des Mehrscheiben-Isolierglases.

Die folgende Beispielgrafik dient lediglich zur Veranschaulichung. Die in der Grafik enthaltenen Werte (N/mm<sup>2</sup>) gelten nur für die gewählten Parameter wie Isolierglasaufbau und Belastungsart.

Anstieg der Belastung auf den Randverbund in Abhängigkeit vom SZR



- Hierfür wurden, wie bei dem Beispiel aus EN 1279-1 Kap. 6, die Randbedingungen der Prüfung nach EN 1279-2 gewählt.
- Als Rückenüberdeckung wurde 3 mm angenommen.
- Die Berechnung wurde vereinfacht (Plattenmodell) durchgeführt.

(Siehe BF-Merkblatt 019/2015 „Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008“)

#### 3.3 Randverbund

Randverbund ist der Randbereich eines Mehrscheiben-Isolierglases, der dazu dient, die Diffusion von Wasserdampf und Gasen zwischen dem Innern des Mehrscheiben-Isolierglases und der Außenatmosphäre zu begrenzen.

Er muss eine bestimmte mechanische Festigkeit sowie eine bestimmte physikalische und mechanische Beständigkeit aufweisen. Die Nachweise hierüber sind nach der Normreihe DIN EN 1279 Mehrscheiben-Isolierglas zu führen. Die Ausführung des Isolierglasrandverbundes ist in der Systembeschreibung festge-

legt. Unter bestimmten Umständen (z. B. Einbauort, Einbausituation, Aufbau, Format, ungünstige Seitenverhältnisse, Glasdicke) ist die Rückenüberdeckung gegebenenfalls anzupassen. Zur Bemessung des Randverbunds siehe DIN EN 1279-1, Kap. 6.1 und FprEN 16612:2018. Bei besonderen Einbausituationen ist Rücksprache mit dem Isolierglashersteller zu halten.

#### 3.4 Sonderfunktionen

Die Erfahrungswerte von zweischiebigen Isoliergläsern können nicht ohne Weiteres auf Dreifachgläser übertragen werden (siehe auch BF-Merkblatt 017/2014 „Schallschutzglas“). Für den Anwender ist durch die dritte Scheibe und den zusätzlichen Scheibenzwischenraum eine höhere Gesamtglasdicke und ein größeres Scheibengewicht für die Rahmenkonstruktion zu berücksichtigen.

Kombinationen mit Sonderfunktionen wie Sicherheit (Horizontalverglasungen, Absturzsicherung, Schallschutz, Einbauten im SZR) etc. machen bei Dreifach-Isoliergläsern aufgrund der besonderen Anforderungen spezifische Lösungen notwendig.

Nach DIN 18008-1 Kapitel 5.1.4 sind die gesetzlichen Anforderungen bzgl. Verkehrssicherheit zu beachten.

### 4.0 Transport, Lagerung und Verglasung

Anforderungen und Empfehlungen bezüglich Transport, Lagerung und Verglasung können den BF-Merkblättern 002/2008 „Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas“ und 022/2018 „Verglasungsrichtlinie“ entnommen werden.

### 5.0 Weitere Merkmale

#### 5.1 Außenkondensation

Für jedes Isolierglas gilt: Je geringer der Wärmedurchgang – je kleiner der  $U_g$ -Wert, desto wärmer bleibt bei niedrigen Außentemperaturen die raumseitige Scheibe und desto kälter wird die Außenscheibe. Das gilt natürlich auch für Dreifachgläser. Außerdem steht die Außenscheibe im direkten „Strahlungsaustausch“ mit der Umgebung. Je nach individueller Einbausituation führen Abstrahlung und Windstille – besonders in klaren Nächten – zu einer starken zusätzlichen Abkühlung der Außenscheibe. Wenn die Temperatur der äußeren Scheibenoberfläche die Taupunkttemperatur der angrenzenden Außenluft unterschreitet, ist die Bildung von Kondensat, und bei ausreichend tiefen Temperaturen sogar einer Eisschicht auf der äußeren Scheibenoberfläche die Folge. Dieser Vorgang ist in der Natur allgemein als die Bildung von Tau bzw. Reif bekannt. Durch die Erwärmung der Außenscheibe zusammen mit der Außenluft zum Beispiel durch die Morgensonne wird das Kondensat wieder verschwinden. Dies ist ein physikalisches Phänomen und ein Zeichen für die hervorragende Wärmedämmeigenschaft des Dreifach-Isolierglases.

Durch spezielle Beschichtungen auf Pos. 1 kann die Kondensatbildung reduziert werden.

#### 5.2 Isolierglaseffekt

Die EN 1279-1 Anhang G beschreibt den „Isolierglaseffekt“, durch den sich bei Temperaturänderungen und Schwankungen



des barometrischen Luftdrucks konkave oder konvexe Wölbungen der Einzelscheiben und damit optische Verzerrungen ergeben. Dieser Effekt ist physikalisch bedingt und lässt sich nicht vollständig vermeiden. Eine mögliche Reduzierung dieses Effektes bei erhöhten Anforderungen ist Planungsaufgabe.

### 5.3 Butyleintritt in den Scheibenzwischenraum

Butylmigration kann bei MIG-Aufbauten durch physikalische, chemische und mechanische Effekte auftreten.

## 6.0 Anforderungen an die visuelle Qualität von 3-fach MIG

### 6.1 EN 1279 Teil 1

In der neuen EN 1279-1 (2018-10) sind im Anhang F Anforderungen an die visuelle Qualität aufgenommen worden. Dieser Anhang ist normativ und die Anforderungen damit verpflichtend. Ein wesentlicher Unterschied zur visuellen Richtlinie ist, dass der Betrachtungsabstand in der EN 1279-1 Anhang F „3 m“ beträgt.

Die Koexistenz-Phase der EN 1279 (2018-10) hat am 19. März 2019 begonnen. Das Ende jener Phase ist im Europäischen Amtsblatt mit xx.yy.2020 angegeben. Nach dem Ende der Koexistenz-Phase ist die EN 1279 (2018.10) verpflichtend anzuwenden.

### 6.2 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen

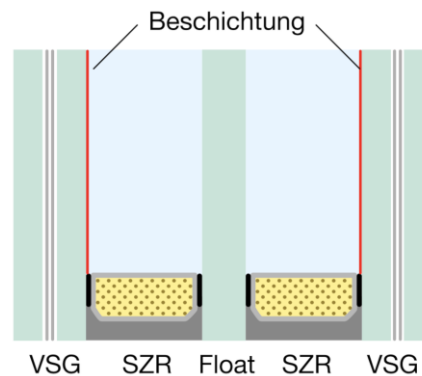
Aufgrund der neuen EN 1279-1 war es notwendig, auch die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ aus dem Jahr 2009 zu überarbeiten. Hierbei wurde die Struktur (inkl. Tabellen) der EN 1279-1 übernommen um eine Vergleichbarkeit der beiden Dokumente zu gewährleisten. Da der Betrachtungsabstand weiterhin „1 m“ beträgt, sind die Anforderungen der Richtlinie wesentlich strenger als die der EN 1279-1.

### 6.3 Anforderungen an die Vorprodukte von MIG

Je nach Aufbau kommen beim MIG verschiedenste Basisprodukte (Floatglas, ESG, VSG, TVG...) zum Einsatz. Die entsprechenden Produktnormen (z. B. EN 572-2, EN 12543, EN 1096-1) definieren die jeweiligen zulässigen Fehler. Je nach der gewählten Funktion des MIG (z. B. Schallschutz oder Einbruchschutz) ergeben sich, in Abhängigkeit des hierfür benötigten Aufbaus, zahlreiche sichtbare Oberflächen der Vorprodukte.

Die EN 1279-1 sowie die visuelle Richtlinie legen höhere Anforderungen an ein MIG fest, als es die Normen der Vorprodukte (Anzahl Fläche x Anzahl zulässiger Fehler) erlauben würden.

Es wird empfohlen, die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ oder ein anderes erforderliches Qualitätsniveau einzelvertraglich zu vereinbaren.



Beispielhafter Glasaufbau 3-fach MIG:  
VSG 8 (44.2) beschichtet/SZR/Float/SZR/  
VSG 8 beschichtet.

Erste VSG Scheibe 44.2 hat je Floatscheibe 2 Flächen. Je Folie ebenfalls 2 Flächen, die Beschichtung stellt eine weitere Fläche dar, insgesamt 9 Flächen.

Mittlere Scheibe ebenfalls 2 Flächen, dritte VSG Scheibe, Aufbau 44.2 ebenfalls 9 Flächen.

Summe des gesamten Aufbaus:  
20 einzelne Flächen

## 7.0 Fenster- und Fassadenkonstruktionen (Maßnahmen sind im gesamten System zu betrachten)

Mögliche Maßnahmen zu einer weiteren Verbesserung der wärmetechnischen Eigenschaften der Fenster- und Fassadenkonstruktionen sind zum Beispiel:

- Verbesserung der wärmetechnischen Eigenschaften der Rahmenprofile
- Einsatz von Wärmedämmglas mit wärmetechnisch verbessertem Randverbund (siehe auch BF-Merkblatt 004/2008: „Kompass Warme Kante“ und BF-Datenblätter mit repräsentativen Psi-Werten für Fenster und für Fassadenprofile)
- Wärmetechnische Verbesserung des Verglasungssystems durch z. B. einen vergrößerten Glaseinstand
- Mehrschalige Konzepte (Verbundfenster, mehrschalige Fassadensysteme usw.)



## 8.0 Literatur

[1] DIN 18008-1 (2019): Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen  
 [2] DIN 18008-2 (2019): Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen  
 [3] DIN EN 410 (2011-04): Glas im Bauwesen – Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen  
 [4] DIN EN 673 (2011-04): Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Berechnungsverfahren  
 [5] DIN EN 1279-1 (2018-10): Glas im Bauwesen – Mehrscheiben-Isolierglas – Teil 1: Allgemeines, Maßtoleranzen und Vorschriften für die Systembeschreibung  
 [6] DIN EN 1991 (2010-12): Eurocode: Einwirkungen auf Tragwerke  
 [7] BF-Merkblatt 002/2008 „Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas“  
 [8] BF-Merkblatt 004/2008: „Kompass Warme Kante“  
 [9] BF-Merkblatt 006/2019 „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“  
 [10] BF-Merkblatt 022/2018 „Verglasungsrichtlinie“  
 [11] BF-Informationsschrift „Wirkung von Verglasungssystemen auf die Tageslichtversorgung von Innenräumen“

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet vom Arbeitskreis „Isolierglas“ beim Bundesverband Flachglas e.V., unter Mitwirkung von: Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar – Fachverband Glas Fenster und Fassade, Baden-Württemberg, Karlsruhe – Institut für Fenstertechnik, Rosenheim – Verband Fenster + Fassade, Frankfurt

Etwaige Veränderungen vom Originaltext wurden von der ISOLAR GLAS Beratung GmbH gemacht.

Der Nachdruck erfolgt mit freundlicher Genehmigung des Bundesverband Flachglas e.V., Troisdorf.

