

# Technische Information

## Für Verarbeiter

### Maßtoleranzen

#### Vorwort / Verwendungshinweis / Definitionen

- 1 **Basisglas Pilkington Optifloat™**
- 2 **Zuschnitt**
- 3 **Bearbeitungen**
- 4 **DELODUR® Einscheiben-Sicherheitsglas**
- 5 **TVG teilvorgespanntes Glas**
- 6 **SIGLA® Verbund-Sicherheitsglas**
- 7 **SIGLADUR® Verbund-Sicherheitsglas aus TVG**
- 8 **Mehrscheiben-Isolierglas**

#### Literatur

#### Anhänge:

- **Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen**
- **Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern**

Stand: Mai 2014

#### Rechtlicher Hinweis:

Alle technischen Angaben und Beratungsinhalte beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von Einsatzmöglichkeiten der Produkte des Flachglas Markenkreises. Diese sind eingetragene Qualitätsmarken und werden ausschließlich von den lizenzierten Flachglas Markenkreis-Mitgliedern hergestellt. Im Übrigen erfolgt unsere Beratung ohne Gewähr, unter Ausschluss jeglicher Haftung für Richtigkeit und Vollständigkeit.

**Technische Information: Maßtoleranzen**  
**Inhaltsverzeichnis**

<b>Vorwort / Verwendungshinweis .....</b>	<b>4</b>
<b>Definitionen.....</b>	<b>5</b>
<b>1 Basisglas Pilkington Optifloat™ .....</b>	<b>7</b>
1.1 Dickentoleranz .....	7
1.2 Länge, Breite und Rechtwinkligkeit.....	7
1.3 Visuelle Qualität .....	7
<b>2 Zuschnitt.....</b>	<b>8</b>
2.1 Toleranzen der Kantenausführung.....	8
2.2 Rechteckscheiben.....	8
2.3 Sonderformen .....	9
<b>3 Bearbeitungen .....</b>	<b>10</b>
3.1 Toleranzen der Kantenausführung.....	10
3.2 Kantenbearbeitung von Rechteckscheiben .....	11
3.3 Kantenbearbeitung von Sonderformen.....	11
3.4 Abschnitte und Ausschnitte.....	12
3.5 Bohrungen .....	12
<b>4 DELODUR® Einscheiben-Sicherheitsglas .....</b>	<b>14</b>
4.1 Dickentoleranz .....	14
4.2 Breiten-, Längen- und Rechtwinkligkeitstoleranz.....	14
4.3 Bearbeitungstoleranz .....	15
4.4 Geradheitstoleranz.....	15
4.5 Visuelle Qualität .....	15
<b>5 TVG teilvorgespanntes Glas.....</b>	<b>16</b>
5.1 Dickentoleranz .....	16
5.2 Breiten-, Längen- und Rechtwinkligkeitstoleranz.....	16
5.3 Bearbeitungstoleranz .....	16
5.4 Geradheitstoleranz.....	17
5.5 Visuelle Qualität .....	17
<b>6 SIGLA® Verbund-Sicherheitsglas .....</b>	<b>18</b>
6.1 Nenndicke .....	18
6.2 Dickentoleranz .....	18
6.3 Breiten-, Längen- und Rechtwinkligkeitstoleranz.....	18
6.4 Versatz .....	19
6.5 Bearbeitungstoleranz .....	19
6.6 Visuelle Qualität .....	19

## Technische Information: Maßtoleranzen

<b>7</b>	<b>SIGLADUR® Verbund-Sicherheitsglas aus TVG .....</b>	<b>20</b>
7.1	Nenndicke .....	20
7.2	Dickentoleranz .....	20
7.3	Breiten-, Längen- und Rechtwinkligkeitstoleranz.....	20
7.4	Versatz .....	21
7.5	Bearbeitungstoleranz .....	21
7.6	Visuelle Qualität .....	21
<b>8</b>	<b>Mehrscheiben-Isolierglas .....</b>	<b>22</b>
8.1	Nenndicke .....	22
8.2	Dickentoleranz im Randbereich von 2-fach Isolierglas.....	22
8.3	Dickentoleranz im Randbereich von 3-fach Isolierglas.....	22
8.4	Breiten-, Längen und Rechtwinkligkeitstoleranz.....	23
8.5	Visuelle Qualität .....	24
	<b>Literatur .....</b>	<b>25</b>
	<b>Anhänge .....</b>	<b>26</b>
	Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen .....	26
	Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern.....	30

## Technische Information: Maßtoleranzen

### Vorwort / Verwendungshinweis

#### **Vorwort**

Diese technische Information regelt die Maßtoleranzen von unbearbeitetem und bearbeitetem Pilkington Optifloat™ Floatglas sowie von den daraus hergestellten Veredelungsprodukten DELODUR® Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG), TVG teilvorgespanntem Glas (TVG), SIGLA® Verbund-Sicherheitsglas (VSG), SIGLADUR® Verbund-Sicherheitsglas aus TVG (VSG aus TVG) und Mehrscheiben-Isolierglas (MIG).

Die angegebenen Toleranzen basieren auf den Normenreihen DIN EN 572 für Floatglas, DIN EN 12150 für ESG, DIN EN 1863 für TVG, DIN EN ISO 12543 für VSG, DIN EN 1279 für MIG sowie DIN 1249 für die Kantenausführung. Die dort definierten Toleranzen werden hier unverändert wiedergegeben. Außerdem werden für die Anwendungsfälle, die in diesen Normen nicht oder nicht eindeutig beschrieben werden, die branchenübliche Toleranzen angegeben.

Die Toleranzen werden zum Teil unterschieden in Standard- und Sondertoleranzen. Die Standardtoleranzen werden im normalen Produktionsablauf eingehalten und müssen nicht gesondert vereinbart werden. Dahingegen müssen Sondertoleranzen im Einzelfall vereinbart werden, da ihre Einhaltung eines erhöhten und mit Mehrkosten verbundenen Fertigungsaufwands bedarf.

Die Verarbeitung und Veredelung des Basisglases (ESG, TVG und VSG) erfolgt in mehreren Schritten. Das Basisglas wird zunächst zugeschnitten. Dann erfolgt die Bearbeitung und je nach gewünschtem Endprodukt entweder direkt das Laminieren oder zunächst das thermische Vorspannen und dann das Laminieren. Entsprechend dieser Reihenfolge werden in den folgenden Abschnitten die Toleranzen jedes Verarbeitungsschritts angegeben.

Im Anschluss an den folgenden Verwendungshinweis werden zum besseren Verständnis einige wichtige Fachbegriffe definiert.

Im Anhang werden die Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen sowie die Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern des Bundesverband Flachglas e.V., Troisdorf wiedergegeben.

#### **Verwendungshinweis**

Den Flachglas MarkenKreis-Mitgliedsunternehmen ist es frei gestellt, diese Technische Information zur Grundlage ihrer Liefer- und Verkaufsbedingungen zu machen.

## Technische Information: Maßtoleranzen

### Definitionen

#### tatsächliche Dicke

Die tatsächliche Dicke einer Rechteckscheibe ist der Mittelwert von vier, auf jeder Seitenmitte mittels einer Messschraube auf 0,01 mm genau gemessenen Dickenwerten. Der Mittelwert wird auf 0,1 mm gerundet. [DIN EN 572-2, DIN EN 572-8, DIN EN ISO 12543-5].

#### Nennmaß

Das Nennmaß ist eine Zahlenangabe aus Bauplänen oder technischen Zeichnungen, die den mathematisch exakten Abstand zwischen zwei Konstruktionspunkten festlegt (z.B. die Nenndicke als Abstand der Glasoberflächen einer Scheibe).

#### Bandmaß, geteiltes Bandmaß

Als Bandmaß bzw. geteiltes Bandmaß wird eine rechteckige Glasscheibe bezeichnet, die in folgenden Nennmaßen geliefert wird [DIN EN 572-2]:

- Bandmaß:  
Länge H: 4500, 5100 oder 6000 mm  
Breite B: 3210 mm (3150 mm in Ausnahmefällen)
- geteiltes Bandmaß:  
Länge H: 1000 bis 2550 mm  
Breite B: 3210 mm (3150 mm in Ausnahmefällen)

#### Liefermaß

Als Liefermaß wird eine rechteckige Glasscheibe bezeichnet, die nicht als Bandmaß oder geteiltes Bandmaß, sondern als Halbzeug zur weiteren Verarbeitung und/oder auf Festmaß geschnitten geliefert wird. [DIN EN 572-8]

#### Festmaß

Als Festmaß wird eine rechteckige Glasscheibe bezeichnet, die auf die für den Einbau oder die Weiterverarbeitung zu einem Endprodukt erforderlichen Maße zugeschnitten wurde. Die kleinste Kantenlänge eines Festmaßes darf nicht kleiner als 100 mm, die Fläche nicht kleiner als 0,05 m<sup>2</sup> sein. [DIN EN 572-8]

#### Rechteckscheibe

Eine Rechteckscheibe besitzt vier rechtwinklig zueinander stehende Kanten. Die zulässigen Abweichungen von der Rechteckform werden je nach Glasart über Toleranzrechtecke oder über Kantenlängentoleranzen und Diagonalendifferenzen definiert: *Toleranzrechtecke (ESG, MIG)*: Die vier Kanten der Rechteckscheibe liegen vollständig innerhalb eines äußeren Toleranzrechtecks und vollständig außerhalb eines inneren Toleranzrechtecks. Die beiden Toleranzrechtecke haben einen gemeinsamen Mittelpunkt, ihre Seiten sind parallel zueinander. [DIN EN 12150-1, DIN EN 1279-1]. In zukünftigen Überarbeitungen dieser Normen wird diese Definition voraussichtlich entfallen und durch folgende ersetzt werden:

*Kantenlängentoleranzen und Diagonalendifferenzen (Basisglas, TVG, VSG)*: Die Nennmaße von Länge H und Breite B sowie die Diagonalendifferenzen dürfen je nach Glasdicke und Kantenlänge vorgegebene Toleranzen sowie Grenzwerte nicht überschreiten. [DIN EN 572-2, DIN EN 572-8, DIN EN 1863-1, DIN EN ISO 12543-5]

#### Sonderform

Eine Sonderform ist eine Glasscheibe, die die oben genannten Anforderungen an Rechteckscheiben nicht erfüllt, z.B. Dreieckscheiben oder Rechteckscheiben mit Eckabschnitten (Modellscheiben).

#### Länge H, Breite B

Die Länge H und Breite B von Bandmaßen und geteilten Bandmaßen werden, wie in Bild 1 gezeigt, bezogen auf die Transportrichtung des Floatglasbandes definiert. [DIN EN 572-2]

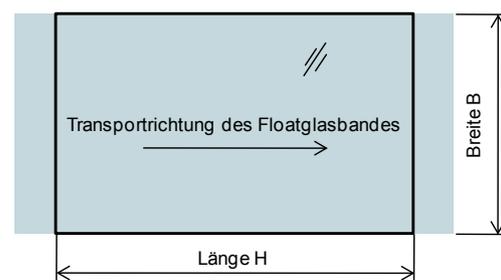


Bild 1: Länge H und Breite B von Bandmaßen und geteilten Bandmaßen

## Technische Information: Maßtoleranzen

### Definitionen

Werden die Maße von rechteckigen Scheiben aus ESG, TVG, VSG oder MIG angegeben, muss, wie in Bild 2 gezeigt, das erste Maß die Breite B und das zweite Maß die Länge H sein. Es muss aus der Anwendung heraus eindeutig sein, welches Maß die Breite B und die Länge H ist. [DIN EN 12150-1, DIN EN 1863-1, DIN EN ISO 12543-5, DIN EN 1279-1]

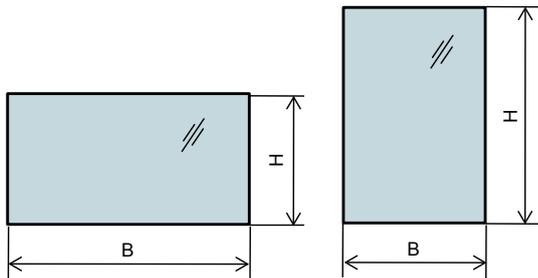


Bild 2: Beispiele von Breite B und Länge H bei ESG, TVG und VSG

### Kanten

Die Kanten sind, wie in Bild 3 gezeigt, die eine Glasscheibe (Glasoberflächen) begrenzenden Ränder und die zwischen diesen Rändern liegenden Flächen (Kantenoberflächen). Die verschiedenen Ausführungsarten der Kanten werden in DIN 1249-11 definiert, die Qualität der Kantenoberflächen wird in DIN EN 12150-1, DIN EN 1863-1 und DIN EN ISO 12543-5 skizziert.

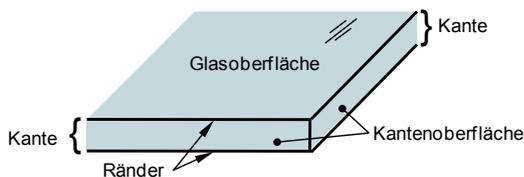


Bild 3: Kanten und Ränder

### Geschnittene Kante (KG)

Die geschnittene Kante (Schnittkante) ist die beim Schneiden von Flachglas entstandene unbearbeitete Kante. Die Ränder der Schnittkante sind scharfkantig. Quer zu ihren Rändern weist die Schnittkante leichte Wellenlinien (sog. Wallnerlinien) auf. Im Allgemeinen ist die Schnittkante glatt gebrochen, jedoch können, vornehmlich bei dicken Scheiben und nicht geradlinigen Formatscheiben, auch unregelmä-

ßige Bruchstellen auftreten, durch z.B. Ansatzstellen des Schneidwerkzeugs. Daneben können Bearbeitungsmerkmale durch z.B. das Brechen des Glases mit der Zange entstehen. Herausragende Unebenheiten können begradigt sein (maßgeschliffen).

### Gesäumte Kante (KGS)

Die gesäumte Kante entspricht der Schnittkante, deren Ränder mit einem Schleifwerkzeug mehr oder weniger gebrochen sind.

### Maßgeschliffene oder justierte Kante (KMG)

Die Glasscheibe wird durch Schleifen der Kantenoberfläche auf das erforderliche Maß gebracht. Die maßgeschliffene Kante kann mit gebrochenen Rändern (entsprechend der gesäumten Kante) ausgeführt sein. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind zulässig.

### Geschliffene oder feinjustierte Kante (KGN)

Die Kantenoberfläche ist durch Schleifen ganzflächig bearbeitet. Die geschliffene Kante kann mit gebrochenen Rändern (entsprechend der gesäumten Kante) ausgeführt sein. Geschliffene Kanten haben ein schleifmattes Aussehen. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind unzulässig.

### Polierte Kante (KPO)

Die polierte Kante ist eine durch Überpolieren verfeinerte geschliffene Kante. Polierspuren in gewissem Umfang sind zulässig.

### Gehungskante (GK)

Die Gehungskante bildet mit der Glasoberfläche einen Winkel von  $45^\circ \leq \alpha < 90^\circ$  (vgl. Bild 10). Die Ausführung erfolgt "geschliffen" (GK KGN) oder "poliert" (GK KPO). Gehungen sind nur an geraden Kanten möglich.

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 1 Basisglas Pilkington Optifloat™

Für das Basisglas Pilkington Optifloat™ gelten folgende Normen:

- DIN EN 572-1 (2012-11) Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften
- DIN EN 572-2 (2012-11) Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 2: Floatglas

Diese Normen definieren neben den chemischen, physikalischen und mechanischen Eigenschaften auch die Dickentoleranzen des Floatglases. Sie definieren außerdem die Anforderungen an die optische Qualität des Floatglases.

#### 1.1 Dickentoleranz

Die tatsächliche Dicke darf, auf 0,1 mm gerundet, von der Nennstärke nicht mehr abweichen als um die in Tabelle 1 angegebenen Toleranzen.

Tabelle 1: Toleranzen der Glasdicke

Nennstärke mm	Toleranz mm
2, 3, 4, 5, 6	± 0,2
8, 10, 12	± 0,3
15	± 0,5
19, 25	± 1,0

#### 1.2 Länge, Breite und Rechtwinkligkeit

Die Toleranz  $t$  für die Nennmaße von Länge  $H$  und Breite  $B$  von Bandmaßen und geteilten Bandmaßen beträgt  $\pm 5$  mm.

Die Rechtwinkligkeit wird durch die Diagonalendifferenz beschrieben. Die Diagonalendifferenz von Bandmaßen und geteilten Bandmaßen darf je nach Glasstärke und Kantenlänge die in Tabelle 2 angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

Tabelle 2: Grenzwerte der Diagonalendifferenz von Bandmaßen und geteilten Bandmaßen

Nennstärke mm	Grenzwert der Diagonalendifferenz in mm			
	Bandmaße	Geteilte Bandmaße		
		H bzw. B $\leq 1500''$	1500 < H bzw. B $\leq 3000$	H bzw. B > 3000
2, 3, 4, 5, 6	10	3	4	5
8, 10, 12		4	5	6
15, 19, 25		5	6	8

#### 1.3 Visuelle Qualität

Die Beurteilung der visuellen Qualität des Basisglases Pilkington Optifloat™ erfolgt nach der Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen (siehe Anhang).

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 2 Zuschnitt

Für den Zuschnitt des Basisglases Pilkington Optifloat™ zu Liefer- oder Festmaßen gilt:

- DIN EN 572-8 (2012-11) Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 8: Liefermaße und Festmaße

#### 2.1 Toleranzen der Kantenausführung

Beim Zuschnitt ist die Abschrägung  $e$  durch Schrägbruch zu berücksichtigen. Diese ist abhängig von der Glasdicke und z.B. der Sprödhheit des Basisglases. Nach DIN EN 572-8 muss die Abschrägung  $e$  kleiner als ein Viertel der Nenndicke  $d$  sein (Bild 4).

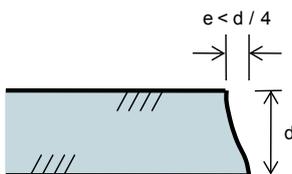


Bild 4: Abschrägung durch Schrägbruch

An den Kanten von Festmaßen sind nach DIN EN 572-8 zurückliegende Fehler (sog. Ausmuschelungen, Bild 5) und hervortretende Fehler zulässig, sofern deren Abmessungen  $h_1$ ,  $p$  und  $h_2$  die Höchstmaße nach Tabelle 3 nicht überschreiten.

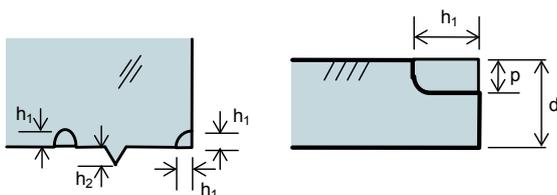


Bild 5: Zurückliegende und hervortretende Kantenfehler (links Aufsicht, rechts Schnitt)

Tabelle 3: Höchstmaße von Kantenfehlern

Fehler	Höchstmaß
<b>zurückliegender Fehler (sog. Ausmuschelung)</b>	$h_1 < (d - 1 \text{ mm})$ $p < d / 4$
<b>hervortretender Fehler</b>	$h_2 < +t$ nach Tabelle 4 Scheibe muss inkl. hervortretender Fehler innerhalb der Toleranzrechtecke bleiben

#### 2.2 Rechteckscheiben

Die Toleranz  $t$  für die Nennmaße von Länge  $H$  und Breite  $B$  ist für Liefer- und Festmaße unterschiedlich. Sie wird in Abhängigkeit von Nenndicke und Kantenlänge in Tabelle 4 angegebenen.

Tabelle 4: Toleranzen für die Länge und Breite von Liefer- und Festmaßen

Nenndicke mm	Toleranz $t$ mm			
	Liefermaß	Festmaß		
		H bzw. B $\leq 1500$	1500 < H bzw. B $\leq 3000$	H bzw. B > 3000
<b>2, 3, 4, 5, 6</b>	± 4,0	± 1,0	± 1,5	± 2,0
<b>8, 10, 12</b>		± 1,5	± 2,0	± 2,5
<b>15</b>		± 2,0	± 2,5	± 3,0
<b>19</b>	± 5,0	± 2,5	± 3,0	± 3,5

Die Rechtwinkligkeit wird durch die Diagonalendifferenz beschrieben. Die Diagonalendifferenz von Liefer- und Festmaßen darf je nach Glasdicke und Kantenlänge die in Tabelle 5 angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

Tabelle 5: Grenzwerte der Diagonalendifferenz von Liefer- und Festmaßen

Nenndicke mm	Grenzwert der Diagonalendifferenz in mm Liefer- und Festmaße		
	H bzw. B $\leq 1500$	1500 < H bzw. B $\leq 3000$	H bzw. B > 3000
	<b>2, 3, 4, 5, 6</b>	3	4
<b>8, 10, 12</b>	4	5	6
<b>15, 19, 25</b>	5	6	8

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 2 Zuschnitt

#### 2.3 Sonderformen

##### 2.3.1 Abbruch und Rückschnitt

Beim Zuschnitt von Floatglas und VSG aus Floatglas zu Sonderformen (Modellscheiben) können bei kleinen Eckwinkeln die Ecken abbrechen (sog. Abbruch, Bild 6). Sollen solche Sonderformen zu ESG oder TVG weiter verarbeitet werden, müssen produktionsbedingt die Ecken mit Eckwinkeln  $\leq 45^\circ$  entsprechend Tabelle 6 abgeschnitten werden (sog. Rückschnitt).

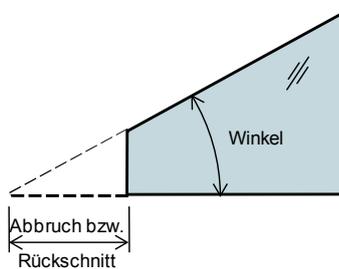


Bild 6: Abbruch bzw. Rückschnitt

Der Abbruch bzw. Rückschnitt beträgt in Abhängigkeit des Eckwinkels:

Tabelle 6: Abbruch bzw. Rückschnitt

Winkel	Abbruch (Float, VSG aus Float) mm	Rückschnitt (ESG, TVG) mm
$\leq 12,5^\circ$	30	65
$\leq 20^\circ$	18	33
$\leq 35^\circ$	12	
$\leq 45^\circ$	8	

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 3 Bearbeitungen

Die Toleranzen sind abhängig von der Kantenausführung (gesäumt, poliert etc.) und von der Art der Bearbeitung (Ausschnitt, Bohrung etc.). Ergänzend gelten:

- Bauregelliste A Teil 1, Lfd. Nr. 11 + Anlagen
- DIN 1249-11 (1986-09) Flachglas im Bauwesen – Teil 11: Glaskanten - Begriff, Kantenformen, Ausführung
- DIN EN 572-8 (2012-11) Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus KalkNatronsilicatglas - Teil 8: Liefermaße und Festmaße
- DIN EN 12150-1 (2000-11) Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
- DIN EN 1863-1 (2012-02) Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
- DIN EN ISO 12543-5 (2011-12) Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 5: Maße und Kantenbearbeitung
- DIN 18008-1 (2010-12) Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen
- DIN 18008-3 (2013-07) Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen
- TRLV (2006-08) Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen
- TRPV (2006-08) Technische Regeln für die Bemessung und die Ausführung punktförmig gelagerter Verglasungen

### 3.1 Toleranzen der Kantenausführung

#### 3.1.1 Gesäumte Kante (KGS)

Der Saum kann unregelmäßig verlaufen. Die Saumbreite beträgt 0,5 bis 2,5 mm, der Saumwinkel beträgt  $40^\circ$  bis  $50^\circ$ . Dem Hersteller bleibt es aus produktionstechnischen Gründen überlassen, die Kanten zu schleifen bzw. zu polieren. Die Qualität entspricht jedoch der einer gesäumten Kante.

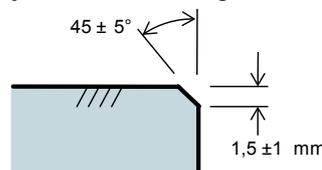


Bild 7: Saum und Saumtoleranz

Floatglasscheiben, die zu ESG oder TVG weiter verarbeitet werden, müssen vor dem Vorspannen zumindest gesäumt werden. Gemäß DIN 18008-1 bzw. TRLV sind bei ESG und TVG Ausmuschelungen zulässig, die um nicht mehr als 15 % der Nenndicke ins Glasvolumen eingreifen. Bei ESG-H (heißgelagertem ESG nach Bauregelliste) sind gemäß Bauregelliste bzw. TRLV Ausmuschelungen zulässig, die um nicht mehr als 5 % der Nenndicke ins Glasvolumen eingreifen.

#### 3.1.2 Maßgeschliffene oder justierte Kante (KMG)

Die maßgeschliffene Kante kann mit gebrochenen Rändern (entsprechend der gesäumten Kante) ausgeführt sein. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind zulässig.

#### 3.1.3 Geschliffene oder feinjustierte Kante (KGN)

Die geschliffene Kante kann mit gebrochenen Rändern (entsprechend der gesäumten Kante) ausgeführt sein. Geschliffene Kanten haben ein schleifmattes Aussehen. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind unzulässig. Dem Hersteller bleibt es aus produktionstechnischen Gründen überlassen, die fein geschliffenen Kanten auch poliert auszuführen.

#### 3.1.4 Polierte Kante (KPO)

Matte Stellen sind nicht zulässig. Sichtbare und spürbare Polierspuren und Polierriefen sind zulässig.

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 3 Bearbeitungen

#### 3.1.5 Gehrungskante (GK)

Die Toleranz des Gehrungswinkels  $\alpha$  beträgt  $\pm 3^\circ$ . Der Saum von Gehrungskanten kann unregelmäßig verlaufen. Die Saumbreite kann hier bis zu 3 mm betragen. Dementsprechend verringert sich auch das Nennmaß.

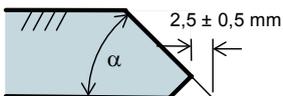


Bild 8: Gehrungskante

### 3.2 Kantenbearbeitung von Rechteckscheiben

#### 3.2.1 Standardtoleranzen

Die Standardtoleranzen von Rechteckscheiben mit gesäumten, geschliffenen oder polierten Kanten entsprechen den unter Zuschnitt in Tabelle 4 angegebenen Toleranzen von Festmaßen.

#### 3.2.2 Sondertoleranzen

Die nachfolgend angegebenen Sondertoleranzen können nur mit erhöhtem Aufwand realisiert werden:

Tabelle 7: Sondertoleranzen von Rechteckscheiben mit geschliffener oder polierter Kante

Kantenlänge mm	Nenndicke mm	
	≤ 12	15, 19
≤ 1000	+ 0,5 / - 1,0	+ 0,5 / - 1,5
≤ 2000		+ 0,5 / - 2,0
≤ 3000	+ 0,5 / - 2,0	+ 0,5 / - 2,5
≤ 5000		+ 0,5 / - 3,0
≤ 6000	+ 1,0 / - 2,0	+ 1,0 / - 3,0

### 3.3 Kantenbearbeitung von Sonderformen

Die Toleranz von Sonderformen ist abhängig von der größten Kantenlänge.

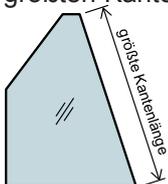


Bild 9: Beispiel einer Sonderform mit größter Kantenlänge

#### 3.3.1 Standardtoleranzen

Tabelle 8: Standardtoleranzen von Sonderformen

größte Kantenlänge mm	Nenndicke mm	
	≤ 12	15, 19
≤ 1000	± 2,0	± 3,0
≤ 2000	± 3,0	± 4,0
≤ 3000	± 4,0	± 5,0
≤ 4000	± 5,0	± 6,0
≤ 5000	+ 5,0 / - 8,0	+ 6,0 / - 9,0
≤ 6000	+ 5,0 / - 10,0	+ 6,0 / - 11,0

#### 3.3.2 Sondertoleranzen

Tabelle 9: Sondertoleranzen von Sonderformen bei CNC-Bearbeitung

größte Kantenlänge mm	Nenndicke mm	
	≤ 12	15, 19
≤ 1000	± 1,0	± 2,0
≤ 2000	+ 1,0 / - 1,5	+ 2,0 / - 2,5
≤ 3000	+ 1,0 / - 2,0	+ 2,0 / - 3,0
≤ 3900	+ 1,0 / - 2,5	+ 2,0 / - 3,5
≤ 5000	+ 2,0 / - 4,0	+ 3,0 / - 5,0
≤ 6000	+ 2,0 / - 5,0	+ 3,0 / - 6,0

#### 3.3.3 Abbruch

Bei der CNC-Bearbeitung von Sonderformen können, ähnlich wie beim Zuschnitt, bei kleinen Eckwinkeln die Ecken abbrechen. Die Höchstwerte des Abbruchs zeigt Tabelle 10.

Tabelle 10: Abbruch bei CNC-Sonderformen

Winkel	Abbruch mm
≤ 12,5°	15
≤ 20°	9
≤ 35°	6
≤ 45°	4

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 3 Bearbeitungen

#### 3.4 Abschnitte und Ausschnitte

Für Eckabschnitte  $\geq 100$  mm x 100 mm gelten die Toleranzen von Sonderformen.

Bei Eck- und Randausschnitten müssen die Innenecken ausgerundet sein. Sie werden daher mittels Hilfsbohrungen erstellt. Für diese Hilfsbohrungen gelten die unter 3.5 Bohrungen beschriebenen Anforderungen und Toleranzen. Bei CNC-Bearbeitungen beträgt das Mindestmaß innenliegender Radien 15 mm.

##### 3.4.1 Eckabschnitt

Die Toleranzen von Eckabschnitten  $< 100$  mm x 100 mm hängen von der Ausführung der Kanten ab.

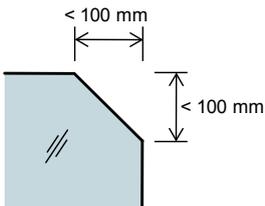


Bild 10: Eckabschnitt

Tabelle 11: Toleranzen von Eckabschnitten

Kantenausführung	Standardtoleranz mm	Sondertoleranz mm
gesäumt	$\pm 4$	-
geschliffen	$\pm 2$	$\pm 1,5$ (CNC)
poliert (CNC)		

##### 3.4.2 Eckausschnitt

Die Toleranzen von Eckausschnitten hängen von der Ausführung der Kanten ab.

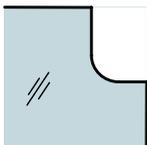


Bild 11: Eckausschnitt

Tabelle 12: Toleranzen von Eckausschnitten

Kantenausführung	Standardtoleranz mm	Sondertoleranz mm
gesäumt	$\pm 4$	-
geschliffen	$\pm 2$	$\pm 1,5$ (CNC)
poliert (CNC)		

##### 3.4.3 Randausschnitt

Die Toleranzen von Randausschnitten hängen von der Ausführung der Kanten ab.

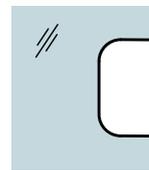


Bild 12: Randausschnitt

Tabelle 13: Toleranzen für Randausschnitte

Ausschnittmaß mm	gesäumt	geschliffen oder poliert (CNC)	
	Standardtoleranz mm	Standardtoleranz mm	Sondertoleranz mm
$\leq 500$	$\pm 5$	$\pm 2$	$\pm 1,5$
$\leq 1000$	$\pm 6$	$\pm 3$	
$\leq 2000$	$\pm 4$ (CNC)		
$\leq 3400$			
$\leq 6000$	$\pm 5$ (CNC)	-	

### 3.5 Bohrungen

#### 3.5.1 Bohrungsdurchmesser

Der Bohrungsdurchmesser  $\varnothing$  darf nicht kleiner als die Nenndicke  $d$  sein, d.h.  $\varnothing \geq d$ . Bohrungen mit Durchmessern  $\varnothing > 100$  mm erfolgen durch CNC-Bearbeitung. Die Toleranzen der Bohrungsdurchmesser zeigt Tabelle 14.

Tabelle 14: Toleranzen der Bohrungsdurchmesser

Nenndurchmesser $\varnothing$ mm	Toleranz mm
$\varnothing \leq 20$	$\pm 1$
$20 < \varnothing \leq 100$	$\pm 2$

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 3 Bearbeitungen

#### 3.5.2 Toleranzen der Bohrungslage

Die Lage einer Bohrung wird in rechtwinkligen Koordinaten  $x, y$  von einem Bezugspunkt aus zur Bohrungsmitte angegeben. Der Bezugspunkt ist üblicherweise eine vorhandene Ecke der zugeschnittenen und gegebenenfalls kantenbearbeiteten Scheibe. Die tatsächliche Lage der Bohrung ergibt sich aus dem Nennmaß der Koordinaten  $x, y$  zuzüglich der Toleranz  $t$  nach Tabelle 15.

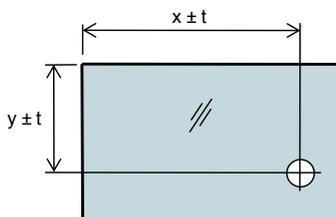


Bild 13: Bohrungslage

Tabelle 15: Toleranz  $t$  der Bohrungslage

Nennmaß $x$ bzw. $y$	Nenndicke mm	
	$\leq 12$	$> 12$
$x$ bzw. $y \leq 2000$	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$
$2000 < x$ bzw. $y \leq 3000$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$
$x$ bzw. $y > 3000$	$\pm 4,0$	$\pm 5,0$

#### 3.5.3 Mindestabstände

Der Mindestabstand  $a$  des Bohrlochrandes zu einer Kante, zu benachbarten Bohrungen  $b$  und zu einer Ecke  $c$  hängt von der Nenndicke  $d$ , den Abmessungen  $B$  und  $H$ , dem Bohrungsdurchmesser  $\varnothing$ , der Form der Scheibe und der Anzahl der Bohrungen in der Scheibe ab. Bei maximal vier Bohrungen je Scheibe sind die in Bild 14 gezeigten Mindestabstände  $a \geq 2d$ ,  $b \geq 2d$  und  $c \geq 6d$  einzuhalten.

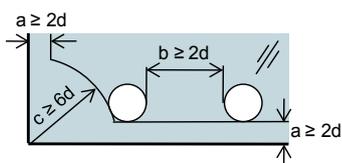


Bild 14: Mindestabstände in Abhängigkeit der Nenndicke  $d$

Sind die Abstände  $a_1$  und  $a_2$  des Bohrlochrandes zu den Kanten nach Bild 15 kleiner oder gleich 35 mm, dann muss die Differenz zwischen  $a_1$  und  $a_2$  mindestens 5 mm betragen. Wenn beide Abstände  $a_1$  und  $a_2$  größer als 35 mm sind, dürfen  $a_1$  und  $a_2$  gleich sein.

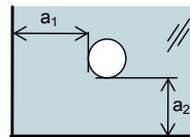


Bild 15: Randabstände  $a_1$  und  $a_2$

**Hinweis:** Bei Weiterveredelung zu DELODUR®, TVG, SIGLA® und SIGLADUR® und Verwendung nach DIN 18008 bzw. TRLV, TRAV, TRPV oder abZ sind die dort genannten Mindest- und Höchstmaße und Toleranzen maßgebend (z.B. Mindestabstand Bohrlochrand zur Glaskante  $\geq 80$  mm).

#### 3.5.4 Kantenausführung der Bohrungen

Bei Verglasungen nach DIN 18008-3 bzw. TRPV müssen die Bohrlochoberflächen glatt und riefenfrei sein. Bei zweiseitiger Bohrung darf der Kantenversatz bis zu 0,5 mm betragen. Die Ränder von Bohrungen sind unter einem Winkel von  $45^\circ$  mit einer Fase von 0,5 bis 1,0 mm (kurze Schenkellänge) auf beiden Seiten der Scheibe zu säumen.

Die Toleranzen der Kantenausführung von Senklöchern sind Bild 16 zu entnehmen.

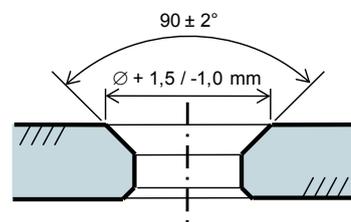


Bild 16: Senklochtoleranzen ( $\varnothing$  = Durchmesser)

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 4 DELODUR® Einscheiben-Sicherheitsglas

Für das Veredelungsprodukt DELODUR® Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) gelten folgende Normen:

- DIN EN 12150-1 (2000-11) Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-sicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
- DIN EN 12150-2 (2005-01) Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-sicherheitsglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm

DELODUR® Einscheiben-Sicherheitsglas kann nach der Fertigung nicht mehr bearbeitet werden. Alle Maße, Lochbohrungen, Ausschnitte und die gewünschte Kantenbearbeitung sind daher bereits bei der Bestellung anzugeben.

Alle Gläser werden grundsätzlich mit mindestens gesäumten Kanten versehen. Diese sind fertigungs-technisch notwendig und werden auch ausgeführt, wenn eine unbearbeitete Kante bestellt wird. Anspruch auf eine optisch einwandfreie Glaskante erhebt diese Bearbeitungsart nicht. Ist nichts Gegenteiliges vermerkt, wird davon ausgegangen, dass die Maße in der Reihenfolge Breite B x Länge H angegeben sind.

DELODUR® Einscheiben-Sicherheitsglas wird ausschließlich im horizontalen Herstellungsverfahren aus Pilkington Optifloat™ Floatglas hergestellt.

#### 4.1 Dickentoleranz

Die tatsächliche Dicke darf, ungeachtet der Geradheit und auf 0,1 mm gerundet, von der Nenndicke nicht mehr abweichen als um die in Tabelle 16 angegebenen Toleranzen.

Tabelle 16: Toleranzen der Glasdicke

Nenndicke mm	Toleranz mm
3, 4, 5, 6	± 0,2
8, 10, 12	± 0,3
15	± 0,5
19	± 1,0

#### 4.2 Breiten-, Längen- und Rechtwinkligkeitstoleranz

Eine Rechteckscheibe mit den Nennmaßen Breite B und Länge H muss in ein äußeres Toleranzrechteck passen, das, von den Nennmaßen ausgehend, um die Toleranz t vergrößert wurde, und ein inneres Toleranzrechteck umschreiben, das, von den Nennmaßen ausgehend, um die Toleranz t verkleinert wurde. Beide Toleranzrechtecke haben den selben Flächenschwerpunkt, ihre Seiten sind parallel zueinander (Bild 17). Die Toleranzen der Diagonalen und der Rechtwinkligkeit sind ebenfalls durch die beiden Toleranzrechtecke festgelegt. Die Toleranz t ist Tabelle 17 zu entnehmen.

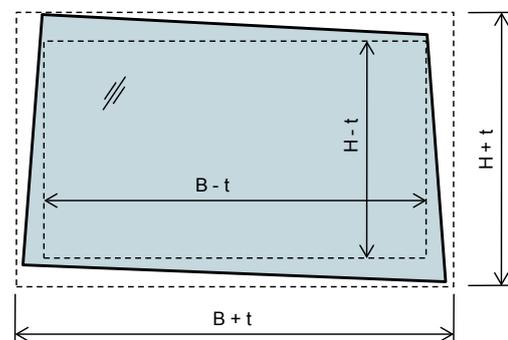


Bild 17: Toleranzen der Breite, Länge und Rechtwinkligkeit

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 4 DELODUR® Einscheiben-Sicherheitsglas

Tabelle 17: Toleranz t in Abhängigkeit von Nenndicke und Seitenlänge B bzw. H

Nennmaß B bzw. H mm	Nenndicke mm	
	≤ 12	> 12
B bzw. H ≤ 2000	± 2,5	± 3,0
2000 < B bzw. H ≤ 3000	± 3,0	± 4,0
B bzw. H > 3000	± 4,0	± 5,0

#### 4.3 Bearbeitungstoleranz

Die Bearbeitungstoleranzen von DELODUR® Einscheiben-Sicherheitsglas entsprechen den Bearbeitungstoleranzen des Basisglases Pilkington Optifloat™. Bei Verwendung von DELODUR® nach DIN 18008 bzw. TRLV, TRAV oder TRPV sind die dort genannten Mindest- und Höchstmaße und Toleranzen maßgebend.

#### 4.4 Geradheitstoleranz

Durch den Prozess des thermischen Vorspannens ist es nicht möglich, ein Produkt mit der Geradheit eines normal gekühlten Glases herzustellen. Die Abweichungen von der Geradheit hängen ab von der Dicke, den Maßen und dem Seitenverhältnis der Glasscheibe. Sie machen sich in Form von Verwerfungen bemerkbar, die man in generelle und örtliche Verwerfungen unterteilt.

Die Messung der generellen und örtlichen Verwerfungen von DELODUR® Einscheiben-Sicherheitsglas ohne Bohrungen bzw. Ausschnitte erfolgt nach DIN EN 12150-1. Die generelle Verwerfung ist an den Kanten und Diagonalen zu messen. Die örtliche Verwerfung ist im Abstand  $\geq 25$  mm von der Kante zu messen.

##### 4.4.1 Generelle Verwerfung

Die generelle Verwerfung darf 0,3 % der Mess-Strecke, entlang der sie gemessen wird, nicht überschreiten.

##### 4.4.2 Örtliche Verwerfung

Die örtliche Verwerfung darf 0,3 mm bei 300 mm Mess-Strecke nicht überschreiten.

#### 4.5 Visuelle Qualität

Die Beurteilung der visuellen Qualität von DELODUR® Einscheiben-Sicherheitsglas erfolgt nach der Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen (siehe Anhang).

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 5 TVG teilvorgespanntes Glas

Für das Veredelungsprodukt TVG teilvorgespanntes Glas (TVG) gelten folgende Normen und allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen:

- DIN EN 1863-1 (2012-02) Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
- DIN EN 1863-2 (2005-01) Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
- Z-70.4-77

Teilvorgespanntes Glas kann nach der Fertigung nicht mehr bearbeitet werden. Alle Maße, Lochbohrungen, Ausschnitte und die gewünschte Kantenbearbeitung sind daher bereits bei der Bestellung anzugeben.

Alle Gläser werden grundsätzlich mit mindestens gesäumten Kanten versehen. Diese sind fertigungstechnisch notwendig und werden auch ausgeführt, wenn eine unbearbeitete Kante bestellt wird. Anspruch auf eine optisch einwandfreie Glaskante erhebt diese Bearbeitungsart nicht. Ist nichts Gegenteiliges vermerkt, wird davon ausgegangen, dass die Maße in der Reihenfolge Breite B x Länge H angegeben sind.

Es wird nur teilvorgespanntes Glas, das im horizontalen Herstellungsverfahren aus Pilkington Optifloat™ Floatglas hergestellt wird, berücksichtigt.

#### 5.1 Dickentoleranz

Die tatsächliche Dicke darf, ungeachtet der Geradheit und auf 0,1 mm gerundet, von der Nenndicke nicht mehr abweichen als um die in Tabelle 18 angegebenen Toleranzen.

Tabelle 18: Toleranzen der Glasdicke

Nenndicke mm	Toleranz mm
3, 4, 5, 6	± 0,2
8, 10, 12	± 0,3

#### 5.2 Breiten-, Längen- und Rechtwinkligkeitstoleranz

Die Toleranz t für die Nennmaße von Breite B und Länge H wird in Abhängigkeit von Nenndicke und Kantenlänge in Tabelle 19 angegeben.

Tabelle 19: Toleranzen für die Breite und Länge von TVG

Nennmaß B bzw. H mm	Nenndicke mm	
	≤ 8	> 8
B bzw. H ≤ 2000	± 2,0	± 3,0
2000 < B bzw. H ≤ 3000	± 3,0	± 4,0
B bzw. H > 3000	± 4,0	± 5,0

Die Rechtwinkligkeit wird durch die Diagonaldifferenz beschrieben. Die Diagonaldifferenz von TVG darf je nach Glasdicke und Kantenlänge die in Tabelle 20 angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

Tabelle 20: Grenzwerte der Diagonaldifferenz von TVG

Nennmaß B bzw. H mm	Grenzwert der Diagonaldifferenz in mm	
	Nenndicke	
	≤ 8	> 8
B bzw. H ≤ 2000	≤ 4	≤ 6
2000 < B bzw. H ≤ 3000	≤ 6	≤ 8
B bzw. H > 3000	≤ 8	≤ 10

#### 5.3 Bearbeitungstoleranz

Die Bearbeitungstoleranzen von teilvorgespanntem Glas entsprechen den Bearbeitungstoleranzen des Basisglases Pilkington Optifloat™. Bei Verwendung von TVG nach DIN 18008 oder TRLV, TRAV, TRPV oder AbZ sind die dort genannten Mindest- und Höchstmaße und Toleranzen maßgebend. Abweichend davon ist zwischen zwei Bohrerändern ein Abstand von mindestens 250 mm einzuhalten.

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 5 TVG teilvorgespanntes Glas

#### 5.4 Geradheitstoleranz

Durch das Teilvorspannverfahren ist es nicht möglich, ein Produkt mit der Geradheit eines normal gekühlten Glases herzustellen. Die Abweichungen von der Geradheit hängen ab von der Dicke, den Maßen und dem Seitenverhältnis der Glasscheibe. Sie machen sich in Form von Verwerfungen bemerkbar, die man in generelle Verwerfungen, Roller Waves und Kantenunebenheiten unterteilt.

Die Messung der generellen Verwerfungen, Roller Waves und Kantenunebenheiten von teilvorgespanntem Glas ohne Bohrungen bzw. Ausschnitte erfolgt nach DIN EN 1863-1.

##### 5.4.1 Generelle Verwerfung

Die generelle Verwerfung ist an den Kanten und den Diagonalen zu messen. Sie darf 0,3 % der Mess-Strecke, entlang der sie gemessen wird, nicht überschreiten.

##### 5.4.2 Roller Waves

Die Verwerfung durch Roller Waves ist im Abstand > 25 mm von der Kante zu messen. Sie darf 0,3 mm bei 300 bis 400 mm Mess-Strecke nicht überschreiten.

##### 5.4.3 Kantenunebenheiten

Kantenunebenheiten sind im Abstand von 50 bis 100 mm von der Kante zu messen. Sie dürfen die in Tabelle 21 in Abhängigkeit der Glasdicke angegebenen Maximalwerte nicht überschreiten.

Tabelle 21: Maximalwerte der Kantenunebenheiten von TVG

Nennstärke mm	Maximalwert mm
3	0,5
4, 5	0,4
6, 8, 10, 12	0,3

#### 5.5 Visuelle Qualität

Die Beurteilung der visuellen Qualität von TVG erfolgt nach der Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen (siehe Anhang)

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 6 SIGLA® Verbund-Sicherheitsglas

Für das Veredelungsprodukt SIGLA® Verbund-Sicherheitsglas (VSG) gelten die folgenden Normen:

- DIN EN ISO 12543-1 (2011-12) Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung von Bestandteilen
- DIN EN ISO 12543-2 (2011-12) Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 2: Verbund-Sicherheitsglas
- DIN EN ISO 12543-5 (2011-12) Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 5: Maße und Kantenbearbeitung
- DIN EN 14449 (2005-07) Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Konformitätsbewertung/Produktnorm

SIGLA® Verbund-Sicherheitsglas besteht aus zwei oder mehr, im Regelfall gleich dicken Glasscheiben aus Pilkington Optifloat™, die mittels einer oder mehrerer Folien aus Polyvinyl-Butyral (PVB) zusammen laminiert sind.

Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die Maße in der Reihenfolge Breite B x Länge H angegeben sind.

#### 6.1 Nenndicke

Die Nenndicke ist die Summe aus den Nenndicken der einzelnen Glasscheiben gemäß Tabelle 1 und den Nenndicken der PVB-Folien. Die Nenndicken handelsüblicher PVB-Folien betragen 0,38 mm, 0,50 mm, 0,76 mm, 1,14 mm, 1,52 mm und 2,28 mm.

#### 6.2 Dickentoleranz

Die tatsächliche Dicke darf, auf 0,1 mm gerundet, von der Nenndicke nicht mehr abweichen als um die nach DIN EN ISO 12543-5 Abschnitt 4.1.2.1 und 4.1.2.4 berechnete Dickentoleranz (Grenzabmaß).

#### 6.3 Breiten-, Längen- und Rechtwinkligkeits-toleranz

Die Plus- und Minustoleranzen +t und -t für die Nennmaße von Breite B und Länge H wird in Abhängigkeit von Nenndicke und Kantenlänge in Tabelle 22 angegeben.

Tabelle 22: Plus- und Minustoleranzen für die Breite und Länge von VSG

Nennmaß B bzw. H mm	Nenndicke ≤ 8 mm	Nenndicke > 8 mm	
		Nenndicke jeder Glasscheibe < 10 mm	Nenndicke mind. einer Glasscheibe ≥ 10 mm
B bzw. H ≤ 2000	+ 3,0 / - 2,0	+ 3,5 / - 2,0	+ 5,0 / - 3,5
2000 < B bzw. H ≤ 3000	+ 4,5 / - 2,5	+ 5,0 / - 3,0	+ 6,0 / - 4,0
B bzw. H > 3000	+ 5,0 / - 3,0	+ 6,0 / - 4,0	+ 7,0 / - 5,0

Die Rechtwinkligkeit wird durch die Diagonalendifferenz beschrieben. Die Diagonalendifferenz von VSG darf je nach Glasdicke und Kantenlänge die in Tabelle 23 angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

Tabelle 23: Grenzwerte der Diagonalendifferenz von VSG

Nennmaß B bzw. H mm	Nenndicke ≤ 8 mm	Nenndicke > 8 mm	
		Nenndicke jeder Glasscheibe < 10 mm	Nenndicke mind. einer Glasscheibe ≥ 10 mm
B bzw. H ≤ 2000	6	7	9
2000 < B bzw. H ≤ 3000	8	9	11
B bzw. H > 3000	10	11	13

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 6 SIGLA® Verbund-Sicherheitsglas

#### 6.4 Versatz

Der Versatz  $d$  einer VSG-Kante ist gemäß Bild 18 die Differenz zwischen den am weitesten zurück- und vorspringenden Kanten der einzelnen Glasscheiben bzw. PVB-Folien. Der höchstzulässige Versatz ist Tabelle 24 zu entnehmen. Die Breite  $B$  und die Länge  $H$  müssen getrennt betrachtet werden.

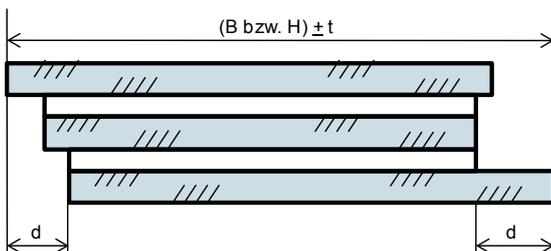


Bild 18: Versatz

Tabelle 24: Zulässiger Versatz

Nennmaß B bzw. H mm	Zulässiger Versatz d mm
B bzw. H ≤ 1000	2,0
1000 < B bzw. H ≤ 2000	3,0
2000 < B bzw. H ≤ 4000	4,0
B bzw. H > 4000	6,0

#### 6.5 Bearbeitungstoleranz

Die Bearbeitungstoleranzen von SIGLA® Verbund-Sicherheitsglas entsprechen den Bearbeitungstoleranzen des Basisglases Pilkington Optifloat™. Bei Verwendung von SIGLA® nach DIN 18008 oder TRLV, TRAV oder TRPV sind die dort genannten Mindest- und Höchstmaße und Toleranzen maßgebend. Darüber hinaus ist der Bohrungsversatz auf  $\pm 2,0$  mm zu begrenzen.

#### 6.6 Visuelle Qualität

Die Beurteilung der visuellen Qualität von SIGLA® Verbund-Sicherheitsglas erfolgt nach der Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen (siehe Anhang).

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 7 SIGLADUR® Verbund-Sicherheitsglas aus TVG

Für das Veredelungsprodukt SIGLADUR® Verbund-Sicherheitsglas (VSG) gelten folgende Normen und allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen:

- DIN EN ISO 12543-1 (2011-12) Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung von Bestandteilen
- DIN EN ISO 12543-2 (2011-12) Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 2: Verbund-Sicherheitsglas
- DIN EN ISO 12543-5 (2011-12) Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 5: Maße und Kantenbearbeitung
- DIN EN 14449 (2005-07) Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Konformitätsbewertung/Produktnorm
- Z-70.4-77

SIGLADUR® Verbund-Sicherheitsglas besteht aus zwei oder mehr, im Regelfall gleich dicken Glasscheiben aus TVG, die mittels einer oder mehrerer Folien aus Polyvinyl-Butyral (PVB) zusammen laminiert sind.

Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die Maße in der Reihenfolge Breite B x Länge H angegeben sind.

#### 7.1 Nenndicke

Die Nenndicke ist die Summe aus den Nenndicken der einzelnen Glasscheiben gemäß Tabelle 1 und den Nenndicken der PVB-Folien. Die Nenndicken handelsüblicher PVB-Folien betragen 0,38 mm, 0,50 mm, 0,76 mm, 1,14 mm, 1,52 mm und 2,28 mm.

#### 7.2 Dickentoleranz

Die tatsächliche Dicke darf, auf 0,1 mm gerundet, von der Nenndicke nicht mehr abweichen als um die nach DIN EN ISO 12543-5 Abschnitt 4.1.2.1 und 4.1.2.4 berechnete Dickentoleranz (Grenzabmaß).

#### 7.3 Breiten-, Längen- und Rechtwinkligkeitstoleranz

Die Plus- und Minustoleranzen +t und -t für die Nennmaße von Breite B und Länge H wird in Abhängigkeit von Nenndicke und Kantenlänge in Tabelle 25 angegeben.

Tabelle 25: Plus- und Minustoleranzen für die Breite und Länge von VSG aus TVG

Nennmaß B bzw. H mm	Nenndicke ≤ 8 mm	Nenndicke > 8 mm	
		Nenndicke jeder Glasscheibe < 10 mm	Nenndicke mind. einer Glasscheibe ≥ 10 mm
B bzw. H ≤ 2000	+ 3,0 / - 2,0	+ 3,5 / - 2,0	+ 5,0 / - 3,5
2000 < B bzw. H ≤ 3000	+ 4,5 / - 2,5	+ 5,0 / - 3,0	+ 6,0 / - 4,0
B bzw. H > 3000	+ 5,0 / - 3,0	+ 6,0 / - 4,0	+ 7,0 / - 5,0

Die Rechtwinkligkeit wird durch die Diagonalendifferenz beschrieben. Die Diagonalendifferenz von VSG darf je nach Glasdicke und Kantenlänge die in Tabelle 26 angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

Tabelle 26: Grenzwerte der Diagonalendifferenz von VSG aus TVG

Nennmaß B bzw. H mm	Nenndicke ≤ 8 mm	Nenndicke > 8 mm	
		Nenndicke jeder Glasscheibe < 10 mm	Nenndicke mind. einer Glasscheibe ≥ 10 mm
B bzw. H ≤ 2000	6	7	9
2000 < B bzw. H ≤ 3000	8	9	11
B bzw. H > 3000	10	11	13

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 7 SIGLADUR® Verbund-Sicherheitsglas aus TVG

#### 7.4 Versatz

Der Versatz  $d$  einer VSG-Kante ist gemäß Bild 19 die Differenz zwischen den am weitesten zurück- und vorspringenden Kanten der einzelnen Glasscheiben bzw. PVB-Folien. Der höchstzulässige Versatz ist Tabelle 27 zu entnehmen. Die Breite  $B$  und die Länge  $H$  müssen getrennt betrachtet werden.

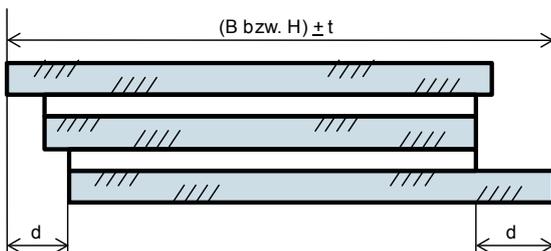


Bild 19: Versatz

Tabelle 27: Zulässiger Versatz

Nennmaß B bzw. H mm	Zulässiger Versatz d mm
B bzw. H ≤ 1000	2,0
1000 < B bzw. H ≤ 2000	3,0
2000 < B bzw. H ≤ 4000	4,0
B bzw. H > 4000	6,0

#### 7.5 Bearbeitungstoleranz

Die Bearbeitungstoleranzen von SIGLADUR® Verbund-Sicherheitsglas entsprechen den Bearbeitungstoleranzen von TVG. Bei Verwendung von SIGLADUR® nach DIN 18008 oder TRLV, TRAV, TRPV oder AbZ sind die dort genannten Mindest- und Höchstmaße und Toleranzen maßgebend. Abweichend davon ist zwischen zwei Bohrungsändern ein Abstand von mindestens 250 mm einzuhalten. Darüber hinaus ist der Bohrungsversatz auf  $\pm 2,0$  mm zu begrenzen.

#### 7.6 Visuelle Qualität

Die Beurteilung der visuellen Qualität von SIGLADUR® Verbund-Sicherheitsglas erfolgt nach der Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen (siehe Anhang).

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 8 Mehrscheiben-Isolierglas

Für Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) gelten die Normen:

- DIN EN 1279-1 (2004-08) Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 1: Allgemeines, Maßtoleranzen und Vorschriften für die Systembeschreibung
- DIN EN 1279-2 (2003-06) Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 2: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Feuchtigkeitsaufnahme
- DIN EN 1279-2 Berichtigung 1 (2004-04)
- DIN EN 1279-3 (2003-05) Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 3: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Gasverlustrate und Grenzabweichungen für die Gaskonzentration
- DIN EN 1279-4 (2002-10) Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 4: Verfahren zur Prüfung der physikalischen Eigenschaften des Randverbundes
- DIN EN 1279-5 (2010-11) Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 5: Konformitätsbewertung
- DIN EN 1279-6 (2002-10) Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 6: Werkseigene Produktionskontrolle und Auditprüfungen

Mehrscheiben-Isolierglas ist eine Einheit aus mindestens zwei Glasscheiben, die durch einen oder mehrere Abstandhalter getrennt und im Randbereich hermetisch versiegelt sind. Randverbund-Querschnitt, -Materialien und -Komponenten entsprechen der Systembeschreibung. Glasarten sind Pilkington Optifloat™, DELODUR® Einscheiben-Sicherheitsglas, TVG teilvorgespanntes Glas, SIGLA® und SIGLADUR® Verbund-Sicherheitsglas.

Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die Maße in der Reihenfolge Breite B x Länge H angegeben sind.

#### 8.1 Nenndicke

Die Nenndicke ist die Summe aus den Nenndicken der einzelnen Glasscheiben (s. Tabelle 1, 16, 18 und Kapitel 6.1 und 7.1) und den angegebenen Scheibenzwischenräumen SZR. Typische SZR-Maße sind 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 18 und 20 mm.

#### 8.2 Dickentoleranz im Randbereich von 2-fach Isolierglas

Die Dicke muss an jeder Ecke und in der Nähe der Mittelpunkte der Kanten zwischen den äußeren Glasoberflächen auf 0,1 mm bestimmt werden. Die Messwerte dürfen von der Nenndicke um nicht mehr als die in Tabelle 28 angegebenen Dickentoleranzen abweichen.

Tabelle 28: Dickentoleranz im Randbereich von 2-fach Isolierglas

Scheibe 1	Scheibe 2	Dickentoleranz mm
Optifloat™	Optifloat™	± 1,0
Andere Kombinationen		± 1,5

#### 8.3 Dickentoleranz im Randbereich von 3-fach Isolierglas

Die nach Abschnitt 8.2 ermittelten Messwerte dürfen von der Nenndicke um nicht mehr als die in Tabelle 29 angegebenen Dickentoleranzen abweichen.

Tabelle 29: Dickentoleranz im Randbereich von 3-fach Isolierglas

Scheibe 1	Scheibe 2	Scheibe 3	Dickentoleranz mm
Optifloat™	Optifloat™	Optifloat™	± 1,4
Andere Kombinationen			+ 2,8 / - 1,4

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 8 Mehrscheiben-Isolierglas

#### 8.4 Breiten-, Längen und Rechtwinkligkeitstoleranz

Eine Rechteckscheibe mit den Nennmaßen Breite B und Länge H muss entsprechend Bild 20 in ein äußeres Toleranzrechteck passen, das, von den Nennmaßen ausgehend, um die Toleranz t vergrößert wurde, und ein inneres Toleranzrechteck umschreiben, das, von den Nennmaßen ausgehend, um die Toleranz t verkleinert wurde. Beide Toleranzrechtecke haben den selben Flächenschwerpunkt, ihre Seiten sind parallel zueinander. Die Toleranzen der Diagonalen und der Rechtwinkligkeit sind ebenfalls durch die beiden Toleranzrechtecke festgelegt.

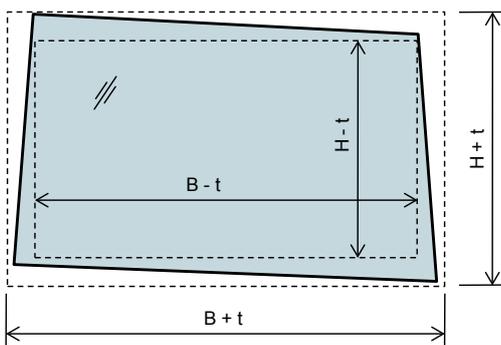


Bild 20: Toleranzrechtecke von MIG

Die Toleranz t ist der Größtwert der Toleranzen der im MIG verbauten Einzelscheiben nach den Tabellen 4, 17, 19, 22 und/oder 25.

In den Tabelle 30-33 sind die Toleranzen für 2- und 3-fach Isolierglas-Kombinationen zusammengestellt.

Tabelle 30: Toleranz t bei 2-fach Isolierglas aus ausschließlich Optifloat™

Nennmaß B bzw. H in mm	Einzelglas-Nenndicke in mm			
	≤ 6	8, 10, 12	15	19
< 1500	± 1,0	± 1,5	± 2,0	± 2,5
≤ 3000	± 1,5	± 2,0	± 2,5	± 3,0
> 3000	± 2,0	± 2,5	± 3,0	± 3,5

Tabelle 31: Toleranz t bei 2-fach Isolierglas aus Optifloat™ und SIGLA® oder SIGLADUR® (oder nur aus SIGLA® oder SIGLADUR®)

Nennmaß B bzw. H in mm	Einzelglas-Nenndicke		
	< 8 mm	> 8 mm	
		Nenndicke jeder Glasscheibe < 10 mm	Nenndicke mind. einer Glasscheibe ≥ 10 mm
< 2000	+ 3,0 / - 2,0	+ 3,5 / - 2,0	+ 5,0 / - 3,5
≤ 3000	+ 4,5 / - 2,5	+ 5,0 / - 3,0	+ 6,0 / - 4,0
> 3000	+ 5,0 / - 3,0	+ 6,0 / - 4,0	+ 7,0 / - 5,0

Tabelle 32: Toleranz t bei 2-fach Isolierglas aus Optifloat™ und DELODUR® oder TVG (oder nur aus DELODUR® oder TVG)

Nennmaß B bzw. H in mm	Einzelglas-Nenndicke	
	≤ 12 mm	> 12 mm
< 2000	± 2,5	± 3,0
≤ 3000	± 3,0	± 4,0
> 3000	± 4,0	± 5,0

## Technische Information: Maßtoleranzen

### 8 Mehrscheiben-Isolierglas

Tabelle 33: Toleranz t bei 3-fach Isolierglas aus Optifloat™, DELODUR®, TVG, SIGLA® oder SIGLADUR®

Nennmaß B bzw. H in mm	Einzelglas-Nennstärke		
	≤ 8	> 8	
		Jede Glasscheibe < 10 mm	mind. eine Glasscheibe ≥ 12 mm
< 2000	+ 3,0 / -2,5	+ 3,5 / -2,5	+ 5,0 / -3,5
≤ 3000	+ 4,5 / -3,0	+ 5,0 / -3,0	+ 6,0 / -4,0
> 3000	+ 5,0 / -4,0	+ 6,0 / -4,0	+ 7,0 / -5,0

Bei der Verwendung von SIGLA® oder SIGLADUR® ist darüber hinaus der Versatz nach Kapitel 6.4 zu beachten.

#### 8.5 Visuelle Qualität

Die Beurteilung der visuellen Qualität von MIG erfolgt nach der Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Glas für das Bauwesen (siehe Anhang).

## Technische Information: Maßtoleranzen

### Literatur

**Bauregelliste A Teil 1**, Lfd. Nr. 11

**DIN 1249-11** (1986-09) Flachglas im Bauwesen - Teil 11: Glaskanten - Begriff, Kantenformen, Ausführung

**DIN EN 572-1** (2012-11) Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften

**DIN EN 572-2** (2012-11) Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 2: Floatglas

**DIN EN 572-8** (2012-11) Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 8: Liefermaße und Festmaße

**DIN EN 572-9** (2005-01) Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 9: Konformitätsbewertung/Produktnorm

**DIN EN 1279-1** (2004-08) Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 1: Allgemeines, Maßtoleranzen und Vorschriften für die Systembeschreibung

**DIN EN 1279-2** (2003-06) + **Ber. 1** (2004-04) Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 2: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Feuchtigkeitsaufnahme

**DIN EN 1279-3** (2003-05) Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 3: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Gasverlustrate und Grenzabweichungen für die Gaskonzentration

**DIN EN 1279-4** (2002-10) Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 4: Verfahren zur Prüfung der physikalischen Eigenschaften des Randverbundes

**DIN EN 1279-5** (2010-11) Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 5: Konformitätsbewertung

**DIN EN 1279-6** (2002-10) Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 6: Werkseigene Produktionskontrolle und Auditprüfungen

**DIN EN 1863-1** (2012-02) Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas - Teil 1: Definition und Beschreibung

**DIN EN 1863-2** (2005-01) Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm

**DIN EN 12150-1** (2000-11) Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-sicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung

**DIN EN 12150-2** (2005-01) Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-sicherheitsglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/ Produktnorm

**DIN EN ISO 12543-1** (2011-12) Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung von Bestandteilen

**DIN EN ISO 12543-2** (2011-12) Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 2: Verbund-Sicherheitsglas

**DIN EN ISO 12543-5** (2011-12) Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 5: Maße und Kantenbearbeitung

**DIN EN 14449** (2005-07) Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbundsicherheitsglas - Konformitätsbewertung/Produktnorm

**DIN 18008-1** (2010-12) Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen

**DIN 18008-2** (2010-12) + **Ber. 1** (2011-04) Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen

**DIN 18008-3** (2013-07) Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen

**TRAV** (2003-01) Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen

**TRLV** (2006-08) Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen

**TRPV** (2006-08) Technische Regeln für die Bemessung und die Ausführung punktförmig gelagerter Verglasungen

## Technische Information: Maßtoleranzen

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

 <b>BUNDESVERBAND FLACHGLAS E.V., TROISDORF</b>	 <b>BUNDESVERBAND DER JUNGLASER UND FENSTERBAUER E.V., HADAMAR</b>	 <b>BUNDESINNUNGS- VERBAND DES GLASERHANDWERKS, HADAMAR</b>	 <b>BUNDESVERBAND GLASINDUSTRIE E.V., DÜSSELDORF</b>	 <b>VERBAND DER FENSTER- UND FASSADENHERSTELLER E.V., FRANKFURT AM MAIN</b>
<h2 style="margin: 0;">Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen</h2>				
<p>Diese Richtlinie wurde erarbeitet vom:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technischen Beirat im Institut des Glaserhandwerks für Verglasungstechnik und Fensterbau, Hadamar und vom</li> <li>• Technischen Ausschuss des Bundesverband Flachglas e.V., Troisdorf.</li> </ul> <p><b>Stand: Mai 2009</b></p>				

## 1. Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen (Verwendung in der Gebäudehülle und beim Ausbau von baulichen Anlagen/Bauwerken). Die Beurteilung erfolgt entsprechend den nachfolgend beschriebenen Prüfgrundsätzen mit Hilfe der in der Tabelle nach Abschnitt 3 angegebenen Zulässigkeiten.

Bewertet wird die im eingebauten Zustand verbleibende lichte Glasfläche. Glaserzeugnisse in der Ausführung mit beschichteten Gläsern, in der Masse eingefärbten Gläsern, Verbundgläsern oder vorgespannten Gläsern (Einscheiben-Sicherheitsglas, teilvorgespanntes Glas) können ebenfalls mit Hilfe der Tabelle nach Abschnitt 3 beurteilt werden.

Die Richtlinie gilt nicht für Glas in Sonderausführungen, wie z. B. Glas mit eingebauten Elementen im Scheibenzwischenraum (SZR) oder im Verbund, Glaserzeugnisse unter Verwendung von Ornamentglas, Drahtglas, Sicherheits-Sonderverglasungen (angriffshemmende Verglasungen), Brandschutzverglasungen, und nicht transparenten Glaserzeugnissen. Diese Glaserzeugnisse sind in Abhängigkeit der verwendeten Materialien, der Produktionsverfahren und der entsprechenden Herstellerhinweise zu beurteilen.

Die Bewertung der visuellen Qualität der Kanten von Glaserzeugnissen ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie. Bei nicht allseitig gerahmten Konstruktionen entfällt für die nicht gerahmten Kanten das Betrachtungskriterium Falzzone. Der geplante Verwendungszweck ist bei der Bestellung anzugeben.

Für die Betrachtung von Glas in Fassaden in der Außenansicht sollten besondere Bedingungen vereinbart werden.

## 2. Prüfung

Generell ist bei der Prüfung die **Durchsicht** durch die Verglasung, d. h. die Betrachtung des Hintergrundes und nicht die Aufsicht maßgebend. Dabei dürfen die Beanstandungen nicht besonders markiert sein.

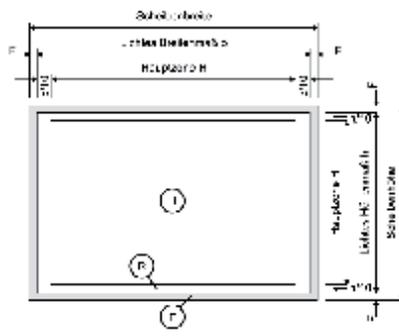
Die Prüfung der Verglasungen gemäß der Tabelle nach Abschnitt 3 ist aus einem Abstand von mindestens 1 m von innen nach außen und aus einem Betrachtungswinkel, welcher der allgemein üblichen Raumnutzung entspricht, vorzunehmen. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung.

Die Verglasungen innerhalb von Räumlichkeiten (Innenverglasungen) sollen bei normaler (diffuser), für die Nutzung der Räume vorgesehener Ausleuchtung unter einem Betrachtungswinkel vorzugsweise senkrecht zur Oberfläche geprüft werden.

Eine eventuelle Beurteilung der Außenansicht erfolgt im eingebauten Zustand unter üblichen Betrachtungsabständen. Prüfbedingungen und Betrachtungsabstände aus Vorgaben in Produktnormen für die betrachteten Verglasungen können hiervon abweichen und finden in dieser Richtlinie keine Berücksichtigung. Die in diesen Produktnormen beschriebenen Prüfbedingungen sind am Objekt oft nicht einzuhalten.

### Technische Information: Maßtoleranzen

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

3. Zulässigkeiten für die visuelle Qualität von Glaserzeugnissen für das Bauwesen	
<b>Tabelle aufgestellt für Floatglas, ESG, TVG, VG, VSG, jeweils beschichtet oder unbeschichtet sowie deren Kombination zu Zwischeliban-Isolierglas</b>	
Zona	Zulässig sind pro Einheit:
<b>F</b>	Außenliegende flache Randbeschädigungen bzw. Muscheln, die die Festigkeit des Glases nicht beeinträchtigen und die Randverbundbreite nicht überschreiten.
	Innenliegende Muscheln ohne lose Scherben, die durch Dichtungsmasse ausgefüllt sind.
	Punkt- und flächenförmige Rückstände sowie Kratzer uneingeschränkt.
<b>R</b>	<b>Einachlöcher, Blasen, Punkte, Flecken etc.:</b> Scheibefläche < 1 m <sup>2</sup> : max. 4 Stück à < 3 mm ∅ Scheibefläche > 1 m <sup>2</sup> : max. 1 Stück à < 3 mm ∅ je umlaufenden m Kantenlänge
	<b>Rückstände (punktförmig) im Scheibenzwischenraum (SZR):</b> Scheibefläche < 1 m <sup>2</sup> : max. 4 Stück à < 3 mm ∅ Scheibefläche > 1 m <sup>2</sup> : max. 1 Stück à < 3 mm ∅ je umlaufenden m Kantenlänge
	<b>Rückstände (flächenförmig) im SZR:</b> max. 1 Stück ≤ 3 cm <sup>2</sup>
	<b>Kratzer: Summe der Einzellängen:</b> max. 90 mm Einzellänge: max. 30 mm
	<b>Haarkratzer:</b> nicht gehäuft erlaubt
<b>H</b>	<b>Einachlöcher, Blasen, Punkte, Flecken etc.:</b> Scheibefläche < 1 m <sup>2</sup> : max. 2 Stück à < 2 mm ∅ 1 m <sup>2</sup> ≤ Scheibefläche < 2 m <sup>2</sup> : max. 3 Stück à < 2 mm ∅ Scheibefläche ≥ 2 m <sup>2</sup> : max. 5 Stück à < 2 mm ∅
	<b>Kratzer: Summe der Einzellängen:</b> max. 45 mm Einzellänge: max. 15 mm
	<b>Haarkratzer:</b> nicht gehäuft erlaubt
<b>R+H</b>	max. Anzahl der Zulässigkeiten wie in Zone R Einachlöcher, Blasen, Punkte, Flecken etc. von 0,5 bis < 1,0 mm sind ohne Flächenbegrenzung zugelassen, außer bei Anhäufungen. Eine Anhäufung liegt vor, wenn mindestens 4 Einachlöcher, Blasen, Punkte, Flecken etc. innerhalb einer Kreisfläche mit einem Durchmesser von ≥ 20 cm vorhanden sind.
<b>Hinweise:</b> Beanstandungen ≤ 0,5 mm werden nicht berücksichtigt. Vorhandene Störfelder (Hof) dürfen nicht größer als 3 mm sein.	
<b>Zulässigkeiten für Dreifach-Wärmedämmglas, Verbundglas (VG) und Verbundalsicherheitsglas (VSG):</b> Die Zulässigkeiten der Zone R und H erhöhen sich in der Häufigkeit je zusätzlicher Glaseinheit und je Verbundglaseinheit um 25 % der oben genannten Werte. Das Ergebnis wird stets aufgerundet.	
<b>Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) und teilvorgespanntes Glas (TVG) sowie Verbundglas (VG) und Verbundalsicherheitsglas (VSG) aus ESG und/oder TVG:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Die lokale Walligkeit auf der Glasfläche – außer bei ESG aus Ornamentglas und TVG aus Ornamentglas – darf 0,3 mm bezogen auf eine Messstrecke von 300 mm nicht überschreiten.</li> <li>Die Verwerfung bezogen auf die gesamte Glaskantenlänge – außer bei ESG aus Ornamentglas und TVG aus Ornamentglas – darf nicht größer als 3 mm pro 1000 mm Glaskantenlänge sein. Bei quadratischen Formaten und annähernd quadratischen Formaten (bis 1:1,5) sowie bei Einzelscheiben mit einer Nennstärke &lt; 6 mm können größere Verwerfungen auftreten.</li> </ol>	
	<p><b>F = Falzzone:</b> der optisch abgedeckte Bereich im eingebauten Zustand (mit Ausnahme von mechanischen Kantenbeschädigungen keine Einschränkungen)</p> <p><b>R = Randzone:</b> umlaufend 10 % der jeweiligen lichten Breiten- und Höhenmaße (weniger strenge Beurteilung)</p> <p><b>H = Hauptzone:</b> (strenge Beurteilung)</p>

## Technische Information: Maßtoleranzen

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

#### 4. Allgemeine Hinweise

Die Richtlinie stellt einen Bewertungsmaßstab für die visuelle Qualität von Glas im Bauwesen dar. Bei der Beurteilung eines eingebauten Glaserzeugnisses ist davon auszugehen, dass außer der visuellen Qualität ebenso die Merkmale des Glaserzeugnisses zur Erfüllung seiner Funktionen mit zu berücksichtigen sind.

Eigenschaftswerte von Glaserzeugnissen, wie z. B. Schalldämm-, Wärmedämm- und Lichttransmissionswerte etc., die für die entsprechende Funktion angegeben werden, beziehen sich auf Prüfscheiben nach der entsprechend anzuwendenden Prüfnorm. Bei anderen Scheibenformaten, Kombinationen sowie durch den Einbau und äußere Einflüsse können sich die angegebenen Werte und optischen Eindrücke ändern.

Die Vielzahl der unterschiedlichen Glaserzeugnisse lässt nicht zu, dass die Tabelle nach Abschnitt 3 uneingeschränkt anwendbar ist. Unter Umständen ist eine produktbezogene Beurteilung erforderlich. In solchen Fällen, z. B. bei Sicherheits-Sonderverglasungen (angriffshemmende Verglasungen), sind die besonderen Anforderungsmerkmale in Abhängigkeit der Nutzung und der Einbausituation zu bewerten. Bei Beurteilung bestimmter Merkmale sind die produktspezifischen Eigenschaften zu beachten.

##### 4.1 Visuelle Eigenschaften von Glaserzeugnissen

###### 4.1.1 Eigenfarbe

Alle bei Glaserzeugnissen verwendeten Materialien haben rohstoffbedingte Eigenfarben, welche mit zunehmender Dicke deutlicher werden können. Aus funktionellen Gründen werden beschichtete Gläser eingesetzt. Auch beschichtete Gläser haben eine Eigenfarbe. Diese Eigenfarbe kann in der Durchsicht und/oder in der Aufsicht unterschiedlich erkennbar sein. Schwankungen des Farbindruckes sind aufgrund des Eisenoxidgehalts des Glases, des Beschichtungsprozesses, der Beschichtung sowie durch Veränderungen der Glasdicken und des Scheibenaufbaus möglich und nicht zu vermeiden.

###### 4.1.2 Farbunterschiede bei Beschichtungen

Eine objektive Bewertung des Farbunterschiedes bei Beschichtungen erfordert die Messung bzw. Prüfung des Farbunterschiedes unter vorher exakt definierten Bedingungen (Glasart, Farbe, Lichtart). Eine derartige Bewertung kann nicht Gegenstand dieser Richtlinie sein. (Weitere Informationen dazu finden sich in dem VFF Merkblatt „Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen“)

###### 4.1.3 Bewertung des sichtbaren Bereiches des Isolierglas-Randverbundes

Im sichtbaren Bereich des Randverbundes und somit außerhalb der lichten Glasfläche können bei Isolierglas an Glas und Abstandhalterrahmen fertigungsbedingte Merkmale erkennbar sein. Diese Merkmale können sichtbar werden, wenn der Isolierglas-Randverbund konstruktionsbedingt an einer oder mehreren Seiten nicht abgedeckt ist.

Die zulässigen Abweichungen der Parallelität der/des Abstandhalter(s) zur geraden Glaskante oder zu weiteren Abstandhaltern (z.B. bei Dreifach-Wärmedämmglas) betragen bis zu einer Grenzkanallänge von 2,5 m insgesamt 4 mm, bei größeren Kanallängen insgesamt 6 mm. Bei Zweischaiben-Isolierglas beträgt die Toleranz des Abstandhalters bis zur Grenz-Kanallänge von 3,5 m 4 mm, bei größeren Kanallängen 6 mm. Wird der Randverbund des Isolierglases konstruktionsbedingt nicht abgedeckt, können typische Merkmale des Randverbundes sichtbar werden, die nicht Gegenstand der Richtlinie sind und im Einzelfall zu vereinbaren sind.

Besondere Rahmenkonstruktionen und Ausführungen des Randverbundes von Isolierglas erfordern eine Abstimmung auf das jeweilige Verglasungssystem.

###### 4.1.4 Isolierglas mit innenliegenden Sprossen

Durch klimatische Einflüsse (z. B. Isolierglaseffekt) sowie Erschütterungen oder manuell angeregte Schwingungen können zeitweilig bei Sprossen Klappgeräusche entstehen.

Sichtbare Sägechnitte und geringfügige Farbbläunungen im Schnittbereich sind herstellungsbedingt.

Abweichungen von der Rechtwinkligkeit und Versatz innerhalb der Feldeinteilungen sind unter Berücksichtigung der Fertigungs- und Einbautoleranzen und des Gesamteindrucks zu beurteilen.

Auswirkungen aus temperaturbedingten Längenänderungen bei Sprossen im Scheibenzwischenraum können grundsätzlich nicht vermieden werden. Ein herstellungsbedingter Sprossenversatz ist nicht komplett vermeidbar.

###### 4.1.5 Außenflächenbeschädigung

Bei mechanischen oder chemischen Außenflächenverletzungen, die nach dem Verglasen erkannt werden, ist die Ursache zu klären. Solche Beanstandungen können auch nach Abschnitt 3 beurteilt werden.

Im Übrigen gelten u. a. folgende Normen und Richtlinien:

- Technische Richtlinien des Glaserhandwerks
- VOB/C ATV DIN 18 361 „Verglasungsarbeiten“
- Produktnormen für die betrachteten Glasprodukte
- Merkblatt zur Glasreinigung, herausgegeben vom Bundesverband Flachglas e. V. u. a.
- Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas, herausgegeben vom Bundesverband Flachglas e. V. u. a.

und die jeweiligen technischen Angaben und die gültigen Einbauvorschriften der Hersteller.

## Technische Information: Maßtoleranzen

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

#### 4.1.6 Physikalische Merkmale

Von der Beurteilung der visuellen Qualität ausgeschlossen ist eine Reihe unvermeidbarer physikalischer Phänomene, die sich in der lichten Glasfläche bemerkbar machen können, wie:

- Interferenzerscheinungen
- Isolierglaseffekt
- Anisotropien
- Kondensation auf den Scheiben-Außenflächen (Taufwasserbildung)
- Benetzbarkeit von Glasoberflächen

#### 4.2 Begriffserläuterungen

##### 4.2.1 Interferenzerscheinungen

Bei Isolierglas aus Floatglas können Interferenzen in Form von Spektralfarben auftreten. Optische Interferenzen sind Überlagerungserscheinungen zweier oder mehrerer Lichtwellen beim Zusammentreffen auf einen Punkt.

Sie zeigen sich durch mehr oder minder starke farbige Zonen, die sich bei Druck auf die Scheibe verändern. Dieser physikalische Effekt wird durch die Planparallelität der Glasoberflächen verstärkt. Diese Planparallelität sorgt für eine verzerrungsfreie Durchsicht. Interferenzerscheinungen entstehen zufällig und sind nicht zu beeinflussen.

##### 4.2.2 Isolierglaseffekt

Isolierglas hat ein durch den Randverbund eingeschlossenes Luft-/Gasvolumen, dessen Zustand im Wesentlichen durch den barometrischen Luftdruck, die Höhe der Fertigungsstätte über Normal-Null (NN) sowie die Lufttemperatur zur Zeit und am Ort der Herstellung bestimmt wird. Bei Einbau von Isolierglas in anderen Höhenlagen, bei Temperaturänderungen und Schwankungen des barometrischen Luftdruckes (Hoch- und Tiefdruck) ergeben sich zwangsläufig konkave oder konvexe Wölbungen der Einzelscheiben und damit optische Verzerrungen.

Auch Mehrfachspiegelungen können unterschiedlich stark an Oberflächen von Glas auftreten.

Verstärkt können diese Spiegelbilder erkennbar sein, wenn z. B. der Hintergrund der Verglasung dunkel ist.

Diese Erscheinung ist eine physikalische Gesetzmäßigkeit.

##### 4.2.3 Anisotropien

Anisotropien sind ein physikalischer Effekt bei wärmebehandelten Gläsern, resultierend aus der internen Spannungsverteilung. Eine abhängig vom Blickwinkel entstehende Wahrnehmung dunkelfarbiger Ringe oder Streifen bei polarisiertem Licht und/oder Betrachtung durch polarisierende Gläser ist möglich.

Polarisiertes Licht ist im normalen Tageslicht vorhanden. Die Größe der Polarisation ist abhängig vom Wetter und vom Sonnenstand. Die Doppelbrechung macht sich unter flachem Blickwinkel oder auch bei im Eck zueinander stehenden Glasflächen stärker bemerkbar.

##### 4.2.4 Kondensation auf Scheiben-Außenflächen (Taufwasserbildung)

Kondensat (Taufwasser) kann sich auf den äußeren Glasoberflächen dann bilden, wenn die Glasoberfläche kälter ist als die angrenzende Luft (z. B. beschlagene PKW-Scheiben).

Die Taufwasserbildung auf den äußeren Oberflächen einer Glasscheibe wird durch den  $U_g$ -Wert, die Luftfeuchtigkeit, die Luftströmung und die Innen- und Außentemperatur bestimmt.

Die Taufwasserbildung auf der raumseitigen Scheibenoberfläche wird bei Behinderung der Luftzirkulation, z. B. durch tiefe Laibungen, Vorhänge, Blumentöpfe, Blumenkästen, Jalousiearten sowie durch ungünstige Anordnung der Heizkörper, mangelnde Lüftung o. ä. gefördert.

Bei Isolierglas mit hoher Wärmedämmung kann sich auf der witterungseitigen Glasoberfläche vorübergehend Taufwasser bilden, wenn die Außenfeuchtigkeit (relative Luftfeuchte außen) hoch und die Lufttemperatur höher als die Temperatur der Scheibenoberfläche ist.

##### 4.2.5 Benetzbarkeit von Glasoberflächen

Die Benetzbarkeit der Glasoberflächen kann z. B. durch Abdrücke von Rollen, Fingern, Etiketten, Papiermaserungen, Vakuumsaugern, durch Dichtstoffreste, Silikonbestandteile, Gleitmittel, Gleitmittel oder Umwelteinflüsse unterschiedlich sein. Bei feuchten Glasoberflächen infolge Taufwasser, Regen oder Reinigungswasser kann die unterschiedliche Benetzbarkeit sichtbar werden.

© 2009 by Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, 65589 Hadamar, und Bundesverband Flachglas e.V., 53840 Troisdorf. Einem Nachdruck wird nach Rückfrage gern zugestimmt. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Bundesinnungsverbandes des Glaserhandwerks oder des Bundesverband Flachglas e.V. ist es jedoch nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.

## Technische Information: Maßtoleranzen

### Anhang Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern



Bundesverband  
Flachglas e.V.  
Mülheimer Straße 1  
53840 Troisdorf



Fachverband  
Konstruktives Glasbau e.V.  
Aegheer Straße 1019a  
50858 Köln

## Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern

Stand: März 2014

### 1.0 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von einflächig bzw. teilflächig emaillierten Gläsern, die durch Auftragen und Litbrennen von keramischen Farben als Linienreiben oder als Glas oder bei vorgespanntes Glas hergestellt werden. Diese Richtlinie gilt nicht für farbiges Glas nach EN 16177 oder anderweitig bedruckte Gläser. Bauordnungsrachliche Aspekte werden von dieser Richtlinie nicht berührt.

Die in Abschnitt 1 der „Prüfung“ genannten Hinweise und Toleranzen gelten in ihrem Grundsatz auch für andere Farbarten, zum Beispiel organische Farben. Die spezifischen Eigenschaften dieser Farbarten werden in dieser Richtlinie nicht beschrieben. Auch so genannte „schlechte“ Gläser, die thermisch vorgespannt werden können, werden mit keramischen Farben beschichtet. Somit ist diese Richtlinie auch für diese Produkte gültig.

Zur Beurteilung der Produkte ist es erforderlich, dem Hersteller mit der Bestellung der konkreten Anwendungsbereich, die konstruktive und visuelle Anforderung bekannt zu geben. Das betrifft insbesondere folgende Angaben:

- Innen- und/oder Außenanwendung
- Einsatz für den Durchsichtsbereich (Bausatzung von beiden Seiten z. B. Trennwände, usw.)
- Anwendung mit direkter Hinterleuchtung
- Kantenqualität sowie Farbteil der Kante (für freistehende Kartens wird eine geschliffene oder polierte Kantenbearbeitung empfohlen. Bei gesäumter Ausführung wird von einer gerahmten Karte ausgegangen.)
- Weiterverarbeitung der Monatsreihen z. B. zu Mehrschichtenisolierglas (MIG) oder V8/VSG und/oder Druck mit Orientierung zur Folie
- Berücksichtigung auf Position 1 für Außenanwendung

Sind emaillierte Gläser zu VSG oder MIG verbunden, wird jede emaillierte Scheibe einzeln beurteilt (wie Monatsreihen).

## Technische Information: Maßtoleranzen

### Anhang Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern

#### 2.0 Verfahren/Hinweise/Begriffe

##### 2.1 Allgemeines

Die Emailfarbe besteht aus anorganischen Stoffen, die für die Farbgebung verantwortlich sind und die geringen Schwankungen unterliegen. Diese Stoffe sind mit Glasfluss vermischt. Während des thermischen Vorkalzprozesses (F&S, F&S-H und TVG) mischt sich der Glasfluss die Farbkörper und verbindet sich mit der Glasoberfläche. Erst nach diesem Brennprozess ist die endgültige Farbgebung zu sehen.

Die Farben sind so gewählt, dass sie sich bei einer Temperatur der Glasoberfläche von ca. 600 – 620 °C in nahezu weißer Minuten mit der Oberfläche verbinden. Dieses Temperaturfenster ist sehr eng und insbesondere bei unterschiedlich großen Scheiben und verschiedenen Farben nicht immer exakt reproduzierbar einzuhalten.

Darüber hinaus ist auch die Auftragart entscheidend für den Farbeindruck. Ein Sieb- bzw. Digitaldruck bringt auf Grund des dünnen Farbauftrages weniger Deckkraft, der Farbe als ein im Walzenverfahren hergestelltes Produkt mit dickerem und somit dichterem Farbauftrag. Die Deckkraft ist zusätzlich abhängig von der gewählten Farbe.

Die Glasoberfläche kann durch verschiedene Auftragarten walzartig oder flächig emailliert werden. Die Emailanfertigung wird in der Regel auf die von der Bezeichnung abgewandten Seite (Position 2 oder innen) aufgebracht. Ausnahmen sind mit dem Hersteller abzustimmen. Für die Anwendung auf Position 1 (Wärmeisseite) werden spezielle Farben verwendet. Die keramischen Farben (Email) sind weitgehend kratz- und druckfest, säureresistent, licht- und haftbeständig und entsprechen der Haftbarkeit keramischer Schmelzfarben.

Bei walzartiger Emaillierung mit transparenten Farben ist eine Wolkeneffektung möglich. Diese Merkmale können bei Hinderdurchsicht der Scheiben sichtbar werden. Es muss berücksichtigt werden, dass bei transparenten Farben ein direkt zur Windsseite (Farbseite) aufgetragenes Metall (Glasstoffe, Paneelelektro, Isolierungen, Halterungen usw.) durchscheinen kann.

Bei der Verwendung von metallischen Farben, ist darauf zu achten, dass diese nicht Feuchtigkeit ausgesetzt werden. Die Anwendung dieser Farben sollte mit dem Hersteller abgestimmt werden.

Wenn bedruckte Scheiben zusätzlich mit Funktionsschichten zum z.B. Sonnenschutz und/oder zur Wärmeeinsparung versehen werden, sind die entsprechenden Normen und Richtlinien für die Beurteilung der visuellen Qualität des Endproduktes zu beachten. U.a. EN 12998 und/oder die zuvor genannte Richtlinien für Glas im Bauwesen. Die bedruckte Fläche wird nach dieser Richtlinie beurteilt.

##### 2.2 Verfahren

###### 2.2.1 Rollcoating-Verfahren

Die plane Glascheibe wird unter einer geillten Gummiwalze durchgeführt, die die Emailfarbe auf die Glasoberfläche überträgt. Dadurch wird eine gleichmäßige, homogene walzartige Farbverteilung gewährleistet.

Typisch ist, dass die geringe Struktur der Walze aus der Nähe zu sehen ist. (Farbseite). Im Normalfall sieht man diese „Rillen“ jedoch von der Vorderseite (durch das Glas her gesehen) kaum. Gewante Freilageflächen sind in der Regel nicht für den Durchsichtbereich geeignet, so dass diese Anwendungen unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen sind. Es kann ein sogenannter „Stromeinbleib“ (sehr kleine Fehlstelle) in der Emaille entstehen.

Verfahrensendung ist ein „Farbübertrag“ an allen Kanten möglich, der insbesondere an den Langkanten (in Laufrichtung der Walzenlage gesehen) leicht möglich sein kann. Die Kantenfläche bleibt jedoch in der Regel farblos. Die Einzelanfertigung ist deshalb vorher mit dem Hersteller abzustimmen. Optionale Kantenanfertigungen der Emailfarbe mittels Sprühpistole geschehen.

###### 2.2.2 Gießverfahren

Die Glasoberfläche läuft horizontal durch einen so genannten „Gießschleier“ wobei die Oberfläche vollständig mit Farbe bedeckt wird. Durch Verstellen der Fahrmarge und der Durchlaufgeschwindigkeit kann die Dicke des Farbauftrages in einem relativ großen Bereich gesteuert werden. Durch die hohe Überleit der Gießlippe besitzt jedoch die Möglichkeit, dass in Längsrichtung (Gießrichtung) unterschiedlich dicke Streifen verursacht werden. Anwendungen für den Durchsichtbereich sind unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen.

Der „Farbübertrag“ an den Kanten ist wesentlich größer als bei im Rollcoating-Verfahren und nur mit hohem Aufwand zu vermeiden. Werden farblose Sichtkanten gewünscht, muss das bei der Bestimmung angegeben werden.

## Technische Information: Maßtoleranzen

### Anhang Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern

#### 2.2.3 Siebdruckverfahren

Im Gegensatz zu den übrigen beschriebenen Verfahren ist hierbei ein voll- oder teilflächiger Farbauftrag möglich. Auf einem rechteckigen Siebdrucktisch wird die Farbe durch ein engmaschiges Sieb mit einer Rakel auf die Glasoberfläche aufgebracht, wobei die Dicke des Farbauftrages durch die Maschenweite des Siebes und den Fadenruchmesser beeinflusst wird. Der Farbauftrag ist dabei generell dünner als beim Rollencoating- und Großverfahren und erscheint je nach gewählter Farbe deckend oder durchscheinend.

Typisch für den Fertigungsprozess sind je nach Farbe leichte Streifen sowohl in Druckrichtung, aber auch quer dazu sowie vereinzelt auftretende leichte Schlierenstellen.

Die Schreibkanten bleiben beim Siebdruck in der Regel farblos, können jedoch im Saumbereich eine leichte Farbwolke aufweisen, so dass der Hinweis auf freistehende Kanten für eine anwendungsgerechte Fertigung erforderlich ist.

Mit diesem Verfahren können Mehrfarbdrucke realisiert werden. 7 im Resultat ein so genannter Doppel-Siebdruck, bei dem je nach bearbeiteter Oberflächenseite zwei unterschiedliche Farben erkennbar sind. Toleranzen, z. B. zur Deckungsgleichheit, sind mit dem Hersteller abzuklären.

Das Bedrucken ausgewählter Ornamentgläser ist möglich, aber immer mit dem Hersteller abzuklären.

#### 2.2.4 Digitaldruckverfahren

Die keramische Farbe wird mit einem Verfahren, dessen Prinzip einem Tintenstrahldrucker ähnelt, direkt auf die Glasoberfläche aufgebracht, wobei die Dicke des Farbauftrages variieren kann. Der Farbauftrag ist dabei dünner als beim Rollencoating-, Groß- oder Siebdruckverfahren und erscheint je nach gewählter Farbe deckend oder durchscheinend. Eine hohe Druckauflösung bis zu 360 dpi ist derzeit möglich.

Typisch für den Fertigungsprozess sind gering sichtbare Streifen in Druckrichtung. Diese sind fertigungstechnisch nicht vermeidbar. Die Schreibkanten bleiben beim Digitaldruck in der Regel farblos, können jedoch im Saumbereich eine leichte Farbwolke aufweisen, so dass der Hinweis auf freistehende Kanten für eine anwendungsgerechte Fertigung erforderlich ist.

Die Druckkanten sind in Druckrichtung exakt gerade und quer zur Druckrichtung nicht gerammt. Fallsprünge entlang der Druckkanten kann auftreten. Bei Punktdruck und Textdrucken zeigen die Druckkanten eine Zerrung, die ebenso wie der Fallsprüngeffekt nur aus geringer Erfahrung zu erkennen ist.

Das Digitaldruckverfahren ist vor allem für komplexe mehrfarbige Rasterdesigns oder Bilder, weniger für einfaches, vollflächiges Bedrucken geeignet.

## 3.0 Prüfung

Generell ist bei der Prüfung die Ansicht durch das Glas auf die Emaillicierung maßgebend, dabei dürfen die Bearbeitungen nicht besonders markant sein. Die Prüfung der Verglasung ist aus einem Abstand von mindestens 3 m Entfernung und senkrechter Betrachtungsweise bzw. einem Betrachtungswinkel von max. 90° zur Senkrechten vorzunehmen. Geprüft wird bei diffusen Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung vor einem einfarbigen, opaken Hintergrund. Bei vorher vereinbarten speziellen Anwendungen sind diese als Prüfbedingungen anzuwenden.

Bei der Anwendung als WÄ/WSE ist bei der Lagerung Besagte ganzgegerontete noch die Folienanzustellung aus dem Werkstoff zu beachten.

Je nach Muster kann es bei Motiven, die im Siebdruckverfahren aufgebracht werden, zu einem so genannten „Moiré“ kommen. Der Moiré-Effekt (von frz. moirer, moirieren; moirieren) macht sich bei der Überlagerung von regelmäßigen feinen Rastern durch zusätzlich scheinbare grobe Raster bemerkbar. Dieser Aussehen ist dem schon ergebnen Mustern ähnlich, die Muscom aus Moiré raven ähnlich sind. Dieser Effekt ist physikalisch bedingt. (s. Grafik im Anhang)

Werden Bedruckungen zur Abdeckung, z. B. von Profilen von geklebten Fassaden, verwendet, kann es bei sehr hellen Farben, zu einem Durchscheitern der Konstruktion kommen. Es sind hier geeignete Farben zu verwenden.

Die Richtlinie dient ausschließlich zur Beurteilung der Emaillicierung des sichtbaren Bereichs im eingedauten Zustand. Für die Beurteilung des Glases wird die Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen herangezogen.

## Technische Information: Maßtoleranzen

### Anhang Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern

Fehlerarten / Toleranzen für emaillierte Gläser															
Zulässig: punktförmige Stellen im Email <sup>A</sup>	R <sub>Ca</sub> = 1,0 mm max. 3 Punkte/100 mm <sup>2</sup> Abstand ≥ 100 mm R <sub>LC</sub> = 2,0 mm max. 2 Punkte/Scheibe														
Hasenitzer und eingetragene Fremdkörper	zulässig bis 10 mm Länge														
Wolken <sup>A*</sup>	unzulässig														
Wasserflecken	unzulässig														
Kantenschädigung an den Kanten	Beliebig orientierte Schichten und an Beliebigem, die mit zusätzlichem mechanischer Kontakt angreifen oder ausstrahlen, wenn sie sind, zulässig, sonst nicht.  Beliebig orientierte Schichten mit geschliffener oder polierter Kante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Rollenstrichverfahren auf der Basis zulässig, auf der Kante nicht zulässig</li> <li>• Im Dreifachverfahren zulässig</li> <li>• Im Siebdruckverfahren nicht zulässig</li> <li>• Im Digitaldruckverfahren nicht zulässig</li> </ul> Verfahrensbereitungen beim Digitaldruck nur aus der Nähe erkennbare kleine Transparenz- und unmittellbaren Bereichen der Druckanfertigung.														
Unbedruckter Glasrand	Geldruck und Digitaldruck zulässig bis 2 mm														
Unter 70 mg/m <sup>2</sup> Gläser im Druck	zulässig														
Einseitige Gläser (z.B. Abs. 1 <sup>**</sup> )	Scheibengröße ≤ 2000 mm <sup>2</sup> ± 2,0 mm Scheibengröße ≤ 3000 mm <sup>2</sup> ± 3,0 mm Scheibengröße > 3000 mm <sup>2</sup> ± 4,0 mm														
Abweichungen der Abmessungen bei tolleranzbehafteter Fertigung (z.B. Abs. 1)	Kantenlänge der Diagonale: <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>≤ 1000 mm</td><td>± 0,0 mm</td></tr> <tr><td>≤ 3000 mm</td><td>± 3,0 mm</td></tr> <tr><td>&gt; 3000 mm</td><td>± 4,0 mm</td></tr> </table>	≤ 1000 mm	± 0,0 mm	≤ 3000 mm	± 3,0 mm	> 3000 mm	± 4,0 mm								
≤ 1000 mm	± 0,0 mm														
≤ 3000 mm	± 3,0 mm														
> 3000 mm	± 4,0 mm														
Besteigungsabweichung (z.B. Abs. 1)	In Abhängigkeit der Größe: <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>Kantenlänge der Diagonale:</td><td>Toleranzbereich:</td></tr> <tr><td>≤ 30 mm</td><td>± 0,8 mm</td></tr> <tr><td>≤ 100 mm</td><td>± 1,0 mm</td></tr> <tr><td>≤ 300 mm</td><td>± 1,5 mm</td></tr> <tr><td>≤ 1000 mm</td><td>± 2,0 mm</td></tr> <tr><td>≤ 3000 mm</td><td>± 3,0 mm</td></tr> <tr><td>&gt; 3000 mm</td><td>± 4,0 mm</td></tr> </table>	Kantenlänge der Diagonale:	Toleranzbereich:	≤ 30 mm	± 0,8 mm	≤ 100 mm	± 1,0 mm	≤ 300 mm	± 1,5 mm	≤ 1000 mm	± 2,0 mm	≤ 3000 mm	± 3,0 mm	> 3000 mm	± 4,0 mm
Kantenlänge der Diagonale:	Toleranzbereich:														
≤ 30 mm	± 0,8 mm														
≤ 100 mm	± 1,0 mm														
≤ 300 mm	± 1,5 mm														
≤ 1000 mm	± 2,0 mm														
≤ 3000 mm	± 3,0 mm														
> 3000 mm	± 4,0 mm														
Kantenschädigung	Die Beschädigung der Kanten erfolgt durch das Glas (z.B. durch Position 2). Es hat sich im Inneren der Kante um 0,5 mm (Höhe) bzw. 0,5 mm (Winkel) bei der Fertigung des Glases sind zulässig (siehe auch Kapitel 4).														

<sup>A</sup> Fehler < 0,5 mm („Steinchen“ oder „Pinholes“) = kleinste Fehler im Email sind zulässig und werden generell nicht Leuchtstichtig. Die Ausbesserungen von Fehlstellen mit Emaille vor dem Verspannprozess („Low“) = Leuchtstichtig. Leuchtstichtig vor dem Verspannprozess ist zulässig. Dieser Lack der nicht im Bereich der Randleuchtung verwendet werden.

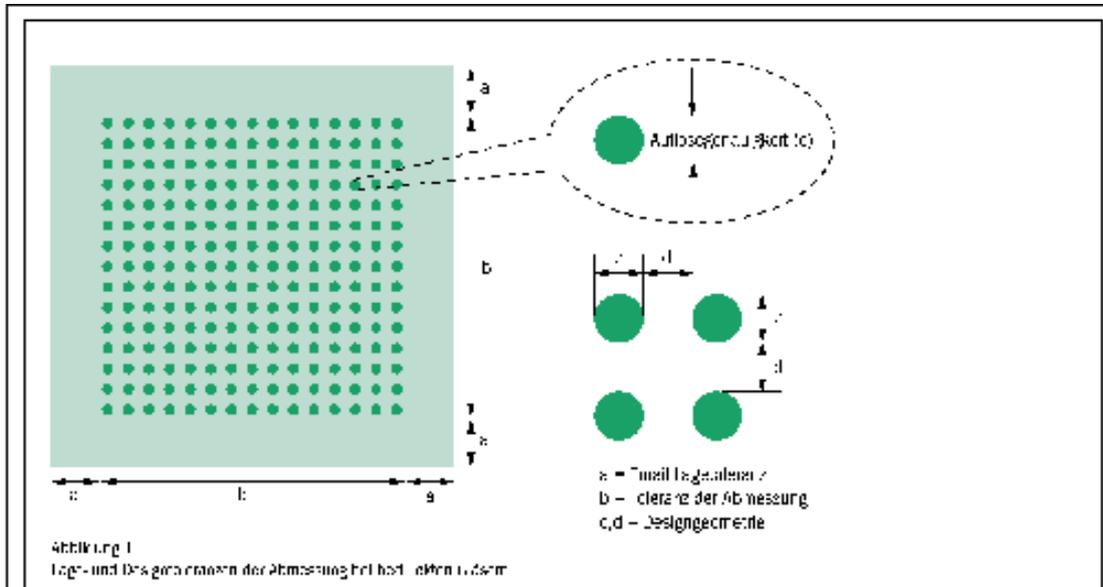
<sup>A\*</sup> Bei feinen Defekten (Belastung mit Teilflächen < 1 mm<sup>2</sup>) kann ein so genannter „Kühn-Effekt“ auftreten. Aus diesem Grunde ist eine Abs. 1 mm<sup>2</sup> mit der Fehlerstellen erfindet.

<sup>A\*\*</sup> Die Email Legetoleranz wird vom Referenzpunkt aus gemessen, der mit dem Hersteller zu stimmen ist.

**Tabelle 1**

## Technische Information: Maßtoleranzen

### Anhang Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern



**Für geometrische Figuren oder so genannte Lochmasken unter 3 nm Größe oder Vertäufel von 0 - 100 % gelten folgende Anmerkungen:**

- Weder Punkte, Linien oder Figuren dieser Größe in geringem Abstand aneinanderreihen, so reagiert das menschliche Auge sehr sensibel.
- Toleranzen der Geometrie oder des Abstandes im Zehntel- bis Meter-Bereich für grobe Abweichungen ausl.
- Diese Anwendungen müssen in jedem Fall mit dem Hersteller auf Machbarkeit geprüft werden. Die Herstellung eines 1:1 Modells ist zu empfehlen.

## 4.0 Beurteilung des Farbeindrucks

Farbabweichungen können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, da diese durch mehrere nicht vermeidbare Einflüsse auftreten können.

Auf Grund nachfolgend genannter Einflüsse kann unter bestimmten Licht- und Betrachtungsbedingungen ein erkennbarer Farbunterschied zwischen zwei emaillierten Glasstücken vorhersehen, der vom Betrachter sehr subjektiv als „Brand“ oder auch „nicht störend“ eingestuft werden kann.

### 4.1 Art des Basglases und Einfluss der Farbe

Die Eigenfarbe des Glases, die wesentlich von der Glasdicke und der Glasart (z. B. durchgefärbte Gläser, eichurme Gläser usw.) abhängt, führt zu einem veränderten Farbeindruck der Emailierung (Emailierung Position 2). Zusätzlich kann dieses Glas mit unterschiedlichen Beschichtungen versehen sein, wie z. B. Sonnenschutzschichten (Erhöhung der Lichtreflexion der Oberfläche), reflexionsmindernden Beschichtungen oder auch leicht geprägt sein wie z. B. bei Strukturgläsern. Farbabweichungen bei der Emailierung können auf Grund von Schwankungen bei der Farbherstellung und dem Einbrennprozess nicht ausgeschlossen werden.

### 4.2 Lichtart, bei der das Objekt betrachtet wird

Die Lichtverhältnisse sind in Abhängigkeit von der Jahres- und Tageszeit und der vorherrschenden Witterung ständig verschieden. Das bedeutet, dass die Spektralfarben des Lichtes, die durch die verschiedenen Medien (Luft, Oberfläche, Glaskörper) auf die Farbe aufreffen, im Bereich des sichtbaren Spektrums (380 nm - 780 nm) unterschiedlich stark vorhanden sind.

Die erste Oberfläche reflektiert bereits einen Teil des auftretenden Lichtes, mehr oder weniger je nach Einfallswinkel. Die auf die Farbe auftretenden „Spektralfarben“ werden von der Farbe (Farborientier) teilweise reflektiert bzw. absorbiert. Dadurch erscheint die Farbe je nach Lichtquelle und der Betrachtung sowie Hintergrund unterschiedlich.

## Technische Information: Maßtoleranzen

### Anhang Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern

#### 4.3 Betrachter bzw. Art der Betrachtung

Das menschliche Auge reagiert auf verschiedene Farben sehr unterschiedlich. Während bei Betrachtungen bereits eine sehr geringe Farbunterschied der Lichtwahrnehmung wird, werden bei grünen Farben Farbunterschiede weniger wahrgenommen.

Toleranzen für die Fertigkeit von Betrachtungen auf Glas sollten so gewählt werden, dass ein Betrachter unter normalen Bedingungen keine Farbabweichungen feststellen kann. Eine normative Festlegung gibt es nicht.

Die Toleranzen stellen einen Kompromiss zwischen Produktivität und dem Anspruch an den optischen Eindruck der Glasobjekte in einem Gebäude in normaler Einbausituation dar.

Ersprechend der Variation von natürlichem Licht, der Position des Betrachters mit dem Betrachtungswinkel und dem Abstand, Umgebungsfarbe, Farbneutralität und Reflexionsgrad der Oberfläche sind die Toleranzwerte nur als Orientierung zu verwenden. Alle Umstände sollten vor Ort beim entsprechenden Objekt individuell beachtet werden – insbesondere das Objekt in seiner spezifischen Umgebung.

Farben werden zur Fertigungskontrolle im CIE L\*a\*b\*-System objektiv dargestellt, wobei die normierte Bezugslichtart D65 und ein Beobachtungswinkel von 10° zugrunde gelegt werden.

Die angestrebte Helligkeit im a, b Farbkoordinatensystem, wie auch die über den Buchstaben L charakterisierte Helligkeit, unterliegen fertigungsbedingten geringen Schwankungen. Für die Fälle, in denen der Kunde einen objektiven Bewertungsmaßstab für den Farbort verlangt, ist die Verfahrensweise vorher mit dem Lieferanten abzustimmen.

Der grundsätzliche Aufbau ist nachfolgend definiert:

- Bemusterung einer oder mehrerer Farben
- Auswahl einer oder mehrerer Farben. Festlegung von Toleranzen je Farbe in Abstimmung mit dem Kunden. Befür zu Grunde liegende Messwerte sind mit glasspezifischen Farbmessgeräten und unter gleichen Bedingungen zu bestimmen (gleiches Farbsystem, gleiche Lichtart, gleiche Geometrie, gleicher Betrachter). Überprüfung der Machbarkeit durch den Lieferanten bezüglich Einhaltung der vorgegebenen Toleranz (Auftragsumfang, Rohmaterial, Fertigung, usw.)
- Herstellung eines 1:1 Produktionsmusters und Freigabe durch den Kunden
- Fertigung des Auftrages innerhalb der festgelegten Toleranzen
- Die Bestellung von großen Mengen einer gleichen Farbe innerhalb eines Auftrags sollte ein- und nicht in Teilbestellungen erfolgen.

## 5.0 Sonstige Hinweise

Die sonstigen Eigenschaften der Produkte sind den nationalen bauaufsichtlichen Vorschriften und den geltenden Normen zu entnehmen, insbesondere den:

- DIN EN 12750
- DIN EN 1363
- DIN EN 14179
- DIN EN 17440

Emailierte Gläser können nur in Ausführung Einschleibensicherheitsglas (ESG oder ESG-H) oder teilvorgespanntes Glas hergestellt werden.

Ein nicht tüchtig bearbeiteter Gläser, egal welcher Art, beeinflusst die Eigenschaften des Produktes unter Umständen wesentlich und ist **nicht** zulässig.

Emailierte Gläser können als monolithische Scheibe eingesetzt, oder zu VSG und MIG verarbeitet werden. Die vorgeschriebene Kennzeichnung der Scheiben erfolgt entsprechend.

Emailierte Scheiben können unter Einwirkung von Feuchtigkeit, korrodieren und sind deshalb beim Transport und der Lagerung vor Feuchtigkeit zu schützen.

© Bundesverband Flachglas e. V. - dem Vordrucktitel nach Rückfragen vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung ist das Freisetzen der Ausarbeitung oder Teile hiervon nach außen hin oder in veröffentlichten Medien jegliche Formate für die Veröffentlichung nicht gestattet werden.