

Made in Austria ist international gefragt

# Qualitätshandbuch



© 2023 Eckelt Glas GmbH, Stand 11/2023, Vorbehaltlich Satz- und Druckfehler

**ECKELT**

# VORWORT

Das vorliegende Qualitätshandbuch regelt die Toleranzen von Basisgläsern, Bearbeitungen und veredelten Produkten wie ESG, heißgelagertem ESG, VSG und ISO. Die Grundlage dafür stellen die derzeit gültigen EN- und ÖNORM-Normen dar, wie sie in den einzelnen Kapiteln beschrieben werden.

Allerdings reichen diese Normen in der Praxis oft nicht aus. Das Handbuch beschreibt daher die in den Normen nicht zweifelsfrei oder gar nicht beschriebenen Anwendungen. Zusätzlich wurden die relevanten Richtlinien zur visuellen Qualität eingearbeitet.

Das Qualitätshandbuch ist Grundlage unserer Liefer- und Verkaufsbedingungen in ihrer jeweils aktuellen Fassung.

Eckelt produziert standardmäßig nach diesem Handbuch. Abweichende Produkthanforderungen sind mit dem Hersteller zu vereinbaren.

## Hinweis

Die jeweils aktuelle Fassung des Handbuchs ist online unter <https://www.eckelt.at/downloads> verfügbar.

Mit Erscheinen dieses Handbuches sind sämtliche vorher erschienenen Festlegungen über Toleranzen ungültig.

## Verwendungshinweis

Die Hauptkapitel 1 bis 11 sind nach Verarbeitungsschritten bzw. Produkten geordnet, die innerhalb eines Kapitels jeweils vollständig beschrieben werden. Diese sind als Modul für das jeweilige Endprodukt anzuwenden.

Beispiel „VSG Kanten poliert“. Anzuwenden ist:

Kapitel 1 – Basisglas

+ Kapitel 2 – Zuschnitt

+ Kapitel 3 – Bearbeitung

+ Kapitel 8 – VSG

## Standardtoleranzen

Standardtoleranzen sind jene Toleranzen, die im normalen Produktionsablauf sichergestellt werden können.

## Sondertoleranzen

Sondertoleranzen können mit zusätzlichen Vorkehrungen in der Fertigung realisiert werden und sind im Einzelfall zu vereinbaren und können gegen Berechnung von Mehrkosten erfüllt werden. Sondertoleranzen sind vor Produktion festzulegen und gelten nur als angenommen, wenn sie vom Auftragnehmer entsprechend bestätigt werden.

## Messmittel

Folgende Messmittel kommen bei Eckelt für die Prüfung von Zwischen- und Endprodukten zum Einsatz:

- Bandmaß Klasse II
- Messkeil
- Fühlerlehre Abstufung: 0,02 mm
- Bügelmessschraube Auflösung: 0,01 mm
- Messschieber Auflösung: 0,01 mm

Die Messmitteltoleranzen gemäß den jeweiligen Normen sind zu berücksichtigen. Im Zweifelsfall werden diese Messmitteltoleranzen in Abzug gebracht.

Eine Gegenprüfung durch den Kunden hat gegebenenfalls mit gleichwertigen Messmitteln zu erfolgen.

## Zeichnungen

Für die Produktion im Werk müssen unter Umständen eigens Zeichnungen angefertigt werden.

Kundenzeichnungen können produktionsbedingt nicht 1:1 übernommen werden. Die Maße der Gläser werden übernommen und auf ganze Millimeter gerundet.

Alle in diesem Handbuch angeführten Toleranzen gelten auf die Bemaßung entsprechend den Zeichnungen von Eckelt.

# INHALTVERZEICHNIS

VORWORT .....	1
INHALTVERZEICHNIS .....	3
1. BASISGLÄSER .....	5
1.1. Technische Toleranzen.....	5
2. ZUSCHNITT .....	6
2.1. Maßtoleranzen.....	6
2.2. Visuelle Qualität.....	8
2.3. Prozess- und Produktmerkmale.....	10
3. BEARBEITUNG .....	11
3.1. Kantenbearbeitungsqualitäten .....	11
3.2. Maßtoleranzen.....	14
3.3. Visuelle Qualität.....	18
3.4. Prozess- und Produktmerkmale.....	18
4. SIEBDRUCK UND EMAIL .....	21
4.1. Maßtoleranzen.....	21
4.2. Visuelle Qualität.....	22
4.3. Prozess- und Produktmerkmale.....	27
5. VORGESPANNTES GLAS .....	31
5.1. Maßtoleranzen.....	31
5.2. Visuelle Qualität.....	33
5.3. Prozess- und Produktmerkmale.....	33
6. VERBUNDSICHERHEITSGLAS (VSG).....	36
6.1. Maßtoleranzen.....	36
6.2. Visuelle Qualität.....	38
6.3. Prozess- und Produktmerkmale.....	41
7. MEHRSCHEIBEN-ISOLIERGLAS .....	44
7.1. Maßtoleranzen.....	44
7.2. Visuelle Qualität.....	46
7.3. Prozess- und Produktmerkmale.....	49
8. SSG – VERKLEBUNGSTOLERANZEN UND TOLERANZEN DER VERSCHRAUBUNG VON BESCHLÄGEN .....	54
8.1. Dickentoleranz.....	54
8.2. Abmessungen Verklebetoleranz .....	54

8.3. Verschraubung von Beschlägen .....	56
9. DLS ECKLITE® .....	58
10. VARIO® .....	59
10.1. Definition.....	59
10.2. Toleranzen.....	59
11. ALLGEMEINE PRODUKT- UND PROZESSMERKMALE.....	63
11.1. Haze (Trübung) .....	63
11.2. Farbunterschiede .....	63
11.3. Benetzbarkeit der Glasoberfläche.....	64
11.4. Kondensatbildung an Glasoberflächen.....	65
11.5. Nachträgliches Bearbeiten der Gläser .....	65
11.6. Nachträglich angebrachte Folien.....	65
11.7. Lohn- oder Festmaßbeschichtungen.....	66
11.8. Lichteinfall an der Glaskante.....	66
11.9. Empfehlung zu maximalen Gebrauchstemperaturen.....	66
12. BEISPIELE .....	67
12.1. 3-fach Isolierglas mit VSG.....	67
12.2. 3-fach VSG .....	68
13. TABELLENVERZEICHNIS .....	69
14. ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	70

# 1. BASISGLÄSER

Normative Grundlagen	
ÖNORM EN 572-1	Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas Teil 1 – Definition und allgemein physikalische und mechanische Eigenschaften
ÖNORM EN 572-2	Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas Teil 2 – Floatglas
ÖNORM EN 572-4	Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas Teil 4 – gezogenes Flachglas
ÖNORM EN 572-5	Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas Teil 5 - Ornamentglas

In den oben angeführten Normen können die Grenzabmaße der Nenndicken für die unterschiedlichen Glaserzeugnisse herausgelesen werden. Des Weiteren sind darin die Anforderungen an die Qualität sowie die optischen und sichtbaren Fehler der Basisglaserzeugnisse beschrieben.

## 1.1. Technische Toleranzen

Als Auszug aus der ÖNORM EN 572-2 und ÖNORM EN 572-5 sind hier Dickentoleranzen für Float und Ornamentglas genannt.

Nenndicke (mm)	Toleranz (mm)
2 - 6	± 0,2
8 - 12	± 0,3
15	± 0,5
19	± 1,0

Tabelle 1: Dickentoleranzen für Floatglas nach ÖNORM EN 572-2

Nenndicke (mm)	Toleranz (mm)
3 - 6	± 0,5
8	± 0,8
10	± 1,0

Tabelle 2: Dickentoleranzen für Ornamentglas nach ÖNORM EN 572-5

## 2. ZUSCHNITT

Normative Grundlagen	
ÖNORM EN 572-2	Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas Teil 2 – Floatglas
ÖNORM EN 572-8	Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas Teil 8 – Liefermaße und Festmaße
ÖNORM EN 1096-1	Glas im Bauwesen – Beschichtetes Glas Teil 1 - Definitionen und Klasseneinteilung

### 2.1. Maßtoleranzen

#### 2.1.1. Länge, Breite und Rechtwinkligkeit

Basierend auf den Nennmaßen für die Höhe  $H$  und die Breite  $B$  muss die Scheibe in ein Rechteck passen, das von den Nennmaßen ausgehend um das obere Grenzmaß vergrößert wurde, und ein Rechteck umschreiben, das von den Nennmaßen ausgehend um das untere Grenzmaß verkleinert wurde. Die Seiten der vorgegebenen Rechtecke müssen parallel zueinander sein und die Rechtecke müssen einen gemeinsamen Mittelpunkt haben (siehe Abbildung 1). Diese Rechtecke beschreiben auch die Grenzen der Rechtwinkligkeit.

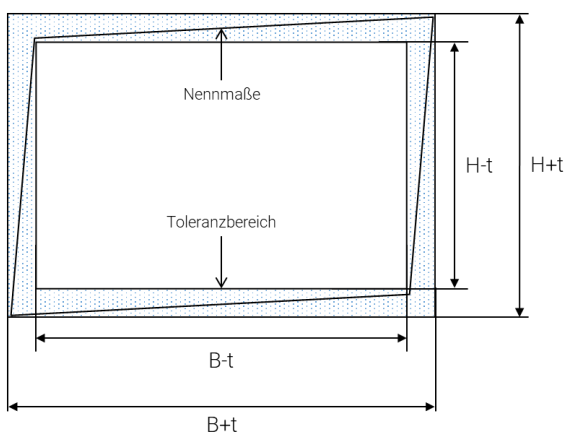


Abbildung 1: Darstellung der Grenzabmaße

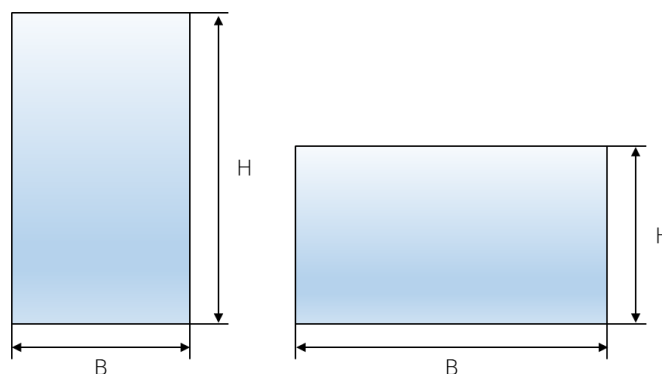


Abbildung 2: Darstellung der Breite und Höhe

Generelle Längentoleranz (Eckelt Standard)	$\pm 0,2 \text{ mm/lfm Kantenlänge}$
--	--------------------------------------

### 2.1.2. Schrägbruch

Der Schrägbruch an der Schnittkante ist abhängig von der jeweiligen Glasstärke und der Beschaffenheit des Basisglases (Sprödeheit, etc.).



Abbildung 3: Unterbruch

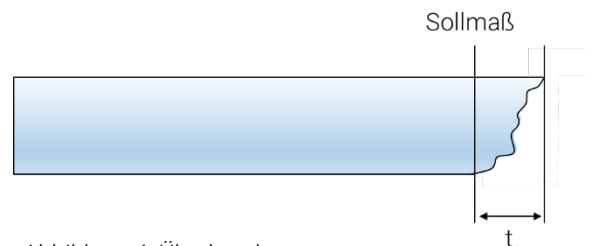


Abbildung 4: Überbruch

Glasdicke (mm)	Toleranz $t$ (mm)
2 - 6	$\pm 1$
8 - 10	$\pm 1$
12	$\pm 2$
15	$\pm 3$
19	+ 5 / - 3

Tabelle 3: Grenzabmaße von Schrägbrüchen (Eckelt Standard)

Der Schrägbruch ist bei Toleranzangaben zu berücksichtigen. D. h. die Glasabmessungen können sich bei gesäumten Kanten um den doppelten Schrägbruchwert ändern.

### 2.1.3. Diagonaltoleranz

Durchführung	durch Messung der Diagonalen
Messmittel	Bandmaß
Toleranz	Längendifferenz zwischen den Diagonalen $\leq 2$ mm
Referenz	Eckelt Standard

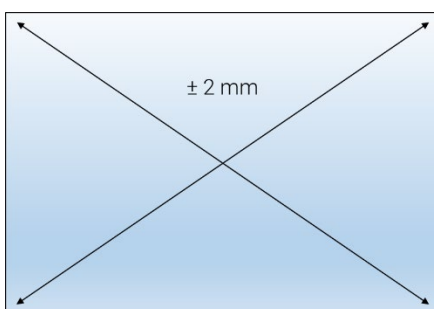


Abbildung 3: Diagonal Toleranz

## 2.2. Visuelle Qualität

Dieser Abschnitt behandelt die visuelle Qualität von monolithischem Floatglas, welche in der ONÖRM EN 572-2 definiert ist.

Im Fall eines beschichteten Glases, erfolgt die visuelle Beurteilung der Beschichtung nach ÖNORM EN 1096-1.

Für die visuelle Qualität von poliertem Drahtglas, gezogenem Flachglas, Ornamentglas und Drahtornamentglas, siehe ÖNORM EN 572-8.

### 2.2.1. Bedingungen der Prüfung

Die Scheiben müssen in der Durchsicht, nicht in der Aufsicht untersucht werden.

Abweichungen dürfen nicht auf der Scheibe gekennzeichnet werden.

Die Gläser müssen in einem Abstand von mindestens 3 m von innen nach außen und bei einem Betrachtungswinkel möglichst senkrecht zur Glasfläche bis zu eine Minute lang je Quadratmeter beobachtet werden. Die Beurteilung erfolgt bei diffusem Tageslicht (z. B. bei bedecktem Himmel), ohne direkte Sonneneinstrahlung oder künstliche Beleuchtung.

Gläser, die von außen beurteilt werden, müssen im Einbauzustand beurteilt werden, wobei der übliche Betrachtungsabstand zu berücksichtigen ist, mindestens jedoch 3 m Abstand einzuhalten sind. Der Betrachtungswinkel muss möglichst senkrecht zur Glasfläche sein.

Die Glasscheibe wird in drei Bereiche geteilt (siehe Abbildung 6):

- R oder Falzzone: Bereich von 15 mm, die üblicherweise vom Rahmen abgedeckt ist oder bei einem rahmenlosen Rand dem Randverbund entspricht.
- E oder Randzone: Bereich am Rand der sichtbaren Fläche mit einer Breite von 50 mm.
- M oder Hauptzone: der übrige Bereich.

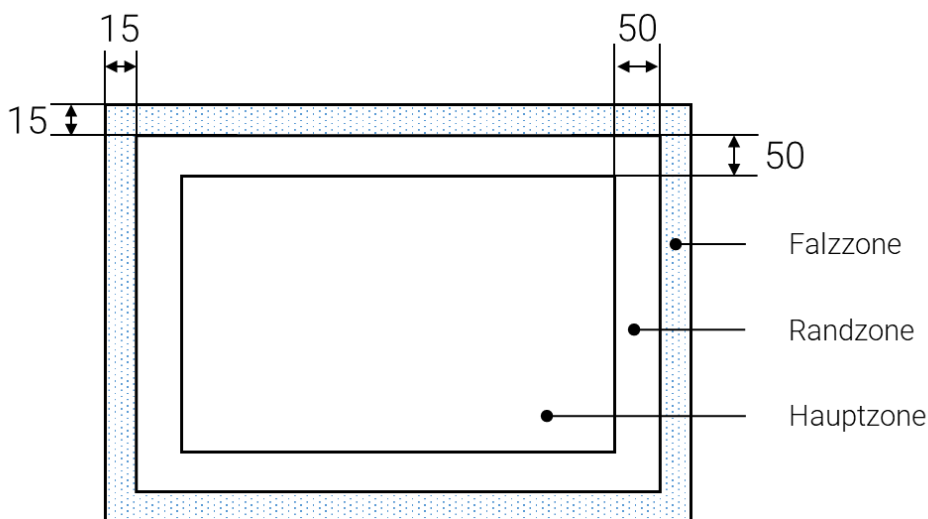


Abbildung 4: Zonen zur Beurteilung der visuellen Qualität (Maße in mm)

## 2.2.2. Annahmekriterien für Fehler

## 2.2.2.1. Punktförmige Fehler

Zone	Fehlergröße ohne Hof (mm)	Scheibengröße S (m <sup>2</sup> )			
		S ≤ 1	1 < S ≤ 2	2 < S ≤ 3	S > 3
Falzzone	alle Größen	ohne Einschränkung			
Randzone	∅ ≤ 1	zulässig, falls weniger als 3 innerhalb einer Kreisfläche mit einem 20 mm Durchmesser			
	1 < ∅ ≤ 3	4	1 je Meter Kantenlänge		
	∅ > 3	nicht zulässig			
Hauptzone	∅ ≤ 1	zulässig, falls weniger als 3 innerhalb einer Kreisfläche mit einem 20 mm Durchmesser			
	1 < ∅ ≤ 2	2	3	5	5 + 2 je zusätzlichem m <sup>2</sup> über 3 m <sup>2</sup>
	∅ > 2	nicht zulässig			

Tabelle 4: Zulässige Anzahl an punktförmigen Fehlern (in Anlehnung an ÖNORM EN 1279-1)

## 2.2.2.2. Rückstände

Zone	Maße und Typ (mm)	Scheibengröße S (m <sup>2</sup> )	
		S ≤ 1	S > 1
Falzzone	alle	ohne Einschränkung	
Randzone	Punkte mit ∅ ≤ 1	ohne Einschränkung	
	Punkte mit 1 < ∅ ≤ 3	4	1 je Meter Kantenlänge
	Flecken mit ∅ ≤ 17	1	
	Punkte mit ∅ > 3 und Flecken mit ∅ > 17	nicht zulässig	
Hauptzone	Punkte mit ∅ ≤ 1	zulässig, falls weniger als 3 innerhalb einer Kreisfläche mit einem 20 mm Durchmesser	
	Punkte mit 1 < ∅ ≤ 3	zulässig, falls weniger als 2 innerhalb einer Kreisfläche mit einem 20 mm Durchmesser	
	Punkte mit ∅ > 3 und Flecken mit ∅ > 17	nicht zulässig	

Tabelle 5: Zulässige Anzahl an Rückständen (Punkte und Flecken) in Anlehnung an ÖNORM EN 1279-1

### 2.2.2.3. Linearer/langgestreckter Fehler

Zone	Einzellängen (mm)	Summe der Einzellänge (mm)
Falzzone	ohne Einschränkungen	
Randzone	≤ 30	≤ 90
Hauptzone	≤ 15	≤ 45

Tabelle 6: zulässige Länge von linearer/langgestreckter Fehler (in Anlehnung an ÖNORM EN 1279-1)

Haarkratzer sind zulässig, sofern sie keine Anhäufung bilden. Ein Haarkratzer ist ein feiner Kratzer, der mit dem Fingernagel nicht spürbar ist und nur bei direkt einfallendem Licht erkennbar ist.

## 2.3. Prozess- und Produktmerkmale

### 2.3.1. Rückschnitt und Abbruch bei spitzen Winkeln

Aus produktionstechnischen Gründen behält sich Eckelt bei spitzen Winkeln (<45°) das Recht vor, einen Rückschnitt durchzuführen. Die Länge "x" des Rückschnittes ist in der Tabelle 7 beschrieben. Wird dieser nicht durchgeführt, gilt die Fläche des möglichen Rückschnittes als nicht zu beurteilende Zone. Hier können Unregelmäßigkeiten/Abbrüche an den Kanten sowie auf der Fläche auftreten, welche keinen Reklamationsgrund darstellen.

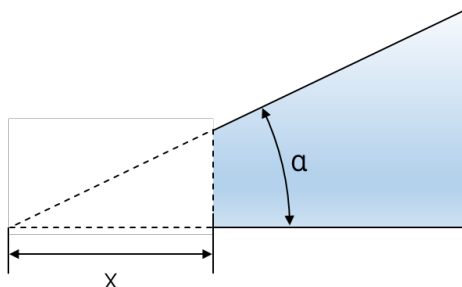


Abbildung 5: Rückschnitt

Winkel $\alpha$ (mm)	Länge des Rückschnitts x (mm)
≤ 12,5°	65 mm
≤ 20°	33 mm
≤ 35°	12 mm
≤ 45°	8 mm

Tabelle 7: Länge des Rückschnitts (Eckelt Standard)

## 3. BEARBEITUNG

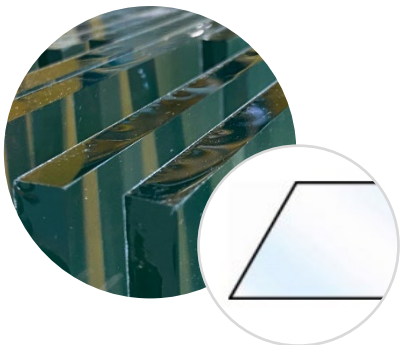
Normative Grundlagen	
ÖNORM EN 12150	Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas, Teil 1 und 2
ÖNORM EN 14179	Glas im Bauwesen – Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas, Teil 1 und 2
ÖNORM EN 1863	Glas im Bauwesen – Teilvorgespanntes Kalknatronglas, Teil 1 und 2
DIN 1249-11	Flachglas im Bauwesen Teil 11 – Glaskanten – Begriffe, Kantenformen und Ausführung

### 3.1. Kantenbearbeitungsqualitäten

Aus produktionstechnischen Gründen ist es dem Produzenten überlassen, eine höherwertigere Kantenqualität als bestellt auszuliefern. Unregelmäßigkeiten in der Kantenqualität sind nach der bestellten Bearbeitung zu bewerten.

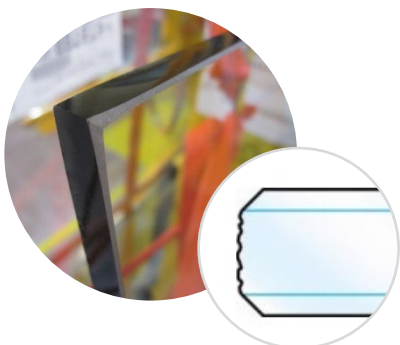
Innerhalb eines Auftrages können Gläser aus produktionstechnischen Gründen (Rechtecken, Sonderformen, Abmessungen ...) auf unterschiedlichen Maschinen bearbeitet werden. Daraus resultierende Unterschiede in der visuellen Ansicht der bearbeiteten Kante stellen keinen Reklamationsgrund dar.

#### 3.1.1. 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 auf (Wallnerlinien). Im Allgemeinen ist die Schnittkante glatt gebrochen, jedoch können, vornehmlich bei dickeren Scheiben und nicht geradlinigen Formscheiben, auch unregelmäßige Bruchstellen auftreten (Schrägbruch).

#### 3.1.2. Gesäumte Kante (KGS)

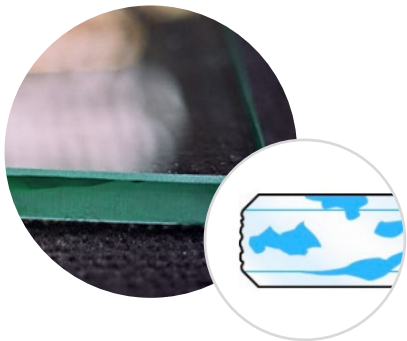


Die gesäumte Kante ist eine Schnittkante, deren Ränder mit einem Schleifwerkzeug gefast wurden.

### 3.1.3. Kante fein intern

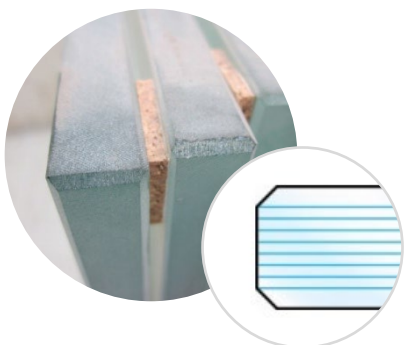
Eine als KGS bestellte Scheibe wird aus produktionstechnischen Gründen geschliffen. Die Anforderungen an die Qualität entsprechen denen von KGS.

### 3.1.4. Kante maßgeschliffen oder justiert (KMG)



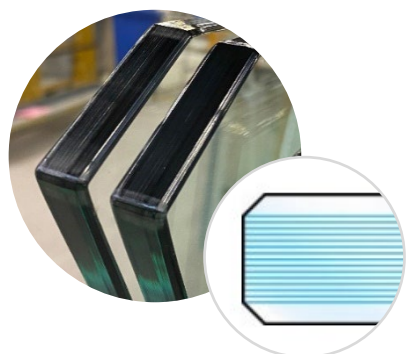
Die Glasscheibe wird durch Schleifen der Kantenoberfläche auf das erforderliche Maß gebracht. Die maßgeschliffene Kante kann mit gebrochenen Rändern (entsprechend der gesäumten Kante) ausgeführt sein. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind zulässig.

### 3.1.5. Kante geschliffen/fein justiert (KGN)



Die Kantenoberfläche ist durch Schleifen ganzflächig bearbeitet. Die geschliffene Kante hat ein schleifmattes Aussehen. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind unzulässig.

### 3.1.6. Kante poliert (KPO)

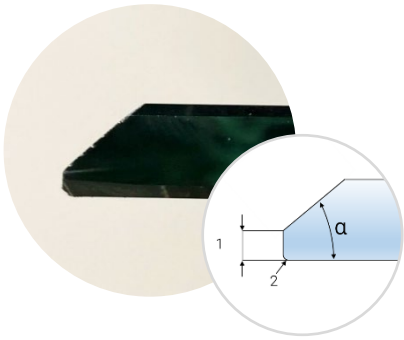


Die polierte Kante ist eine durch Nachpolieren verfeinerte, geschliffene Kante. Matte Stellen sind nicht zulässig. Sichtbare und spürbare Polierspuren sind zulässig.

### 3.1.7. Kante poliert intern

Eine als KGN bestellte Scheibe wird aus produktionstechnischen Gründen poliert. Die Anforderungen an die Qualität entsprechen denen von KGN.

### 3.1.8. Gehrungskante (GK)



Die Gehrungskante bildet mit der Glasoberfläche einen Winkel  $30^\circ < \alpha < 90^\circ$ . Die Gehrungskante läuft auf eine senkrecht zur Glasoberfläche stehende Restkante aus.

## 3.2. Maßtoleranzen

### 3.2.1. Breite und Höhe

Für gesäumte Kanten gelten die unter Zuschnitt – 2.1. Maßtoleranzen angegebenen Toleranzen zuzüglich Schrägbruch.

Für geschliffene oder polierte Kanten gilt die nachfolgende Tabelle. Die Toleranzen sind von der Glasdicke  $d$  abhängig und gelten für Rechtecke und Sonderformen.

Kantenlänge (mm)	Toleranz (mm)	
	$d \leq 12 \text{ mm}$	$d \geq 15 \text{ mm}$
$\leq 3000$	+ 1,0 / - 3,0	+ 1,0 / - 4,0
$\leq 6000$	+ 1,0 / - 4,0	+ 1,0 / - 5,0
$\leq 8000$	+ 1,0 / - 5,0	+ 1,0 / - 6,0

Tabelle 8: Toleranzen für geschliffene oder polierte Kanten (Eckelt Standard)

### 3.2.2. Diagonalabweichung bei Rechtecken

Die erlaubte Abweichung zwischen den zwei Diagonalen in mm ergibt sich aus  $1,42 \times$  Kantenlänge (längste Kante in m).

Beispiel

2,3 m Kantenlänge  $\rightarrow 1,42 \times 2,3 = 3,3 \text{ mm} \rightarrow 3 \text{ mm}$  Diagonaltoleranz.

Bei Kantenbearbeitungen ist der Abbruch entsprechend dem Absatz Zuschnitt – 2.1.3. Rückschnitt und Abbruch bei spitzen Winkeln zu beachten.

### 3.2.3. Ausmuschelungen bei geschnittenen oder gesäumten Kanten

Ausmuschelungen, welche die Glasdicke  $d$  der Einzelscheibe um weniger als 15 % reduziert, sind zulässig. Der maximale Radius der Ausmuschelung darf 3 mm nicht übersteigen.



Abbildung 6: Ausmuschelung

### 3.2.4. Saumtoleranzen für maßgeschliffene, geschliffene oder polierte Kanten

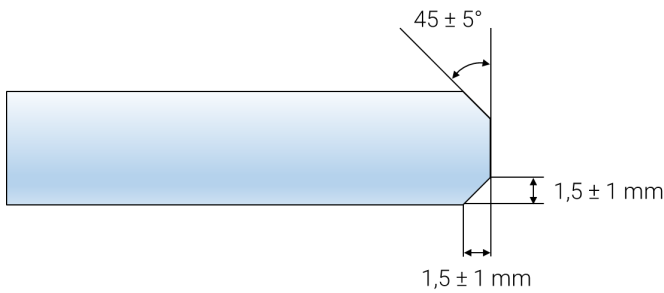


Abbildung 7: Saumtoleranz für Kantenbearbeitung (Eckelt Standard)

### 3.2.5. Gehrungskanten

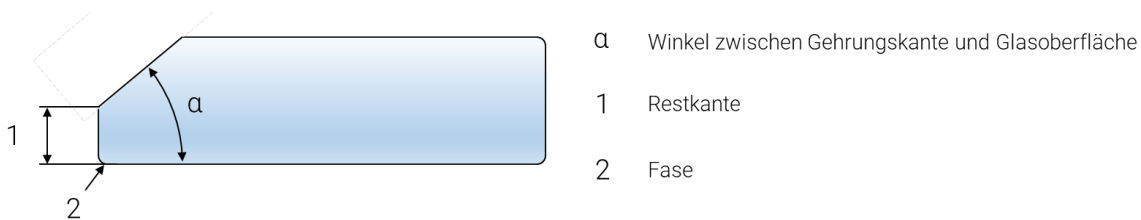


Abbildung 8: Gehrungskanten

Winkel Toleranz (Eckelt Standard)	$\pm 3^\circ$
-----------------------------------	---------------

### 3.2.6. Bearbeitungen

Bearbeitungen können Eckabschnitte, Eckausschnitte, Flächenausschnitte und Randausschnitte in einer Scheibe sein. Die Lage und Abmessung der Bearbeitungen sind individuell und produktionstechnisch abzustimmen. Die Lochlagen bzw. Lagetoleranzen der Bearbeitungen sind entsprechend den Kantenbearbeitungstoleranzen zu bewerten.

#### 3.2.6.1. Eckabschnitt geschliffen/poliert

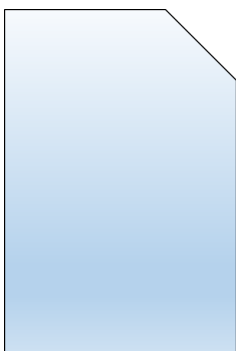


Abbildung 9: Eckabschnitt

Eckabschnitte werden als Sonderformen betrachtet. Daher gelten die in der Tabelle 8 beschriebene Maßtoleranzen der Kantenbearbeitung.

### 3.2.6.2. Ausschnitte in der Fläche, Rand- und Eckausschnitte geschliffen/poliert

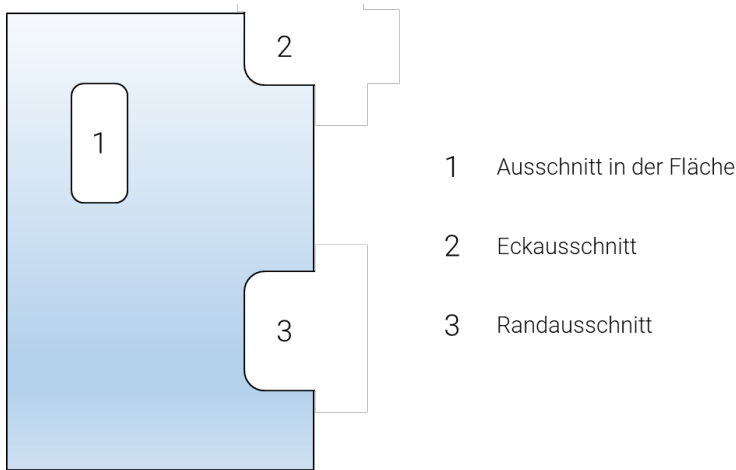


Abbildung 10: Ausschnittarten

Lagetoleranz	$\pm 3$ mm bezogen auf die Referenzecke gemäß Zeichnung Eckelt
Maßtoleranzen	$\pm 2$ mm

Tabelle 9: Toleranzen Ausschnitte (Eckelt Standard)

### 3.2.7. Lochbohrungen

#### 3.2.7.1. Bohrlochdurchmesser

##### 3.2.7.1.1. Zylindrische Bohrungen

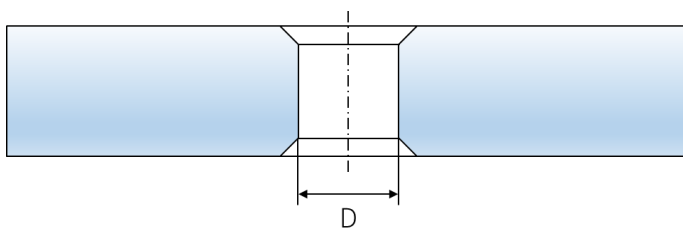


Abbildung 11: zylindrische Lochbohrung

Durchmesser D (mm)	Toleranzen (mm)
$D \leq 30$ mm	$\pm 1,0$
$D \leq 60$ mm	$\pm 2,0$
$D > 60$ mm	als Ausschnitt in der Fläche betrachtet, siehe Tabelle 9

Tabelle 10: Toleranzen für zylindrischen Lochbohrungen (Eckelt Standard)

### 3.2.7.1.2. Senkbohrungen

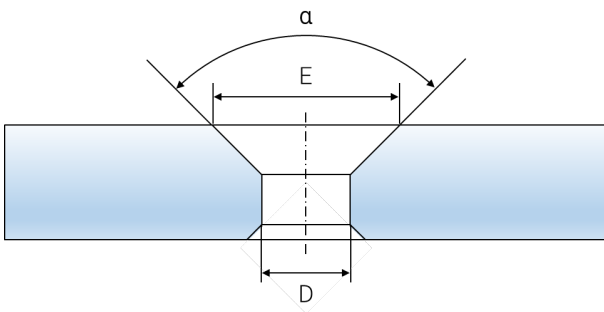


Abbildung 12: Senklochbohrung

Durchmesser D (mm)	Toleranzen (mm)
$D \leq 30$ mm	$\pm 1,0$
$D \leq 60$ mm	$\pm 2,0$

Tabelle 11: Kerndurchmesser Toleranzen bei Senklochbohrungen (Eckelt Standard)

	Toleranzen
Senkungsdurchmesser E	+ 1,5 / - 1,0 mm
Senkungswinkel $\alpha$	$\pm 2^\circ$
Mindestglasdicke für Senklochbohrungen	$(E-D)/2 + 2$ mm

Tabelle 12: Toleranzen bei Senklochbohrung (Eckelt Standard)

### 3.2.7.2. Lage der Bohrungen

Die Position der Bohrung wird in rechtwinkligen Koordinaten (X- und Y-Achse) vom Referenzpunkt zur Bohrlochmitte gemessen. Der Referenzpunkt ist allgemein eine vorhandene Ecke oder ein angenommener Fixpunkt. Die Lage der Bohrungen (X, Y) ist  $(x \pm t, y \pm t)$ , wobei x und y die geforderten Abstände sind und t die Toleranz.

Abstand vom Referenzpunkt x oder y (mm)	Grenzabmaße t (mm)
$\leq 3000$	$\pm 2,0$
$\leq 8000$	$\pm 3,0$

Tabelle 13: Toleranz der Bohrung (Eckelt Standard)

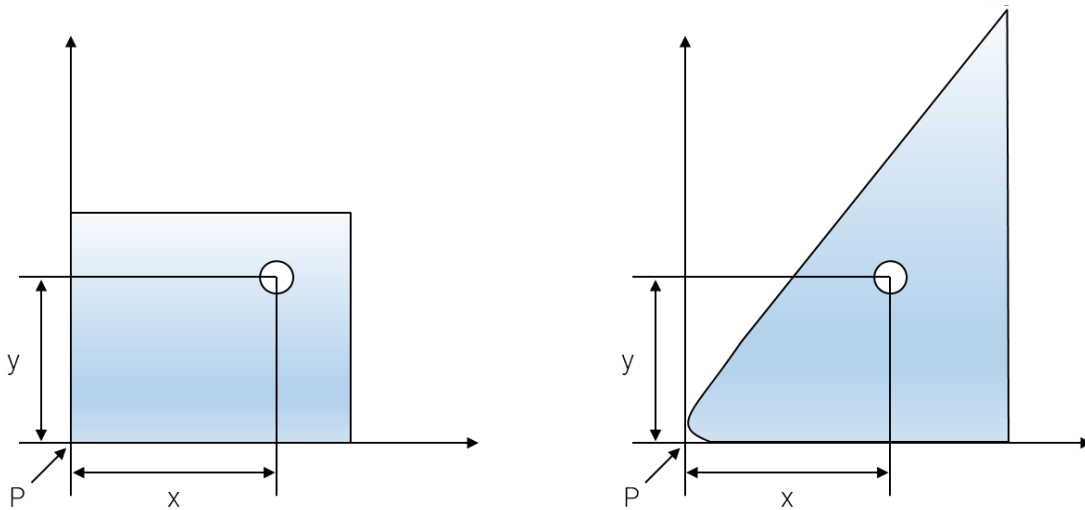


Abbildung 13: Beispiele für die Lage von Bohrungen im Verhältnis zum Bezugspunkt

### 3.3. Visuelle Qualität

Zur Beurteilung der visuellen Qualität von bearbeiteten Gläsern, siehe Absatz [Zuschnitt – 2.2. Visuelle Qualität](#).

### 3.4. Prozess- und Produktmerkmale

#### 3.4.1. Ecken gestoßen

Ecken gestoßen ist das Abschleifen (matt) vorhandener scharfkantiger Ausbildungen nach vorgenannten Kantenbearbeitungen.

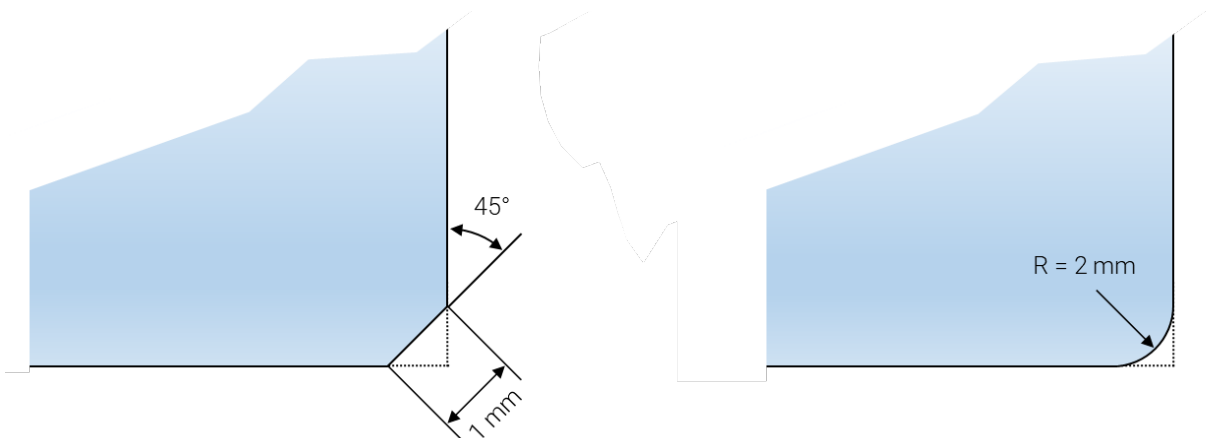


Abbildung 14: Eckstoß

Aus produktionstechnischen Gründen kann der Eckstoß variieren, siehe Abbildung 9 (1 mm/45° oder  $r=2$  mm) bzw. nicht vorhanden sein. Dies stellt keinen Reklamationsgrund dar.

### 3.4.2. Ausschnitte

Innerhalb eines Auftrags können Gläser aus produktionstechnischen Gründen (Rechtecken, Sonderformen, Abmessungen ...) an unterschiedlichen Maschinen bearbeitet werden. Daraus resultierende Unterschiede in der visuellen Ansicht der bearbeiteten Kante stellen keinen Reklamationsgrund dar.

Aus produktionstechnischen Gründen muss in Innenecken ein Mindestradius von 10 mm ausgeführt werden.

Der Ausschnitt darf maximal  $\frac{2}{3}$  der zugehörigen Kantenlänge sein, bzw. wenn sich der Randausschnitt in der Mitte befindet, muss links und rechts jeweils  $\frac{1}{3}$  der Kantenlänge stehen bleiben.

### 3.4.3. Lochbohrungen

#### 3.4.3.1. Visuelle Ansicht

Produktionstechnisch können Gläser eines Auftrags an unterschiedlichen Fertigungsanlagen bearbeitet werden. Daraus resultierende Unterschiede in der visuellen Ansicht der Bohrung stellen keinen Reklamationsgrund dar.

#### 3.4.3.2. Begrenzungen der Bohrlochdurchmesser

Der Bohrlochdurchmesser  $D$  sollte nicht kleiner als die Glasdicke sein.

#### 3.4.3.3. Begrenzungen der Bohrlage

Die Begrenzungen der Bohrlagen sind abhängig von:

- Der Nenndicke des Glases ( $d$ )
- Den Seitenmaßen der Scheibe ( $B, H$ )
- Dem Durchmesser der Bohrung ( $D$ )
- Der Form der Glasscheibe
- Der Anzahl der Bohrungen

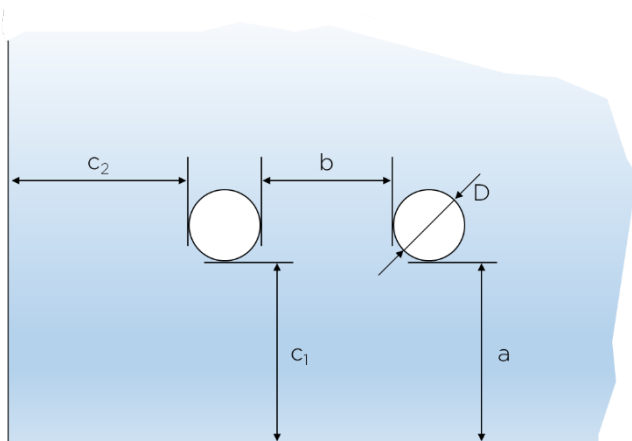


Abbildung 15: Lage der Bohrungen

Abstand	Begrenzungen			
	$d = 4 - 6 \text{ mm}$	$d = 8 - 12 \text{ mm}$	$d = 15 \text{ mm}$	$d = 19 \text{ mm}$
Min. Lochdurchmesser $D$	$D \geq d$	$D \geq d$	$D \geq 18 \text{ mm}$	$D \geq 25 \text{ mm}$
Abstand Lochrand – Glaskante $a$	$\geq 2d$	$\geq 2d$	$\geq 30 \text{ mm}$	$\geq 40 \text{ mm}$
Abstand Lochrand – Lochrand $b$	$\geq 2d$	$\geq 2d$	$\geq 45 \text{ mm}$	$\geq 60 \text{ mm}$
Abstand Lochrand – Ecke der Scheibe $c_1$	$\geq 2d$	$\geq 2d$	$\geq 45 \text{ mm}$	$\geq 45 \text{ mm}$
Abstand Lochrand – Ecke der Scheibe $c_2$	$\geq 2d$	$\geq 2d$ $\geq 2d + 5 \text{ mm}$ (siehe unten)	$\geq 30 \text{ mm}$	$\geq 60 \text{ mm}$

Tabelle 14: Begrenzungen der Lage der Bohrungen (Eckelt Standard)

Bei Glasdicken von 8 mm bis 12 mm müssen Lochbohrungen im Eckbereich (Distanz Bohrungsmittelpunkt / Ecke < 50 mm) eine asymmetrische Lage aufweisen (mindestens 5 mm Unterschied zwischen  $x$  und  $y$  Abstand). Wenn dies nicht möglich ist, erhöht sich das Bruchrisiko beim Vorspannen. Die Bohrungen müssen dann als Schlitzlochbohrungen ausgeführt werden.

Grundsätzlich gilt, können die Mindestabstände aus Tabelle 14 nicht eingehalten werden, müssen die Bohrungen als Schlitzlochbohrungen ausgeführt werden.

## 4. SIEBDRUCK UND EMAIL

### Normative Grundlagen / Richtlinien

BF-Merkblatt 015

Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern

**Hinweis:** Emaillierte Gläser werden ausschließlich mit anorganischen Farben bedruckt und können nur als Einscheibensicherheitsglas oder teilvorgespanntes Glas hergestellt werden.

### 4.1. Maßtoleranzen

Beschreibung	Toleranz
Email-Lagetoleranz <sup>1</sup> ( <i>a</i> siehe Abbildung 18)	Scheibengröße ≤ 2000 mm: ± 2,0 mm Scheibengröße > 2000 mm: ± 3,0 mm Scheibengröße > 2000 mm: ± 4,0 mm Kantenbearbeitung min. KGN
Toleranz der Abmessungen bei Teilemaillierung ( <i>b</i> siehe Abbildung 18)	Kantenlänge der Druckfläche: Toleranzbereich (Kantenbearbeitung min. KGN): ≤ 1000 mm ± 2,0 mm ≤ 3000 mm ± 3,0 mm > 3000 mm ± 4,0 mm
Formtoleranz ( <i>c</i> und <i>d</i> in Abbildung 18)	in Abhängigkeit der Größe: Toleranzbereich: ≤ 30 mm ± 0,8 mm ≤ 100 mm ± 1,0 mm ≤ 500 mm ± 1,2 mm ≤ 1000 mm ± 2,0 mm > 1000 mm ± 3,0 mm

<sup>1</sup> Die Email-Lagetoleranz wird vom Referenzpunkt aus gemessen, der mit dem Hersteller abzustimmen ist.

Tabelle 15: Maßtoleranzen für Email und Siebdruck (nach BF-Merkblatt 015)

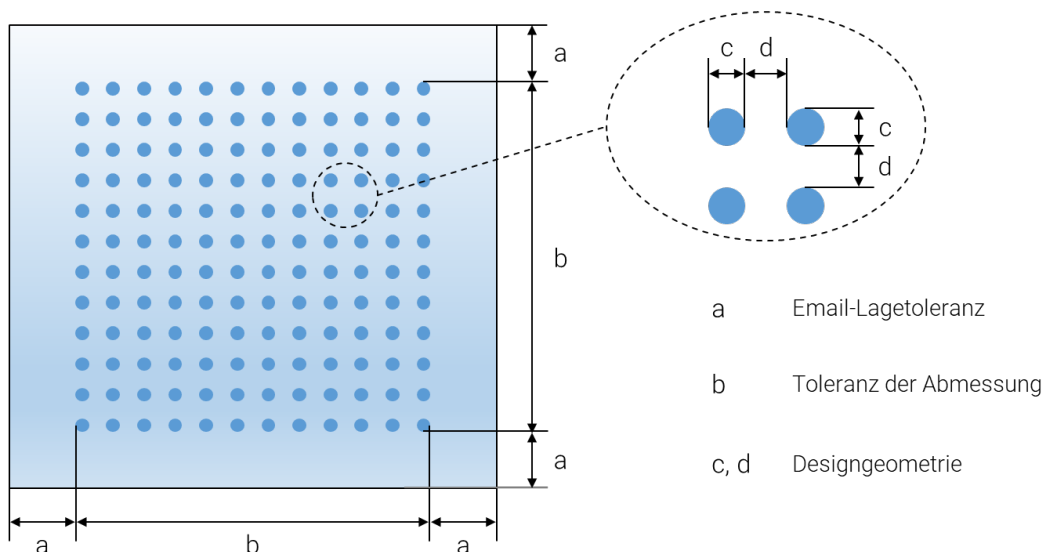


Abbildung 16: Lage- und Designtoleranzen bei bedruckten Gläsern

## 4.2. Visuelle Qualität

### 4.2.1. Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von vollflächig bzw. teilflächig emaillierten Gläsern, die durch Auftragen und Einbrennen von keramischen Farben als Einscheibensicherheitsglas (ESG) oder teilvorgespanntes Glas (TVG) hergestellt werden. Diese Richtlinie gilt nicht für lackiertes Glas mit organischen Farben. Bauordnungsrechtliche Aspekte werden von dieser Richtlinie nicht behandelt.

Die in diesem Abschnitt genannten Hinweise und Toleranzen gelten in ihrem Grundsatz auch für andere Farbarten. Die spezifischen Eigenschaften dieser Farbarten werden in dieser Richtlinie jedoch nicht beschrieben. Auch andere, so genannte lackierte Gläser, die thermisch vorgespannt werden können, werden mit keramischen Farben bedruckt. Somit ist diese Richtlinie auch für diese Produkte gültig.

Zur Beurteilung der Produkte ist es erforderlich, dem Hersteller gemeinsam mit der Bestellung den konkreten Anwendungsbereich, die konstruktive sowie die visuellen Anforderungen bekannt zu geben. Das betrifft insbesondere folgende Angaben:

- Innen- und/oder Außenanwendung
- Einsatz für den Durchsichtbereich (Betrachtung von beiden Seiten z. B. Trennwände, usw.)
- Anwendung mit direkter Hinterleuchtung
- Kantenqualität sowie Farbfreiheit der Kante (für freistehende Kanten wird eine geschliffene oder polierte Kantenbearbeitung empfohlen. Bei gesäumter Ausführung wird von einer gerahmten Kante ausgegangen.)
- Weiterverarbeitung der Mono-Scheiben z. B. zu Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) oder Verbundglas bzw. Verbundsicherheitsglas (VG/VSG) und/oder Druck mit Orientierung zur Folie
- Bedruckung auf Position 1 für Außenanwendung

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

Diese Richtlinie gilt für siebbedruckte Gläser mit Eckelt Standarddesigns und mit einer Druckfläche von max. 2800 x 5000 mm. Die Toleranzen für größere Druckflächen oder für LITEX Design ID 210, 2146 und 552 müssen mit dem Lieferanten vereinbart werden.

### 4.2.2. Bedingungen der Prüfung

Generell ist bei der Prüfung die Aufsicht auf die Emaillierung durch das Glas maßgebend, dabei dürfen die Beanstandungen nicht besonders markiert sein. Die Prüfung der Verglasung ist mit einem Abstand von mindestens 3 m Entfernung und senkrechter Betrachtungsweise bzw. einem Betrachtungswinkel von max. 30° zur Senkrechten vorzunehmen. Die Gläser dürfen maximal 30 Sekunden lang je Quadratmeter beobachtet werden. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung vor einem einfarbigen, opaken Hintergrund. Bei vorab vereinbarten speziellen Einbausituationen sind diese als Prüfbedingungen anzuwenden.

Bei Ausführung als VG/VSG ist bei der Lage- und Designtoleranz gegebenenfalls noch die Versatztoleranz zu beachten.

Die Richtlinie dient ausschließlich zur Beurteilung der Emaillierung im Sichtbereich und eingebautem Zustand.

#### 4.2.3. Annahmekriterien für Fehler

Zulässig sind Fehler  $\leq 0,5\text{mm}$  („Sternenhimmel“ oder „Pinholes“ = kleine Fehlstellen im Email), diese werden generell nicht berücksichtigt. Das Ausbessern von Fehlstellen mit Emailfarbe vor dem Vorspannprozess ist zulässig.

Fehlerart	Toleranz
Zulässige punktförmige Stellen im Email (Eckelt Standard)	max. 3 Stück, davon keine $\geq 25\text{ mm}^2$ Summe aller Fehlstellen: max. $25\text{ mm}^2$
Haarkratzer und eingebrannte Fremdkörper	zulässig bis 10 mm Länge
Wolken <sup>1</sup>	unzulässig
Wasserflecken	unzulässig
Farbüberschlag an den Kanten	Zulässig bei gerahmten Scheiben und Bohrungen, die mit zusätzlichen, mechanischen Halterungen oder Abdeckungen versehen sind, sonst nicht. Bei ungerahmten Scheiben mit geschliffener oder polierter Kante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• im Rollercoating-Verfahren auf der Fase zulässig, auf der Kante nicht zulässig</li> <li>• im Gießverfahren zulässig</li> <li>• im Siebdruckverfahren nicht zulässig</li> <li>• im Digitaldruckverfahren nicht zulässig</li> </ul>
Unbedruckter Glasrand	zulässig bis 2 mm (Kantenbearbeitung min. KGN)
Linienförmige Strukturen im Druck	zulässig
Farbabweichung <sup>2</sup> (Eckelt Standard)	Die Beurteilung der Farben erfolgt durch das Glas (Emailfarbe auf Position 2). Farbabweichungen im Bereich von $\Delta E \leq 2,9$ bei gleicher Glasdicke sind zulässig (siehe auch Kapitel <a href="#">4.2.4. Beurteilung des Farbeindrucks</a> ).

<sup>1</sup> Bei feinen Dekoren (Rasterung mit Teilflächen  $< 5\text{ mm}$ ) kann ein so genannter Moiré-Effekt auftreten. Aus diesem Grunde ist eine Abstimmung mit dem Hersteller erforderlich.

<sup>2</sup> Toleranzen für Farbabweichung von Emailfarben auf Ebene 1 sind im Absatz [4.2.4.4. Beurteilung des Farbeindrucks beim Druck auf der bewitterten Glasseite \(Ebene 1\)](#) definiert.

Tabelle 16: visuelle Qualität von emaillierten Gläsern

Für geometrische Figuren oder sogenannten Lochmasken unter 3 mm Größe oder Verläufe von 0 - 100% beachten Sie folgende Hinweise:

- Werden Punkte, Linien oder Figuren dieser Größe in geringem Abstand aneinandergereiht, so reagiert das menschliche Auge sehr sensibel.
- Toleranzen der Geometrie oder des Abstandes im Zehntelmillimeter-Bereich fallen als grobe Abweichungen auf.
- Diese Anwendungen müssen in jedem Fall mit dem Hersteller auf Machbarkeit geprüft werden. Die Herstellung eines 1:1 Musters ist zu empfehlen.

#### 4.2.4. Beurteilung des Farbeindrucks

Farbabweichungen können durch unterschiedliche, nicht vermeidbare Einflüsse auftreten und sind somit grundsätzlich nicht auszuschließen.

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

##### 4.2.4.1. Art des Basisglases und Einfluss der Farbe

Die Eigenfarbe des Glases, wird im Wesentlichen von der Glasdicke und der Glasart (z. B. durchgefärbtes Glas, eisenarmes Glas usw.) bestimmt und führt zu einem veränderten Farbeindruck der Emaillierung (Emaillierung Position 2). Zusätzlich kann das 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 Emaillierung können auf Grund von Schwankungen bei der Farbherstellung und dem Einbrennprozess nicht ausgeschlossen werden.

##### 4.2.4.2. Lichtart, bei der das Objekt betrachtet wird

Die Lichtverhältnisse sind in Abhängigkeit der Jahres- und Tageszeit sowie der vorherrschenden Witterung unterschiedlich. Das bedeutet, dass die Spektralfarben des Lichtes, die durch die verschiedenen Medien (Luft, 1. Oberfläche, Glaskörper) auf die Farbe auftreffen, im Bereich des sichtbaren Spektrums (380 nm – 780 nm) unterschiedlich stark vorhanden sind.

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

#### 4.2.4.3. Betrachter bzw. Art der Betrachtung

Das menschliche Auge reagiert auf verschiedene Farben sehr unterschiedlich. Während bei Blautönen bereits ein sehr geringer Farbunterschied deutlich wahrgenommen wird, werden bei grünen Farben Farbunterschiede weniger wahrgenommen.

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

Die Toleranzen stellen einen Kompromiss zwischen Produktivität und dem Anspruch an den optischen Eindruck der Glaseinheiten in einem Gebäude mit normaler Einbausituation dar. Es kann auch vorkommen, dass trotz gleicher Farbe (definiert über den Farbcode RAL, NCS o. ä.), der Farbeindruck bei unterschiedlichen Herstellern variieren kann.

Entsprechend der Variation von natürlichem Licht, der Position des Betrachters und dem Betrachtungswinkel wie auch 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 bewertet 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 Lage im a, b Farbkoordinatensystem, wie auch die über den Buchstaben L charakterisierte Helligkeit, unterliegen fertigungsbedingt geringen Schwankungen. Für die Fälle, in denen der Kunde einen objektiven Bewertungsmaßstab für den Farbort verlangt, ist die Verfahrensweise vorher mit dem Lieferanten abzustimmen.

#### Standardablauf

- Bemusterung einer oder mehrerer Farben
- Auswahl einer oder mehrerer Farben. Festlegung von Toleranzen je Farbe in Abstimmung mit dem Kunden. Dafür zu Grunde liegende Messwerte sind mit glasspezifischen Farbmessgeräten und unter gleichen Bedingungen zu bestimmen (gleiches Farbsystem, gleiche Lichtart, gleiche Geometrie, gleicher Beobachter). Überprüfung der Machbarkeit durch den Lieferanten bezüglich Einhaltung der vorgegebenen Toleranz (Auftragsumfang, Rohstoffverfügbarkeit, 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 sollte pro Auftrag oder pro Projekt einmal und nicht in Teilbestellungen erfolgen.

#### 4.2.4.4. Beurteilung des Farbeindrucks beim Druck auf der bewitterten Glasseite (Ebene 1)

Das Farbsystem Ferro S1de ONE wurde speziell für die Dekoration von Flachglas auf Oberfläche 1 entwickelt. Die Farben weisen eine erhöhte Witterungsbeständigkeit auf.

Die Betrachtung erfolgt immer auf die siebbedruckte Seite bzw. bei Gläsern, die für den Durchsichtsbereich bestellt wurden, von beiden Seiten.

Ein Farbunterschied von  $\Delta E^* \leq 2,90$  gilt nur zum Lieferzeitpunkt.

Durch die Verwitterung der Farbe verändert sich der Farbton je nach Farbe unterschiedlich. Daher sind folgende zusätzliche Farbabweichungen nach dem Einbau der Scheiben zulässig, diese werden in 3 Farbgruppen eingeteilt:

- Helle Farben: Der Anteil der weißen Grundfarbe in der Rezeptur muss mindestens 88% betragen. z.B. AU2WS (weiß).

Farbabweichung  $\leq \Delta E = 3,0$  zulässig

- Mittlere Farben: z.B. AU550WS (blau), AU150WS (gelb), AU640WS (grün), AU300WS (rot), AUM1WS (Ätzton)

Farbabweichung  $\leq \Delta E = 5,0$  zulässig

- Dunkle Farben: Betrifft alle Farben welchen einen höheren Anteil als 12% schwarzer Grundfarbe in der Rezeptur aufweisen. z.B. AU752WS (grau), AU1WS (schwarz).

Farbabweichung  $\leq \Delta E = 10,0$  zulässig

Reklamationen werden grundsätzlich nicht anerkannt, wenn ergänzend zu unseren allgemeinen Reinigungsempfehlungen die nachstehenden besonderen Reinigungsvorschriften für "Druck auf bewitterter Glasseite - Oberfläche 1", nicht eingehalten werden.

Die Fassade muss mind. zweimal jährlich gereinigt werden. Ist die Fassade stärkeren Verschmutzungen als bei gewöhnlichen Umwelteinflüssen (z.B. Großstadt- oder Industriegebiete) ausgesetzt, sind die bedruckten Glasflächen zweimal im Jahr mit einem abrasiven Glasreiniger (z.B. Radora Brillant) zu reinigen.

Die Verwendung von flusssäurehaltigen Reinigern ist nicht zulässig.

AU500WS hat visuell einen sehr transparenten Farbeindruck. Weiters können bei AU500WS Farbinhomogenitäten durch unterschiedlichen Einbrand der Farbe entstehen. Beides sind Eigenschaften dieser Farbe und stellen keinen Reklamationsgrund dar.

## 4.3. Prozess- und Produktmerkmale

### 4.3.1. Allgemein

Die Emailfarbe besteht aus anorganischen Stoffen, welche für die Farbgebung verantwortlich sind und geringen Schwankungen unterliegen. Diese Stoffe sind mit Glasfluss vermengt. Während des thermischen Vorspannprozesses (ESG, heißgelagertes ESG und TVG) umschließt 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 innerhalb weniger 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 Art der Farbaufbringung entscheidend für den Farbeindruck. Ein Sieb- bzw. Digitaldruck hat auf Grund des dünnen Farbauftrages weniger Deckkraft als ein im Walzverfahren hergestelltes Produkt mit dickerem und somit dichterem Farbauftrag. Die Deckkraft ist zusätzlich abhängig von der gewählten Farbe.

Die Glasoberfläche kann durch verschiedene Auftragsarten vollflächig oder teilflächig bedruckt werden. Die Emaillierung wird in der Regel auf die von der Bewitterung abgewandten Seite (Position 2 oder mehr) aufgebracht. Ausnahmen sind mit dem Hersteller abzustimmen. Für die Anwendung auf Position 1 (Witterungsseite) werden spezielle Farben verwendet. Die keramischen Farben (Email) sind weitestgehend kratzfest und bedingt säureresistent. Licht- und Haftbeständigkeit entsprechen der Haltbarkeit keramischer Schmelzfarben.

Bei vollflächiger Emaillierung mit transluzenten Farben ist eine Wolkenbildung möglich. Dieses Merkmal kann bei Hinterleuchtung der Scheiben sichtbar werden. Es muss berücksichtigt werden, dass bei transluzenten Farben ein direkt auf die Rückseite (Farbseite) aufgebrachtes Medium (Dichtstoffe, Paneelkleber, Isolierungen, Halterungen usw.) durchscheinen kann. Bei der Verwendung von metallischen Farben, ist darauf zu achten, dass diese keiner Feuchtigkeit ausgesetzt werden. Die Anwendung dieser Farben ist mit dem Hersteller abzustimmen.

Wenn bedruckte Scheiben zusätzlich mit Funktionsschichten (u.a. zum Sonnenschutz und/oder zur Wärmedämmung) versehen werden, sind die entsprechenden Normen und Richtlinien für die Beurteilung der visuellen Qualität des Endproduktes zu beachten (u. a. ÖNORM EN 1096 und/oder den zuvor genannten Richtlinien für Glas im Bauwesen). Die bedruckte Fläche wird nach dieser Richtlinie beurteilt. Werden Bedruckungen zur Abdeckung, z.B. von Profilen von geklebten Fassaden, verwendet, kann es bei sehr hellen Farben, zu einem Durchscheinen der Konstruktion kommen. Es sind hier geeignete Farben zu verwenden. Darüber hinaus ist zu beachten, dass wenn auf bedruckten Oberflächen geklebt werden soll, u. a. die notwendige Haftung und Verträglichkeit mit der Bedruckung geprüft wird. Bei Anwendung in structural glazing Fassaden sind evtl. gesonderte Nachweise zu führen.

## 4.3.2. Verfahren

### 4.3.2.1. Rollercoating-Verfahren (Walzenverfahren)

Die plane Glasscheibe wird unter einer gerillten Gummiwalze hindurch gefahren, welche die Emailfarbe auf die Glasoberfläche überträgt. Dadurch wird ein gleichmäßiger, vollflächiger Farbauftrag gewährleistet. Typisch ist, dass die gerillte Struktur der Walze bei näherer Betrachtung der bedruckten Seite zu sehen ist. Im Normalfall sieht man diese „Rillen“ jedoch von der Vorderseite (durch das Glas betrachtet) kaum. Gewalzte Emailgläser sind in der Regel nicht für den Durchsichtsbereich geeignet, so dass diese Anwendungen unbedingt vorab mit dem Hersteller abzustimmen sind. Beim Walzverfahren kann ein so genannter „Sternenhimmel“ (sehr kleine Fehlstellen) in der emaillierten Fläche entstehen.

Verfahrensbedingt ist ein „Farbüberschlag“ an allen Kanten möglich, der insbesondere an den Längskanten (in Laufrichtung der Walzanlage) leicht wellig sein kann. Die Kantenfläche bleibt jedoch in der Regel frei von Farbe. Werden explizit farbfreie Sichtkanten gewünscht, muss dies bei der Bestellung angegeben werden. Die Einbausituation ist deshalb vorher mit dem Hersteller abzustimmen.

### 4.3.2.2. Händisches Walzen

Produktionsbedingt kann auch mittels einer Lammfellwalze händisch Emailfarbe (Bezeichnung LM) aufgebracht werden. Diese Auftragsart findet hauptsächlich für Randemail-Gläser Anwendung. Wolken, Schleier, Schattenbildung im Farbauftrag, sowie ein durchscheinendes, inhomogenes Erscheinungsbild ist nicht auszuschließen.

### 4.3.2.3. Siebdruckverfahren

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

Typisch für diesen Fertigungsprozess, sind je nach Farbe, leichte Streifen, sowohl in Druckrichtung, aber auch quer dazu sowie vereinzelt auftretende leichte Schleier. Die Scheibenkanten bleiben beim Siebdruck in der Regel frei von Farbe, können jedoch im Bereich der Kanten eine leichte Farbwulst aufweisen. Freistehende Glaskanten sind dem Hersteller vorab bekannt zu geben.

Mit diesem Verfahren können Mehrfarbdrucke realisiert werden. Zum Beispiel ein so genannter Doppel-Siebdruck, bei dem je nach Betrachtungsseite unterschiedliche Farben sichtbar sind. Toleranzen, z. B. zur Deckungsgleichheit, sind mit dem Hersteller zu klären.

Die Lage des Druckmusters ist für das Scheibenformat zu vereinbaren (Referenzpunkt, bedruckungsfreier Rand).

Des Weiteren ist zu beachten, dass bei einer längeren Laufzeit eines Bauvorhabens die Haltbarkeit und Verfügbarkeit des Siebes mit dem Hersteller zu prüfen ist.

#### 4.3.2.4. Digitaldruckverfahren

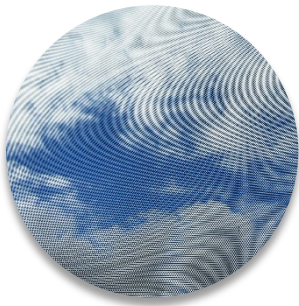
Die keramische Farbe wird mit einem Verfahren – ähnlich dem Prinzip eines Tintenstrahldrucker - direkt auf die Glasoberfläche aufgebracht, wobei die Dicke des Farbauftrages variieren kann. Der Farbauftrag ist dabei dünner als beim Walz- bzw. Siebdruckverfahren und erscheint je nach gewählter Farbe deckend oder durchscheinend. Im Unterschied zum Siebdruckverfahren sind im Digitaldruckverfahren deutlich höhere Druckauflösungen möglich.

Typisch für den Fertigungsprozess sind gering sichtbare Streifen in Druckrichtung. Diese sind fertigungstechnisch nicht vermeidbar. Die Scheibenkanten bleiben beim Digitaldruck in der Regel frei von Farbe, können jedoch im Kantenbereich eine leichte Farbwulst 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 leicht gezahnt. Farbsprühnebel entlang der Druckkanten kann auftreten. Bei Punkt-, Loch- und Textmotiven zeigen die Druckkanten eine Zahnung, die ebenso wie der Farbsprühnebel nur aus geringer Entfernung zu erkennen ist.

Das Digitaldruckverfahren ist vor allem für komplexe mehrfarbige Rasterdesigns oder Bilder, weniger für einfarbige, vollflächige Bedruckungen geeignet.

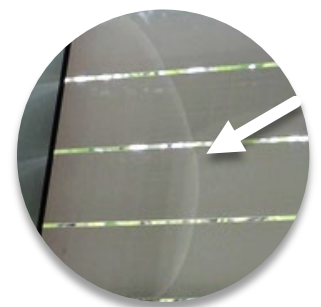
#### 4.3.3. Moiré-Effekt



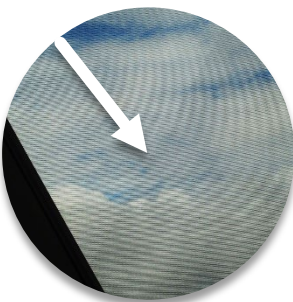
Je nach Muster kann es bei Motiven, die im Siebdruckverfahren aufgebracht werden, zu einem so genannten „Moiré“ kommen. Der Moiré-Effekt (von frz. moirer „moirieren, marmorieren“) macht sich bei der Überlagerung von regelmäßigen, feinen Rastern durch zusätzliche scheinbare gröbere Raster bemerkbar. Deren Aussehen ist den sich ergebenden Mustern ähnlich, die Mustern aus Interferenzen ähnlich sind. Dieser Effekt ist physikalisch bedingt.

#### 4.3.4. Halbmondeffekt

Der sogenannte „Halbmondeffekt“ ist eine geschwungene Linie, die manchmal auf keramischem Siebdruckglas erscheinen kann. Der Halbmondeffekt ist eine Folge des Siebdruckverfahrens und stellt keinen Mangel dar.



#### 4.3.5. Geisterbilder



Werden mit ein und demselben Sieb unterschiedliche Formen oder Abmessungen gedruckt, kann es dazu kommen, dass Umrisse der zuvor gedruckten Scheiben als Linien oder Flächen sichtbar werden. Dieser Effekt stellt keinen Mangel dar.

#### 4.3.6. Teilemail im VSG

Teilemailierte Scheiben zur Folie im Verbundsicherheitsglas müssen mit dem Hersteller auf Machbarkeit geprüft werden.

#### 4.3.7. Email & Siebdruck auf Strukturgläser

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

#### 4.3.8. Ätzcharakter

Farben mit Ätzcharakter zu Folie empfehlen wir jedenfalls zu bemustern.

#### 4.3.9. Metallic-Farben

Beim Einsatz von Metallic-Farben kann es aufgrund des Herstellprozesses und der Pigmentierung zu erkennbaren Unterschieden im Farbeindruck kommen. Ein homogenes Erscheinungsbild ist bei nebeneinander bzw. übereinander eingebauten Gläsern nicht garantiert. Dies ist eine produktspezifische Eigenheit von Metallic-Farben und lässt ein lebendiges Fassadenbild, auch bei unterschiedlichen Betrachtungswinkeln, entstehen.

## 5. VORGESPANNTES GLAS

Normative Grundlagen	
ÖNORM EN 12150	Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas, Teil 1 und 2
ÖNORM EN 14179	Glas im Bauwesen – Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas, Teil 1 und 2
ÖNORM EN 1863	Glas im Bauwesen – Teilvorgespanntes Kalknatronglas, Teil 1 und 2

In diesem Abschnitt wird der Ausdruck „vorgespanntes Glas“ benutzt, um die folgenden Produkte zu beschreiben:

Oberbegriff	Abkürzung
thermisch vorgespannt Einscheibensicherheitsglas	ESG
teilvergespanntes Glas	TVG
heißgelagertes thermisch vorgespannt Einscheibensicherheitsglas	ESG-H

Tabelle 17: vorgespannte Produkte

**Hinweis:** Alle vorgespannten Gläser werden bei Eckelt horizontal vorgespannt.

### 5.1. Maßtoleranzen

#### 5.1.1. Verwerfung – gültig für Floatglas

##### 5.1.1.1. Messbedingungen

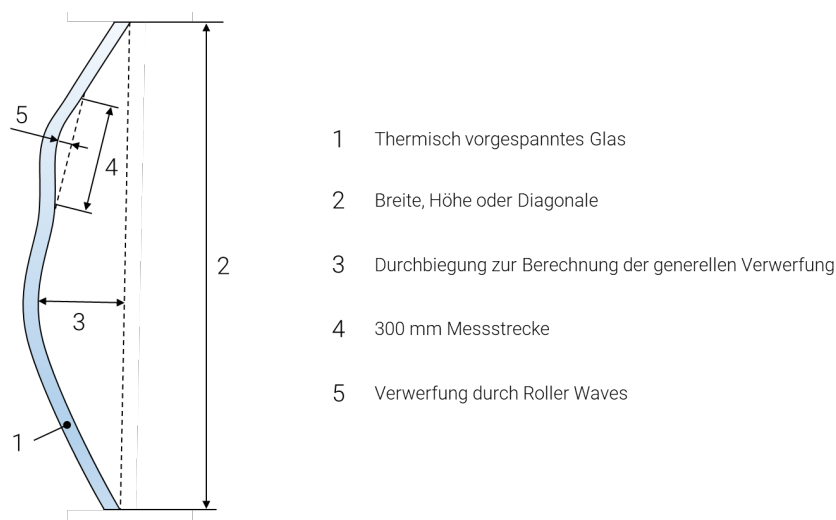


Abbildung 17: Darstellung der generellen Verwerfung und Verwerfung durch Roller Waves

Die Generelle Verwerfung ist an den Kanten und der Diagonale zu prüfen. Die Aufstellbedingungen zum Messen der generellen Verwerfung sind nachfolgend dargestellt (siehe Abbildung 20). Basis der Beurteilung bilden die Eigenschaften der entsprechenden Vorprodukte.

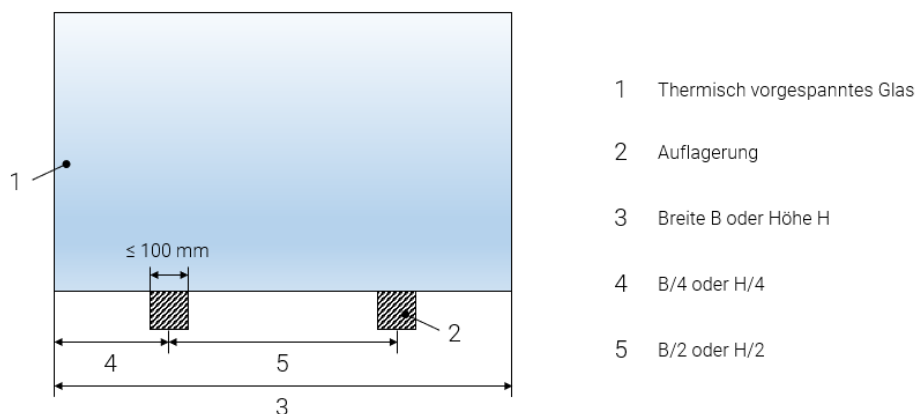


Abbildung 20: Auflagebedingungen zum Messen der generellen Verwerfung

Die Messung der Verwerfung durch Roller Waves ist im Abstand von mindestens 150 mm zur Kante durchzuführen.

### 5.1.1.2. Toleranzen

Die Toleranzen in nachstehender Tabelle gelten für ein Seitenverhältnis von maximal 1:10.

Verwerfung	Toleranzen
Generelle Verwerfung	3 mm/m
Verwerfung durch Roller Waves	0,3 mm/300 mm

Tabelle 18: Toleranzen der generellen Verwerfung und Verwerfung durch Roller Waves (Eckelt Standard)

**Hinweis:** Bei quadratischen Formaten mit einem Seitenverhältnis zwischen 1:1 und 1:1,3 und bei geringen Glasdicken ( $\leq 6\text{ mm}$ ) ist durch den Vorspannprozess die Abweichung der Geradheit größer als bei schmalen rechteckigen Formaten.

### 5.1.2. Unebenheit der Kante – Edge Dip

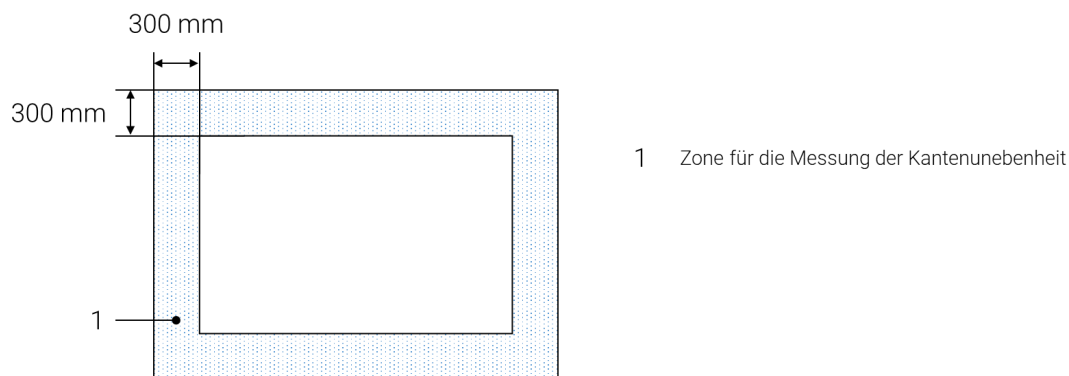


Abbildung 18: Zone für die Messung der Kantenunebenheit

Das Glas muss auf eine ebene Auflagerung platziert werden, wobei die Unebenheit der Glaskante, die Kante der Auflagerung um 50 mm bis 100 mm überragt. Das 300 mm Lineal ist auf den Scheitelpunkten der Roller Waves zu platzieren und die Lücke zwischen dem Lineal und dem Glas mit einer Fühlerlehre zu messen.

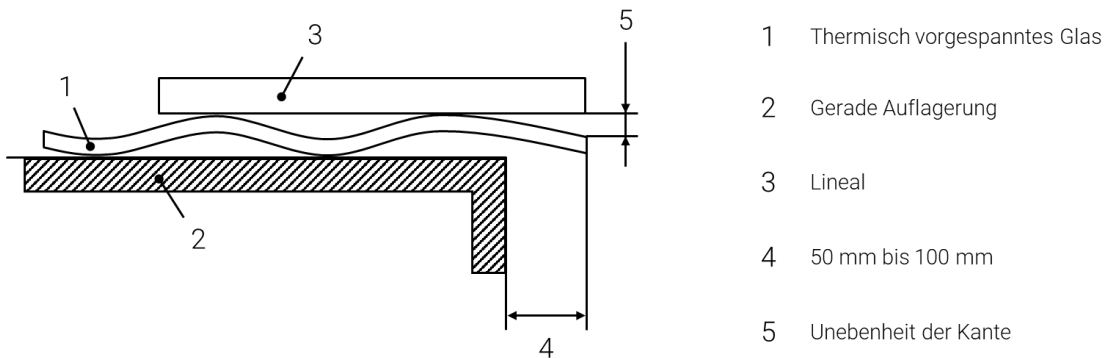


Abbildung 19: Messung der Unebenheit der Kanten

	Toleranz
Unebenheit der Kante	0,3 mm

Tabelle 19: Toleranz bei Unebenheit der Kante (Eckelt Standard)

## 5.2. Visuelle Qualität

Für die visuelle Qualität von vorgespannten Gläser, siehe Absatz [Zuschnitt – 2.2. Visuelle Qualität](#).

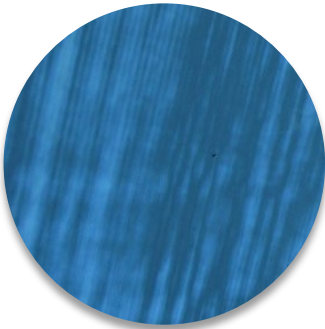
## 5.3. Prozess- und Produktmerkmale

### 5.3.1. Optische Verzerrung



Prozessbedingte Verwerfungen verursachen eine optische Verzerrung, die sich im Allgemeinen in der Reflexion bemerkbar macht. Glas, dicker als 8 mm, kann Zeichen von kleinen Eindrücken in der Oberfläche aufweisen („roller-pickup“ - „Rollenabdrücke“).

### 5.3.2. Anisotropie



Durch das thermische Vorspannen werden in Glasquerschnittszonen mit unterschiedlicher Spannung eingebracht. Diese Spannungsfelder verursachen eine Doppelbrechung im Glas, die in polarisiertem Licht sichtbar ist. Wenn thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas in polarisiertem Licht betrachtet wird, werden die Spannungsfelder als farbige Zonen sichtbar, die als „Leopardenflecken“ oder „Polarisationsfelder“ bezeichnet werden. Polarisiertes Licht ist in normalem Tageslicht vorhanden.

Der Anteil des polarisierten Lichts ist vom Wetter und vom Sonnenstand abhängig. Die Doppelbrechung ist bei seitlichem Blickwinkel oder durch polarisierte Brillen deutlicher sichtbar. Anisotropie ist kein Fehler, sondern ein sichtbarer Effekt.

### 5.3.3. White Haze - Härtestreifen

Prozessbedingt kann es bei der Produktion von vorgespanntem Glas zum Auftreten von oberflächlichen, weißlichen Streifen kommen. Diese sind nach den jeweiligen produktspezifischen Beurteilungsbedingungen visuell zu bewerten.

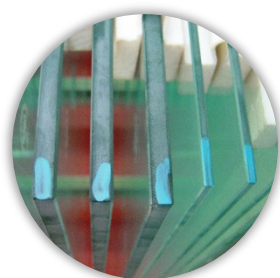


Bei den Streifen handelte es sich um weißen Keramikabrieb der Ofenrollen, mit denen das Glas beim Vorspannprozess in Berührung kommt. Dieser Abrieb kann mit geringem Aufwand (Polieren mit Filzscheibe) dauerhaft und rückstandsfrei entfernt werden. Härtestreifen sind üblicherweise, wenn vorhanden, nur bei genauer Betrachtung sichtbar und stellen nach den jeweiligen produktspezifischen Beurteilungsbedingungen in der Regel keinen reklamationswürdigen Mangel dar.

### 5.3.4. Heat-Soak Test

Der Heat-Soak Prozess reduziert das Risiko von Spontanbruch durch Nickelsulfideinschlüsse im vorgespannten Glas. Wie in der ÖNORM EN 14179-1 erwähnt, lässt sich ein Spontanbruch jedoch nicht mit Sicherheit ausschließen.

Der Heat-Soak Test wird gemäß ÖNORM EN 14179 Teil 1 und Teil 2 durchgeführt. Abweichende (landesspezifische) Anforderungen sind vorab zu vereinbaren.



Markierung  
vor Heat-Soak-Test



Markierung  
nach Heat-Soak-Test

Eckelt kennzeichnet heißgelagerte Gläser an der Glaskante mit einem thermochromen Marker. Diese Markierung dient als Prüfnachweis und stellt keinen Reklamationsgrund dar.

### 5.3.5. Bruchstruktur im Einbauzustand

Die Bruchstruktur im Einbauzustand wird nicht immer mit der - bei der Bruchstrukturprüfung - ermittelten übereinstimmen, da andere Spannungen, z.B. durch die Montage oder durch Weiterverarbeitung (z.B. Verbundglasherstellung) auftreten können.

### 5.3.6. Kennzeichnung

Zusätzlich zu den normativen Regelungen zur Kennzeichnung von Sicherheitsgläsern behalten wir uns das Recht vor an Gläsern, auch wenn diese ausdrücklich ohne dauerhafte Kennzeichnung oder mit einer bestimmten dauerhaften Kennzeichnung bestellt werden, eine Kennzeichnung anzubringen, abzuändern oder ihre Lage zu verändern. Wir weisen darauf hin, dass vorhin genannte Abänderungen keinen Reklamationsgrund darstellen und daher auch nicht zu einem Austausch der Gläser führen können.

## 6. VERBUNDSICHERHEITSGLAS (VSG)

Normative Grundlagen	
ÖNORM EN ISO 12543-1	Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbundsicherheitsglas Teil 1: Definitionen und Beschreibung von Bestandteilen
ÖNORM EN ISO 12543-5	Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbundsicherheitsglas Teil 5: Maße und Kantenbearbeitung
ÖNORM EN ISO 12543-6	Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbundsicherheitsglas Teil 6: Aussehen

### 6.1. Maßtoleranzen

#### 6.1.1. Breite und Höhe

Die Glasscheibe darf nicht größer sein als die Nennmaße, entweder vergrößert um das obere Grenzabmaß oder kleiner sein als die Nennmaße, vermindert um das untere Grenzabmaß.

Grenzabmaße für Breite  $B$  und Höhe  $H$  entsprechend Tabelle 20. Der Versatz muss innerhalb dieser Grenzabmaße liegen. Definiert sind die Versatztoleranzen im Teil [6.1.3. Versatz](#).

Sofern ein Bestandteil des Verbundsicherheitsglases ein vorgespanntes Glas ist, muss eine zusätzliche zulässige Abweichung von  $\pm 3$  mm berücksichtigt werden.

Nennmaß $B$ oder $H$ (mm)	Nenndicke des Verbund Glas $\leq 8$ mm	Nenndicke von VSG $> 8$ mm	
		jede Glasscheibe Nenndicke $< 10$ mm	mindestens eine Glasscheibe Nenndicke $\geq 10$ mm
$\leq 2000$	+ 3,0 / - 2,0	+ 3,5 / - 2,0	+ 5,0 / - 3,5
$\leq 3000$	+ 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 20: Toleranz der Breite  $B$  und der Höhe  $H$  für VSG nach ÖNORM EN ISO 12543-5

#### 6.1.2. Diagonal

Die maximal zulässige Differenz zwischen den beiden Diagonalen finden sie in Tabelle 21.

Nennmaß $B$ oder $H$ (mm)	Nenndicke des Verbund Glas $\leq 8$ mm	Nenndicke von Verbund Glas $> 8$ mm	
		jede Glasscheibe Nenndicke $< 10$ mm	mindestens eine Glasscheibe Nenndicke $\geq 10$ mm
$\leq 2000$	6	7	9
$\leq 3000$	8	9	11
$> 3000$	10	11	13

Tabelle 21: maximale zulässige Differenz zwischen den Diagonalen für VSG nach ÖNORM EN ISO 12543-5

### 6.1.3. Versatz

Die Einzelscheiben können sich aus fertigungstechnischen Gründen im Verbundprozess gegeneinander verschieben. Bei VSG aus zwei oder mehreren Gläsern wird deshalb standardmäßig jede Einzelscheibe bearbeitet.

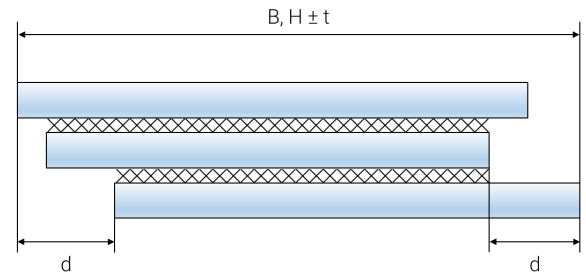


Abbildung 20: Versatz bei Verbundsicherheitsglas

Das Höchstmaß für den Versatz  $d$  muss der Tabelle 22 entsprechen. Breite  $B$  und Höhe  $H$  müssen getrennt betrachtet werden.

Entsprechen die Gläser einem dieser Kriterien, ist die Versatztoleranz mit dem Hersteller abzustimmen:

- Seitenverhältnis  $> 1:20$
- Elementdicke  $> 34$  mm
- Breite  $< 400$  mm

Nennmaß $B$ oder $H$ (mm)	Maximal zulässiger Versatz $d$ (mm)
$\leq 2000$	2,0
$\leq 3000$	3,0
$> 3000$	4,0

Tabelle 22: Höchstmaß für den Versatz  $d$  nach ÖNORM EN ISO 12543-5

### 6.1.4. Dickentoleranz

Die Dickentoleranz von Verbundglas setzt sich zusammen aus den Grenzabmaßen der Einzelscheiben (laut ÖNORM EN 572) und den folgenden Aufschlägen je nach Zwischenschichtdicke:

- Je Zwischenschicht  $\leq 2$  mm addiert sich eine zusätzliche Toleranz von  $\pm 0,1$  mm
- Je Zwischenschicht  $> 2$  mm addiert sich eine zusätzliche Toleranz von  $\pm 0,2$  mm

*Beispiel: Ein Verbundglas aus drei Scheiben Floatglas mit einer Nenndicke von 6 mm und einer Folien-Zwischenschicht von 0,76 mm.*

*Nach ÖNORM EN 572-2 beträgt die Toleranz bei Floatglas mit 6 mm Nenndicke  $\pm 0,2$  mm und die Toleranz der Folien-Zwischenschicht  $\pm 0,1$  mm.*

$$\text{Nenndicke} = 3 \times 6 + 2 \times 0,76 = 19,52 \text{ mm}$$

$$\text{Dickentoleranz} = 3 \times 0,2 + 2 \times 0,1 = \pm 0,8 \text{ mm}$$

### 6.1.5. Verwerfung, Abweichungen der Planität & Ebenheit

Generelle Verwerfung Toleranz (Eckelt Standard)

± 3 mm/lfm Kantenlänge

Für die örtliche Verwerfung bleiben die Toleranzen der Vorprodukte aufrecht.

### 6.1.6. Senklochbohrungen im VSG

Bei Senklochbohrungen im VSG behält sich Eckelt vor, die zylindrischen Lochbohrungen der Gegenscheibe mit einem 4 mm größeren Durchmesser als dem Kerndurchmesser  $D$  der Senklochbohrung zu fertigen.

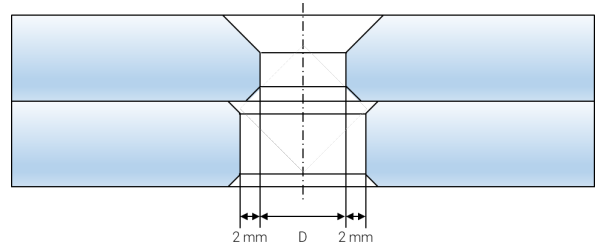
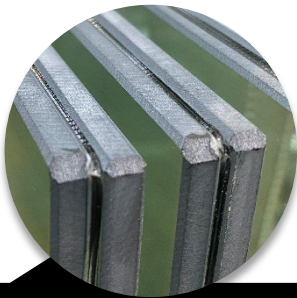


Abbildung 21: Senklochbohrungen im VSG

## 6.2. Visuelle Qualität

### 6.2.1. Kantenqualität

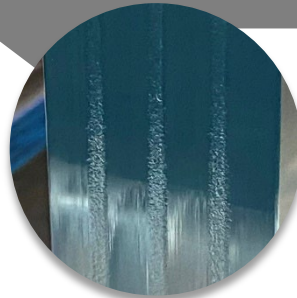


#### STANDARD

Die Folie wird nach dem Autoklavieren mit dem Messer geschnitten.

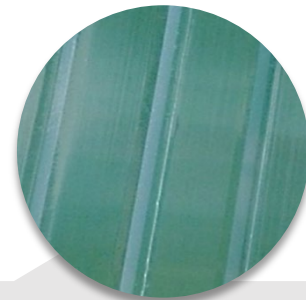
#### FROZEN EDGE

Nur im Vakuumsack-Verfahren möglich. Die Folienkante hat ein mattes, strukturiertes Aussehen. (Standard für Vakuumsack)



#### SMOOTH EDGE

Nur im Vakuumsack-Verfahren möglich! Die Folienkante hat ein gleichmäßig, glatt glänzendes Aussehen. (Sonderausführung für Vakuumsack)



Sichtkanten sind bei Bestellung vorzugeben, um eine bestmögliche Kantenqualität zu erreichen. Durch die Quetschung der Folie bleiben Abstellflächen erkennbar. Ist keine Sichtkante vorgegeben, sind Folienüberstand bzw. Folieneinzüge an der Kante erlaubt.

Bei Festmaßherstellungen von VSG können Folienüberstände insbesondere an der Standkante vorhanden sein.

### 6.2.2. Bedingungen der Prüfung

Das Verbundglas wird vertikal und parallel zu einer matt grauen Wand aufgestellt und mit diffusem Tageslicht oder Ähnlichem beleuchtet.

Das Verbundglas wird senkrecht in einem Abstand von 2 m vom Glas entfernt und mit der matten Bildwand auf der anderen Seite des Glases einer Sichtprüfung unterzogen.

- Alle sichtbaren Fehler werden gekennzeichnet
- Fehler, die kleiner als 0,5 mm sind, werden nicht berücksichtigt
- Fehler, die größer als 3 mm sind, sind unzulässig

Die Scheibe wird in zwei Zonen geteilt: die Kantenfläche und die Sichtfläche (siehe Abbildung 25).

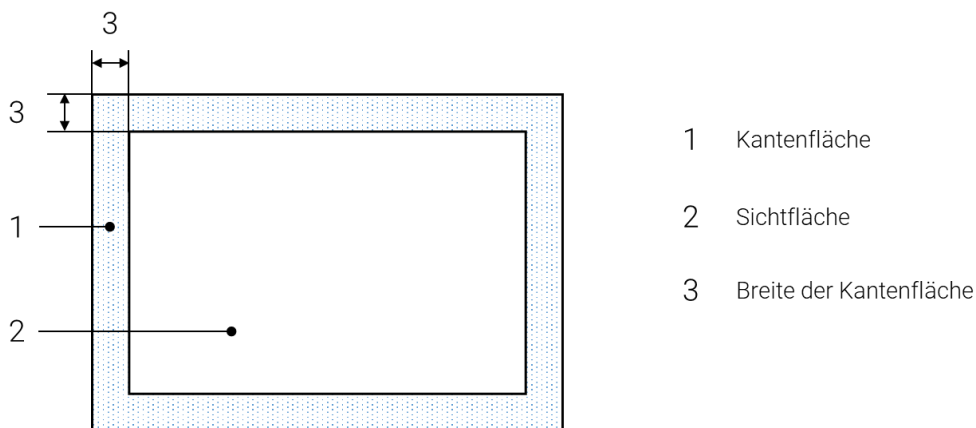


Abbildung 22: Kanten- und Sichtfläche für Verbundglas nach ÖNORM EN ISO 12543-6

Scheibenfläche (m <sup>2</sup> )	Breite der Kantenfläche (mm)
≤ 5	15
> 5	20

Tabelle 23: Kantenfläche nach ÖNORM EN ISO 12543-6

**Hinweis:** Wenn keine Rückschnitt bei spitzen Winkeln durchgeführt wird, gilt die Fläche des möglichen Rückschnittes als nicht zu beurteilende Zone. Hier können Unregelmäßigkeiten an den Kanten sowie auf der Fläche auftreten, diese stellen keinen Reklamationsgrund dar.

## 6.2.3. Fehlerkriterien

Fehlertyp		Fehlerkriterien
Fehler in der Kantenfläche beim gerahmten Kanten		$\emptyset < 5$ mm oder Fläche von Fehler $< 5\%$ der Kantenfläche
Fehler in der Kantenfläche beim nicht gerahmten Kanten		Ausmuschelungen und Blasen sind zulässig, wenn nicht sichtbar unter den in Punkt <u>6.2.2.</u> definierten Bedingungen. Fehler in der Zwischenschicht: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einziehungen <math>&lt; 2</math> mm sind zulässig</li> <li>• Extrusionen an der Kante sollten bündig abgeschnitten werden</li> </ul>
Kerben		nicht zulässig
Falten und Streifen		zulässig, wenn nicht sichtbar unter den in Punkt <u>6.2.2.</u> definierten Bedingungen
punktförmige Fehler in der Sichtfläche	$\leq 0,5$ mm	nicht berücksichtigt
	$> 0,5$ mm und $\leq 1,0$ mm	keine Begrenzung, jedoch keine Anhäufung von Fehlern <sup>1</sup>
	$> 1,0$ mm und $\leq 3,0$	siehe Tabelle 25
	$> 3,0$ mm	nicht zulässig
lineare Fehler in der Sichtfläche	Länge $< 30$ mm	zulässig
	Länge $> 30$ mm	siehe Tabelle 26 unten

<sup>1</sup> Eine Anhäufung von Fehlern entsteht, wenn vier oder mehr Fehler in einem Abstand kleiner als 200 mm voneinander entfernt liegen. Dieser Abstand verringert sich auf 180 mm bei dreischiebigem Verbundglas, auf 150 mm bei vierschiebigem Verbundglas und auf 100 mm bei fünf- oder mehrschiebigem Verbundglas.

Tabelle 24: Fehlerkriterien VSG nach ÖNORM EN ISO 12543-6

**Hinweis:** Die Zulässigkeit von punktförmigen Fehlern im Verbundglas ist von der Dicke der einzelnen Gläser unabhängig. Die Anzahl der zulässigen Fehler in Tabelle 25 ist um 1 zu erhöhen für jede Zwischenschicht  $> 2$  mm. Die Anzahl der zulässigen Fehler wird immer auf die nächste ganze Zahl aufgerundet.

Anzahl der monolithischen Scheiben im VSG	Anzahl der zulässigen Fehler pro Scheibengröße $A$ ( $A$ in $m^2$ )			
	$A \leq 1$	$1 < A \leq 2$	$2 < A \leq 8$	$A > 8$
2	1	2	1/ $m^2$	1,2/ $m^2$
3	2	3	1,5/ $m^2$	1,8/ $m^2$
4	3	4	2/ $m^2$	2,4/ $m^2$
5 und mehr	4	6	2,5/ $m^2$	3/ $m^2$

Tabelle 25: Zulässige punktförmige Fehler ( $1,0$  mm  $< d \leq 3,0$  mm) in der Sichtfläche nach ÖNORM EN ISO 12543-6

Scheibengröße A (m <sup>2</sup> )	Anzahl der zulässigen Fehler mit > 30 mm Länge
A ≤ 5	nicht zulässig
5 < A ≤ 8	1
A > 8	2

Tabelle 26: Zulässige lineare Fehler in der Sichtfläche nach ÖNORM EN ISO 12543-6

## 6.3. Prozess- und Produktmerkmale

### 6.3.1. Nachträgliche Kantenbearbeitung

Bei VSG Elementen aus zwei oder mehreren Gläsern, können Kanten der Einzelscheiben KG, KGS, KMG, KGN oder KPO ausgeführt sein. Zudem kann auch das Gesamtpaket an der Glaskante bearbeitet sein:

- bei ESG Gläser ist keine nachträgliche Egalisierung des Kantenversatzes möglich
- Bei Kombinationen aus nicht vorgespannten Gläsern ist eine Nachbearbeitung zulässig

### 6.3.2. Farbfolien

Bei Farbfolien und matten Folien kommt es über die Zeit zu Farbintensitätsverlusten, bedingt durch Witterungseinflüsse (z.B. UV-Einwirkung). Daher können Glasnachlieferungen mehr oder weniger visuell wahrnehmbare Farbunterschiede zu bereits eingebauten Gläsern des gleichen Typs aufweisen. Dies stellt keinen Reklamationsgrund dar.

### 6.3.3. Farbunterschied zwischen unterschiedlichen VSG-Interlayern

Aufgrund von unterschiedlichen Rezepturen in der Herstellung von VSG-Interlayern (PVB und Ionoplast) kann es unter Umständen zu geringfügigen Farbunterschieden kommen, welche zumeist an der Glasstirnkante aber auch in der Fläche auftreten können.

Speziell im Vergleich bzw. bei der Anwendung von unterschiedlichen Interlayer-Typen aber auch durch unterschiedliche Foliendicken lässt sich dieser Farbunterschied erkennen.

Hierbei handelt es sich um ein Produkt- und Anwendungsmerkmal, welches keinen Reklamationsgrund darstellt.

#### 6.3.4. VSG mit Stufen

Grundsätzlich muss im Stufenbereich der Folienüberstand geschnitten werden. Prozessbedingt sind dadurch feine Kratzer nicht vermeidbar.

Bei Mehrfach-VSG, bei denen eine oder mehrere Scheiben zu den äußeren Gläsern zurückgesetzt sind, sind folgende Punkten zu beachten:

- Je nach Nutbreite und Tiefe ist ein Folienrückschnitt möglich.
- Unregelmäßige Folienüberstände sind nicht vermeidbar.
- Die Nutbreite kann aufgrund Verwerfungen variieren.

Diese Punkte stellen keinen Reklamationsgrund dar. Wir empfehlen vorab eine technische Klärung.

#### 6.3.5. Wechselwirkung von VSG-Interlayer mit Feuchtigkeit bzw. frei bewitterter Glaskante

Verbundsicherheitsglas (VSG) besteht aus zwei oder mehreren Scheiben mit einer oder mehreren Zwischenschichten, meist aus Polyvinylbutyral (PVB-Folie) oder Ionoplast.

Insbesondere PVB-Interlayer sind hygroskopisch und extrem trocken. An den Kanten des VSG-Verbundes ist die PVB-Folie den Umwelteinflüssen ausgesetzt und durch Luftfeuchtigkeit, stehendes Wasser und Tropfenbildungen kann unweigerlich Feuchtigkeit in die Folie eindringen.

Dieser Effekt kann durch Bewegungen der Kante - mit den sich daraus ergebenden Zugkräften - zwischen Folie und Glas verstärkt werden, welche sich nach längerer Nutzungszeit durch optische Eintrübungen bzw. Ablösungen am Glasrand (Delaminationen) bemerkbar machen können. Die Eintrübungen und Ablösungen führen jedoch zu keinem Funktionsverlust, da sich dieser Effekt auf den Randbereich begrenzt.

An freien Kanten ist dieser Effekt weitaus stärker sichtbar als bei Glaseinheiten, die im Rahmen eingebaut werden.

#### 6.3.6. Wechselwirkung von VSG-Interlayern mit anderen Materialien

Auch der Verträglichkeit gegenüber anderen verwendeten Materialien kommt eine große Bedeutung zu. Um eine Reaktion des VSG-Interlayers auf andere Materialien zu vermeiden, darf die VSG-Kante mit keinem Dicht-, Klebe- oder Kunststoff (wie z.B. Verglasungsklotze) oder Ähnlichem in Kontakt kommen.

Unterschiedliche Substanzen, zeigen bei direktem oder indirekt Kontakt immer eine chemische Wechselwirkung, die zu optischen Beeinträchtigungen führen kann. Je nach Ausprägung bleibt die Nutzungssicherheit erhalten.

Grundsätzlich empfehlen wir vorab eine Prüfung durchzuführen oder ausschließlich auf Produkte zurückzugreifen, deren Verträglichkeit bereits geprüft ist.

### 6.3.7. Kantenschutz

Ein Schutz der VSG-Kanten gegenüber dem im Teil 6.3.5. Wechselwirkung von VSG-Interlayer mit Feuchtigkeit bzw. frei bewitterter Glaskante und 6.3.6. Wechselwirkung von VSG-Interlayer mit anderen Materialien beschriebenen Effekten ist nach heutiger Erfahrung nicht möglich.

Oftmals wird die Meinung geäußert, dass mit dünnen Lack- oder Silikonschichten der Kantenbereich der Folie nach außen abgedeckt und so geschützt werden könne. Wir weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass Dichtstoffe – z.B. Silikon – sich nicht mit PVB-Folien verbinden und daher nur am Material anliegen. Zudem sind diese Dichtstoffe nicht dampfdicht, d.h. Feuchtigkeit könnte in Dampfform trotz derartiger „Präventivmaßnahmen“ in das System eindringen und zwischen diesem vermeidlichen „Folienschutz“ aktiv werden. Dies verursacht meist Verfärbungen und Delaminationen.

### 6.3.8. VSG mit SentryGlas®

Bei VSG und begehbarem Glas LITE-FLOOR mit SentryGlas® Zwischenlagen können anisotropienähnliche, also unter bestimmter Betrachtung sichtbare dunkelfarbige Flecken, Streifen, oder Ringe entstehen, welche produktionsbedingt nicht vermeidbar sind und daher keinen Reklamationsgrund darstellen.

## 7. MEHRSCHEIBEN-ISOLIERGLAS

### Normative Grundlagen ergänzend gilt

ÖNORM EN 1279-1	Glas im Bauwesen – Mehrscheiben-Isolierglas Teil 1: Allgemeines, Systembeschreibung, Austauschregeln, Toleranzen und visuelle Qualität
ISO 11479-2	Glass in Building – Coated Glass Part 2: Colour of façade

### 7.1. Maßtoleranzen

#### 7.1.1. Abmessung, Toleranz & Versatz

Wenn die Abmessung von rechteckigem Mehrscheiben-Isolierglas angegeben wird, muss, wie in Abbildung 26, zuerst die Breite  $B$ , und als zweites Maß die Höhe  $H$ , genannt werden. In Bezug auf die Einbaulage muss deutlich zu erkennen sein, welches Maß die Breite  $B$ , und welches Maß die Höhe  $H$ , ist.

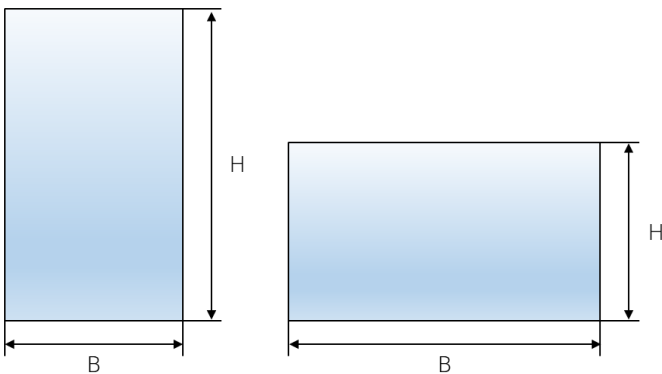


Abbildung 23: Beispiel für Höhe und Breite unter Berücksichtigung der Scheibenform

Charakteristik Isolierglas	Toleranzen für $B$ und $H$	Versatz
alle Scheiben $\leq 6$ mm und ( $B$ und $H$ ) $\leq 2000$ mm	$\pm 2$ mm	$\leq 2$ mm
$6$ mm $<$ dickste Scheibe $\leq 12$ mm oder $2000$ mm $<$ ( $B$ oder $H$ ) $\leq 3500$ mm	$\pm 3$ mm	$\leq 3$ mm
dickste Scheibe $\leq 12$ mm und $3500$ mm $<$ ( $B$ oder $H$ ) $\leq 5000$ mm	$\pm 4$ mm	$\leq 4$ mm
1 Scheibe $> 12$ mm oder ( $B$ oder $H$ ) $> 5000$ mm	$\pm 5$ mm	$\leq 5$ mm

Tabelle 27: Maßtoleranzen für 2- und 3-fach Isolierglas lt. ÖNORM EN 1279-1

### 7.1.2. Verwerfung an der Glaskante

Die Verwerfung in Bezug auf die Gesamtlänge der Glaskante darf nicht mehr als 3 mm je 1000 mm Glaskantenlänge betragen.

Beim Einsatz von vorgespannten Gläsern mit quadratischen oder nahezu quadratischen Formaten (bis 1:1,5) und bei Einzelscheiben mit einer Nenndicke kleiner als 6 mm, können höheren Verwerfungen auftreten.

### 7.1.3. Dickentoleranz im Randbereich

Die tatsächliche Dicke muss an jeder Ecke und in der Nähe der Kantenmittelpunkte zwischen den äußeren Glasoberflächen der Einheit gemessen werden. Die Messwerte müssen auf 0,01 mm bestimmt werden und sind auf 0,1 mm zu runden. Die Messwerte der Dicken dürfen nicht um mehr als in der Tabelle 28 angegebenen Nenndicke des Mehrscheiben-Isolierglas Herstellers abweichen.

Verglasung	Scheibe	Dickentoleranz
Zweifachverglasung	alle Scheiben sind entspanntes Floatglas	± 1,0 mm
	mindestens eine Scheibe besteht aus Verbundglas, Ornamentglas oder ist kein entspanntes Glas	± 1,5 mm
Dreifachverglasung	alle Scheiben sind entspanntes Floatglas	± 1,4 mm
	mindestens eine Scheibe besteht aus Verbundglas, Ornamentglas oder ist kein entspanntes Glas	+ 2,8 mm/- 1,4 mm

Tabelle 28: Dickentoleranzen der Mehrscheiben-Isoliergläser nach ÖNORM EN 1279-1

Die Toleranzen sind gültig für ISO-Elementen, die nur 2-fach VSG enthalten. Für ISO Elemente die 3- oder mehrfach VSG enthalten, gelten die in Tabelle 29 angegebenen Toleranzen.

Verglasung	Dickentoleranz
Zweifachverglasung	± 2,0 mm
Dreifachverglasung	± 3,4 mm

Tabelle 29: Dickentoleranzen von Mehrscheiben-Isolierglas mit 3- oder mehrfach VSG (Eckelt Standard)

#### 7.1.4. Lage der Abstandhalter / Randverbund

	Toleranz
Abstandhalterlage bezogen auf die Glaskanten	± 2,0 mm

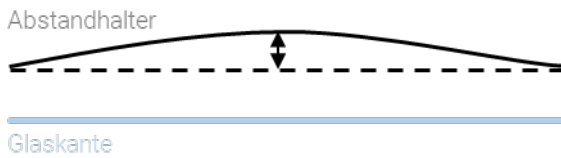


Abbildung 24: Abstandhalterlagetoleranz bezogen auf die Glaskante

**Hinweis:** Die Dicht- oder Klebmasse darf zum Zeitpunkt der Auslieferung maximal 2 mm über den Randverbund in den Scheibenzwischenraum des Elementes und auf die Glasscheibe ragen. Im Bereich der Ecken und Längsverbinderstellen, sowie bei Anwendung von Spezialgläsern (z.B. Gussgläser) ist es nicht vermeidbar, dass höhere Dicht- oder Klebmasseneinstände in den Scheibenzwischenraum bzw. auf die Glasscheibe ragen. Dies ist technisch bedingt und kein Grund für Bemängelungen.

## 7.2. Visuelle Qualität

Die Anforderungen an die optische und visuelle Qualität von Glaskomponenten müssen den vorher definierten Kriterien entsprechend.

In der Tabelle 30 bis Tabelle 32 sind die maximal zulässigen Fehler je Mehrscheiben-Isolierglas angegeben, sowie die Fehler, die speziell für die jeweilige Einheit gelten. Diese Tabellen dürfen nicht bei Mehrscheiben-Isolierglaseinheiten angewendet werden, bei denen mindestens eine Komponente aus Ornamentglas, Drahtglas, Drahtornamentglas, gezogenem Flachglas oder feuerbeständigem Verbundglas besteht.

### 7.2.1. Bedingungen der Prüfung

Die Scheiben müssen in der Durchsicht, nicht in der Aufsicht untersucht werden.

Abweichungen dürfen nicht auf der Scheibe gekennzeichnet werden.

Die Mehrscheiben-Isoliergläser müssen in einem Abstand von mindestens 3 m von innen nach außen und bei einem Betrachtungswinkel möglichst senkrecht zur Glasfläche bis zu einer Minute lang je Quadratmeter beobachtet werden. Die Beurteilung erfolgt bei diffusem Tageslicht (z.B. bei bedecktem Himmel), ohne direkte Sonneneinstrahlung oder künstliche Beleuchtung.

Mehrscheiben-Isoliergläser, die von außen beurteilt werden, müssen im Einbauzustand beurteilt, bzw. entsprechend simuliert, werden, wobei der übliche Betrachtungsabstand zu berücksichtigen ist, mindestens jedoch 3 m Abstand einzuhalten sind. Der Betrachtungswinkel muss möglichst senkrecht zur Glasfläche sein.

Fehler kleiner als 0,5 mm werden nicht berücksichtigt.

In der Abbildung 28 sind die anwendbaren Beobachtungsbereiche definiert.

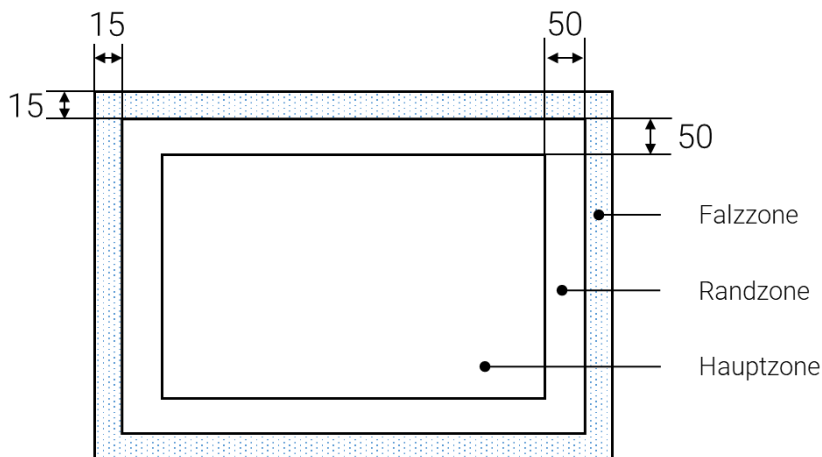


Abbildung 25: Zonen zur Beurteilung der visuellen Qualität nach ÖNORM EN 1279-1 (Maße in mm)

**Hinweis:** Wenn kein Rückschnitt bei spitzen Winkeln durchgeführt wird, gilt die Fläche des möglichen Rückschnittes als nicht zu beurteilende Zone. Hier können Unregelmäßigkeiten an den Kanten sowie auf der Fläche auftreten, diese stellen keinen Reklamationsgrund dar.

## 7.2.2. Fehlerkriterien

### 7.2.2.1. Mehrscheiben-Isolierglas aus zwei monolithischen Glasscheiben

**Hinweis:** Bei Lohnbeschichtungen sind zusätzlich zu den Zulässigkeiten in Tabelle 30 und Tabelle 31 pro m<sup>2</sup> zwei weitere Fehler mit einem Durchmesser von maximal 3 mm in der Hauptzone erlaubt.

#### 7.2.2.1.1. Punktförmige Fehler

Zone	Fehlergröße ohne Hof (mm)	Scheibengröße S (m <sup>2</sup> )			
		S ≤ 1	1 < S ≤ 2	2 < S ≤ 3	S > 3
Falzzone	alle Größen	ohne Einschränkung			
Randzone	∅ ≤ 1	zulässig, falls weniger als 3 innerhalb einer Kreisfläche mit einem 20 mm Durchmesser			
	1 < ∅ ≤ 3	4	1 je Meter Kantenlänge		
	∅ > 3	Nicht zulässig			
Hauptzone	∅ ≤ 3	zulässig, falls weniger als 3 innerhalb einer Kreisfläche mit einem 20 mm Durchmesser			
	1 < ∅ ≤ 2	2	3	5	5 + 2 je zusätzlichem m <sup>2</sup> über 3 m <sup>2</sup>
	∅ > 2	nicht zulässig			

Tabelle 30: zulässige punktförmige Fehler nach ÖNORM EN 1279-1

**Hinweis:** Geringfügige Rückstände des Trockenmittels im Scheibenzwischenraum sind nicht auszuschließen und stellen keinen Reklamationsgrund dar.

## 7.2.2.1.2. Rückstände

Zone	Maße und Typ (mm)	Scheibengröße $S$ (m <sup>2</sup> )	
		$S \leq 1$	$S > 1$
Falzzone	alle	ohne Einschränkung	
Randzone	Punkte mit $\varnothing \leq 1$	ohne Einschränkung	
	Punkte mit $1 < \varnothing \leq 3$	4	1 je Meter Kantenlänge
	Flecken mit $\varnothing \leq 17$	1	
	Punkte mit $\varnothing > 3$ und Flecken mit $\varnothing > 17$	nicht zulässig	
Hauptzone	Punkte mit $\varnothing \leq 1$	zulässig, falls weniger als 3 innerhalb einer Kreisfläche mit einem 20 mm Durchmesser	
	$1 < \varnothing \leq 2$ Punkte mit $1 < \varnothing \leq 3$	zulässig, falls weniger als 3 innerhalb einer Kreisfläche mit einem 20 mm Durchmesser	
	Punkte mit $\varnothing > 3$ und Flecken mit $\varnothing > 17$	nicht zulässig	

Tabelle 31: zulässige Rückstände (Punkte und Flecken) nach ÖNORM EN 1279-1

## 7.2.2.1.3. Linearer, langgestreckter Fehler

Zone	Einzellängen (mm)	Summe der Einzellänge (mm)
Falzzone	ohne Einschränkungen	
Randzone	$\leq 30$	$\leq 90$
Hauptzone	$\leq 15$	$\leq 45$

Tabelle 32: zulässige Länge linearer, langgestreckter Fehler nach ÖNORM EN 1279-1

**Hinweis:** Haarkratzer sind zulässig, sofern sie keine Anhäufung bilden. Ein Haarkratzer ist ein feiner Kratzer, der mit Fingernagel nicht spürbar ist und nur bei direkt einfallendem Licht erkennbar.

## 7.2.2.2. Mehrscheiben-Isolierglas mit mehr als zwei monolithischen Glasscheiben

Die in der Tabelle 30 bis der Tabelle 32 festgelegte zulässige Anzahl von Abweichungen erhöht sich mit jeder zusätzlichen Glaskomponente um 25 % (bei Mehrscheiben-Isolierglas oder in einer Verbundglaskomponente). Die Anzahl der zulässigen Fehler wird immer auf die nächste ganze Zahl aufgerundet.

*Beispiele: 3-fach Isolierglas aus 3 monolithischen Scheiben: die Anzahl der zulässigen Fehler wird mit 1,25 multipliziert.*

*2-fach Isolierglas aus 2 VSG Elementen mit jeweils 2 monolithischen Scheiben wird mit 1,5 multipliziert.*

### 7.2.2.3. Randfehler

Zulässige Fehler an der Kante sind für alle Glasscheibenkomponenten in den vorangegangenen Abschnitten angegeben.

Äußere, nicht tiefgehende Beschädigungen des Randes oder Muscheln, die die Glasfestigkeit nicht beeinträchtigen und nicht über die Breite des Randverbundes hinausgehen, sind zulässig.

Innenliegende Muscheln ohne lose Scherben, die durch den Dichtstoff gefüllt werden, sind zulässig.

## 7.3. Prozess- und Produktmerkmale

### 7.3.1. Randentschichtung

In Abhängigkeit vom Schichtsystem wird im Randverbundbereich die Beschichtung in der Regel durch Schleifen entfernt. Dadurch können Bearbeitungsspuren sichtbar werden, so dass sich diese Glasfläche vom nicht entschichteten Bereich unterscheidet. Dies gilt auch für den Glasüberstand bei Stufenisoliervglas.

Bei Isolierglas mit Kombinationen aus ESG mit Lohnbeschichtung ist nicht auszuschließen, dass Beschichtungsrückstände an der Außenseite des Isolierglases auftreten. Diese Rückstände sind bei unseren Zulieferanten für Lohnbeschichtungen technisch bedingt und nicht vermeidbar bzw. entsprechen dem Stand der Technik. Diese Rückstände korrodieren und wittern von selbst nach einiger Zeit ab.

### 7.3.2. Randentschichtung mit Dichtstoffabspachtelung oder Bedruckung

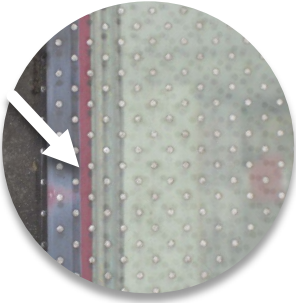
Bei Gläsern mit überbreiter Randentschichtung wird dies in mehreren Schritten durchgeführt. Mit einer Schleifscheibe werden mehrere Bahnen der Beschichtung nebeneinander abgetragen, bis die gewünschte Gesamtbreite erreicht ist.

Sollte im Bereich der Randentschichtung eine Dichtstoffabspachtelung oder Bedruckung durchgeführt werden, werden bei Betrachtung jedenfalls Schleifspuren und Inhomogenitäten sichtbar sein. Dies stellen keinen Grund zur Beanstandung dar.

Bei breiten Isolierglasstufen oder Randverbundbreiten mit höchsten ästhetischen Anforderungen an das homogene Erscheinungsbild ist die keramische Bedruckung die bevorzugte Methode zur Glasbeschichtung.

### 7.3.3. Visueller Effekt von Colour-Lines & White-Lines

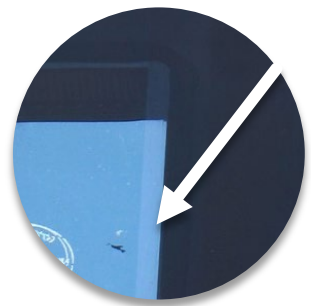
Bei der Herstellung von Isolierglaselementen mit funktionsgebenden Low-E Beschichtungen erfolgt vor dem Zusammenbau der Einzelscheiben eine Randentschichtung. Diese Randentschichtung dient vorrangig der besseren Haftung des sekundären Randverbundes (Polysulfid, Silikon) auf dem Glas und sichert damit die Statik der Isolierglasscheiben.



Trifft der Primärdichtstoff Butyl auf die Beschichtung, so wird in Reflektion eine farbliche Linie sichtbar, die sogenannte Colour-Line. Die Farbe hängt von der verwendeten Beschichtung (rötlich, bläulich, grünlich, etc.) ab.

Ist die Randentschichtung breiter als der Randverbund, so ergibt sich zwischen Butylkante und der Funktionsbeschichtung ein schmaler heller Streifen (White-Line), welcher je nach Kontrast zur Beschichtung schwächer oder stärker ausgeprägt sichtbar ist.

Dieser Effekt wird nur bei nicht gerahmtem Isolierglas (z.B. SSG-Verglasungen) sichtbar und stellt eine Produkteigenschaft dar.



### 7.3.4. Bewertung des sichtbaren Bereichs des Isolierglas-Randverbundes

Wenn konstruktionsbedingt der Isolierglas-Randverbund an einer oder mehreren Seiten nicht durch einen Rahmen abgedeckt ist, können im Bereich des Randverbunds (Primär- und Sekundärdichtstoff sowie Abstandhalter), somit außerhalb der lichten Glasfläche, fertigungsbedingte Merkmale sichtbar werden, wie z.B.:

- Verschmutzungen, Blasen, Lunker
- Inhomogenitäten im Randverbund
- Farbunterschied zwischen Primär- und Sekundärdichtstoff
- Flanken des Abstandhalters sichtbar
- Abstandhalterstöße und Butylierung an den Stößen
- Unterschiedliche Abstandhalterbiegeradien
- Abstandhalterkennzeichnungen
- Druckausgleichöffnungen im Abstandhalter oder System für den Druckausgleich

Speziell bei andersfärbigen Dichtstoffen (z.B. graues Butyl, graues Silikon) und hellen Abstandhalterfarben sind die Merkmale markanter sichtbar.

Dichtstoffübertrag auf die Glasstirnkanten oder auch im Randverbund integrierte Teile sind produktionstechnisch nicht zu vermeiden und stellen keinen Reklamationsgrund dar.

### 7.3.5. Abstandhalter

Zur Anwendung kommen gesteckte und gebogene Ecksysteme, die sich je nach Produktionsverfahren und Materialbeschaffenheit unterschiedlich darstellen können. Je nach Fertigungstechnik können Gasfüllbohrungen im Abstandhalter sichtbar sein. Durch die Farbgebung des Abstandhalters wird das Reflexionsverhalten im Randbereich beeinflusst.

### 7.3.6. Kennzeichnung des Abstandhalters

Die Lage und die Anzahl der Kennzeichnungen sind maschinell nicht beeinflussbar. Ein Fehlen oder Abweichen (Farbe, Größe, Text, etc.) der Kennzeichnung stellt keinen Reklamationsgrund dar.

### 7.3.7. Isolierglaselemente mit Stufen oder hoher Rückenüberdeckung

Aus ästhetischen Gründen ist es oft erforderlich die Ränder von Glaseinheiten homogen und blickdicht zu gestalten, um z.B. Befestigungselemente der Unterkonstruktion zu verdecken.

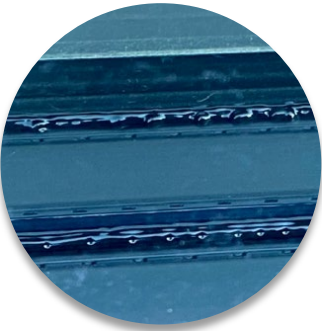
Das kann mittels opaker Beschichtungen entweder durch Randemaillierung oder Abspachteln der Glasränder mit Silikon realisiert werden.

Beim Abspachteln von Glasstufen wird lediglich Dichtstoff appliziert. Der Überschuss wird dann manuell mittels Spachtel auf der zu beschichtenden Fläche verteilt. Dabei wird eine völlig blickdichte und robuste Silikonschicht hergestellt. Diese Silikonschicht kann z.B. auch als Haftgrund für tragende Verklebungen verwendet werden.

Zu berücksichtigen ist, dass weder solche 2K-Dichtstoffe noch die üblichen Misch- und Dosieranlagen für dekorative Beschichtungen mit völlig homogenem Erscheinungsbild entwickelt wurden. Schmale Glasstufen und Fugenbreiten sind scheinbar homogen während Flächen mit einer größeren Breite ein wenig wolkig erscheinen können. Diese Inhomogenität ist technisch akzeptabel da beide Dichtstoffkomponenten so gut wie möglich miteinander vermischt wurden. Der Dichtstoff wird gut aushärten und die physikalischen als auch chemischen Eigenschaften werden nachhaltig erreicht.

### 7.3.8. Butyleintritt in den Scheibenzwischenraum

Bei Mehrscheiben-Isolierglas können Butyleintritte im Scheibenzwischenraum auftreten. Dabei tritt das Phänomen meist erst nach dem Verglasen auf.

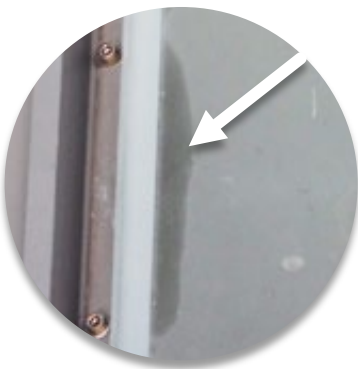


Ursachen hierfür können sein:

- hohe Temperaturen im Falzbereich
- zu viel und/oder ungleicher Druck auf den Randverbund des Isolierglases

Hierbei handelt es sich – sofern keine Unverträglichkeit von z.B. Verglasungsmaterialien zu den im Isolierglas eingesetzten Dichtstoffen vorliegt – um ein rein visuelles Merkmal, das keine Auswirkung auf die Dauerhaftigkeit des Isolierglases im eingebauten Zustand hat.

### 7.3.9. Silikon „bleeding“

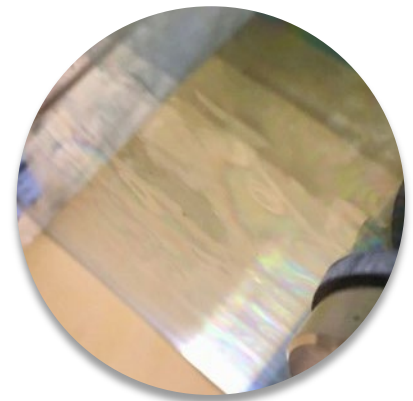


Bei höheren Temperaturen und/oder Druck auf die Silikonfuge kann es zum Austritt von Silikonölen kommen, welche auf satinierten und sandgestrahlten Oberflächen eine ölige, nasse Erscheinung hinterlassen. Wir empfehlen das Reinigungsintervall bei den genannten Glasarten zu verkürzen.

### 7.3.10. Interferenzerscheinungen

Bei Mehrscheiben-Isolierglas aus Floatglas können Interferenzerscheinungen dazu führen, dass Spektralfarben sichtbar werden. Optische Interferenz tritt auf, wenn sich zwei oder mehr Lichtwellen an einem Punkt überlagern.

Wahrgenommen werden diese Erscheinungen als Schwankung der Intensität der farbigen Bereiche, die sich ändern, wenn Druck auf das Glas ausgeübt wird. Dieser physikalische Effekt wird durch die Parallelität der Glasoberflächen noch verstärkt. Interferenzerscheinungen treten zufällig auf und können nicht vermieden werden.



### 7.3.11. Mehrfachreflexionen

Mehrfachreflexionen können mit unterschiedlicher Intensität an den Oberflächen der Glaseinheiten auftreten. Diese Reflexionen sind besonders gut sichtbar, wenn der durch die Verglasung betrachtete Hintergrund dunkel ist. Dieser Effekt ist eine physikalische Eigenschaft aller Mehrscheiben-Isoliergläser.

### 7.3.12. Spezifische Effekte infolge barometrischer Bedingungen

Ein Mehrscheiben-Isolierglas schließt ein Volumen an Luft oder anderen Gasen ein, das durch den Randverbund hermetisch abgeschlossen ist. Der Zustand des Gases wird im Wesentlichen durch die Höhe über NN, den atmosphärischen Luftdruck und die Lufttemperatur bestimmt, die zum Zeitpunkt der Herstellung am Herstellungsort herrschen. Wird das Mehrscheiben-Isolierglas in einer anderen Höhe über NN eingebaut oder ändern sich die Temperatur oder der atmosphärische Luftdruck (höherer oder niedrigerer Druck), biegen sich die Scheiben nach innen oder außen, was zu einer optischen Verzerrung führt.

### 7.3.13. Dichtstoffverträglichkeit



Als "Unverträglichkeit" bezeichnet man die Wechselwirkung zwischen unterschiedlichen Materialien eines Gesamtsystems, bei welcher sich eine oder mehrere der Systemkomponenten in ihrer Funktion negativ beeinflussen.

Die Ursache hierfür sind Migrationsprozesse von Stoffen unterschiedlicher Konzentration aus direkt oder indirekt miteinander in Kontakt stehenden benachbarten Materialien.

"Unverträglichkeiten" können zu visuellen Beeinträchtigungen bis hin zum Systemversagen führen.

Worauf ist in der Kombination von Dichtstoffen besonders zu achten:

- keine ungeprüften Materialkombinationen verwenden
- direkten (z.B. Wetterabdichtung, Klötze) und indirekten Komponenten (z.B. Kleber zur Klotzfixierung, ...) beachten
- Verträglichkeitsprüfungen sind oft nur Momentaufnahmen und sollten mit den eingesetzten Materialchargen erfolgen
- Fugendimensionierung und maximale Fugentiefen bei 1K-Dichtmaterialien sind zu beachten

## 8. SSG – VERKLEBUNGSTOLERANZEN UND TOLERANZEN DER VERSCHRAUBUNG VON BESCHLÄGEN

### Normative Grundlagen

ÖNORM EN 13022

Glas im Bauwesen – Geklebte Verglasung

### 8.1. Dickentoleranz

Zusätzlich zu den Dickentoleranzen der Vorprodukte, gilt für SSG eine Verklebetoleranz von  $\pm 2$  mm.

### 8.2. Abmessungen Verklebetoleranz

**Hinweis:** Voraussetzung für Einfachgläser und VSG ist immer eine fein geschliffene oder polierte Kante. Für Isoliergläsern ist die Voraussetzung, dass die Außenscheibe eine fein geschliffene oder polierte Kante hat.

#### 8.2.1. SSG Verklebungen mit Einfachgläsern oder mit ISO aus Einfachgläsern

##### 8.2.1.1. Rechtecke

Kantenlänge	Verklebetoleranz
$\leq 2000$ mm	$\pm 2,0$ mm
$\leq 4000$ mm	$\pm 3,5$ mm
$> 4000$ mm	$\pm 5,0$ mm

Tabelle 33: Verklebetoleranzen für Rechtecke bei Einfachgläsern oder ISO aus Einfachgläsern

##### 8.2.1.2. Sonderformen und gebogene Gläser

Kantenlänge	Verklebetoleranz
$\leq 2000$ mm	$\pm 4,0$ mm
$\leq 4000$ mm	$\pm 5,5$ mm
$> 4000$ mm	$\pm 7,0$ mm

Tabelle 34: Verklebetoleranzen bei Sonderformen und gebogene Gläser aus Einfachgläsern oder ISO aus Einfachgläsern

## 8.2.2. SSG Verklebungen mit VSG Elemente

### 8.2.2.1. Rechtecke

Kantenlänge	Verklebetoleranz
≤ 2000 mm	± 3,0 mm
≤ 4000 mm	± 4,5 mm
> 4000 mm	± 6,0 mm

*Tabelle 35: Verklebetoleranzen für rechteckige VSG Elemente*

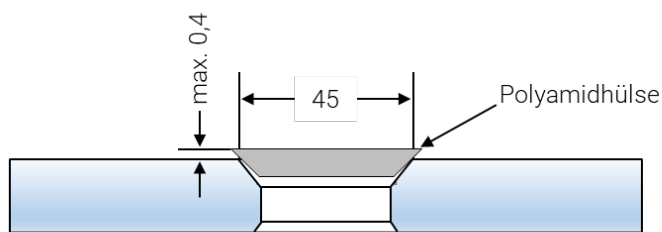
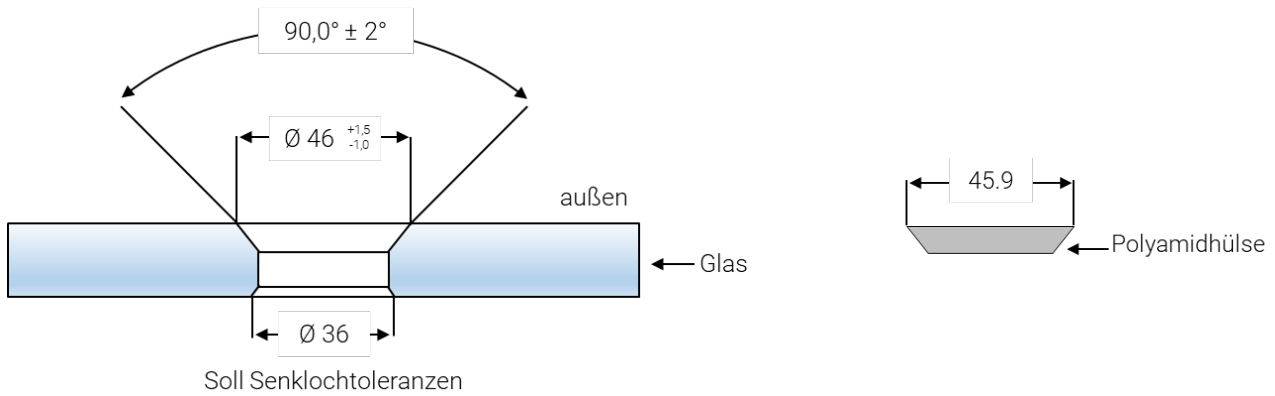
### 8.2.2.2. Sonderformen und gebogene Gläser

Kantenlänge	Verklebetoleranz
≤ 2000 mm	± 5,0 mm
≤ 4000 mm	± 6,5 mm
> 4000 mm	± 8,0 mm

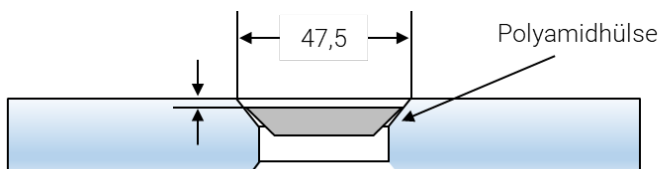
*Tabelle 36: Verklebetoleranzen für Sonderformen und gebogene VSG Elemente*

### 8.3. Verschraubung von Beschlägen

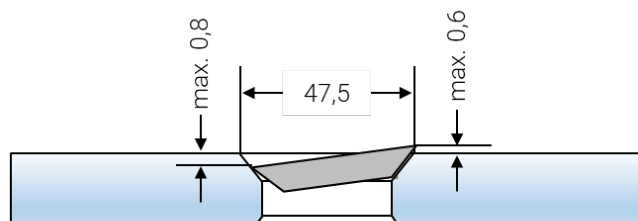
Für in Senklochbohrungen verschraubte Beschläge, kommen die Toleranzen unter 3.2.7.1.2. Senkbohrungen zur Anwendung.



wenn die mind. Toleranz -1 mm beträgt

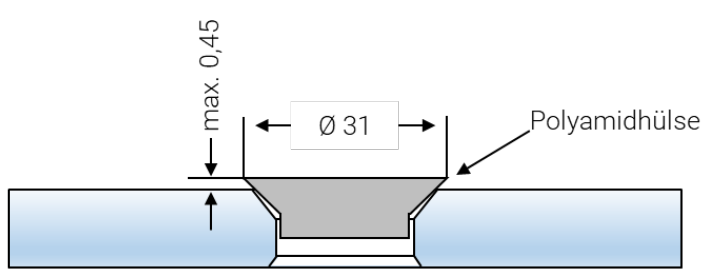
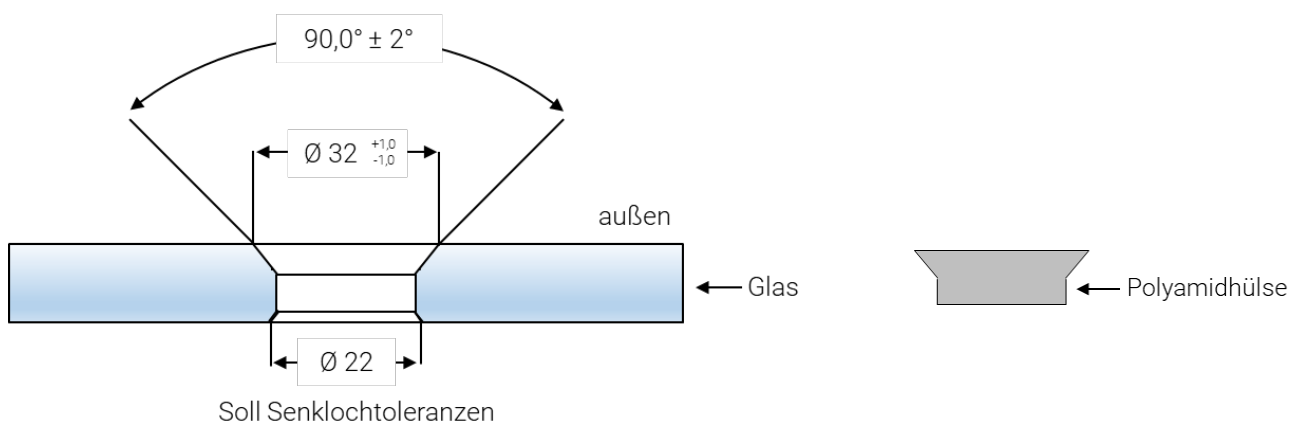


wenn die max. Toleranz +1,5 mm beträgt

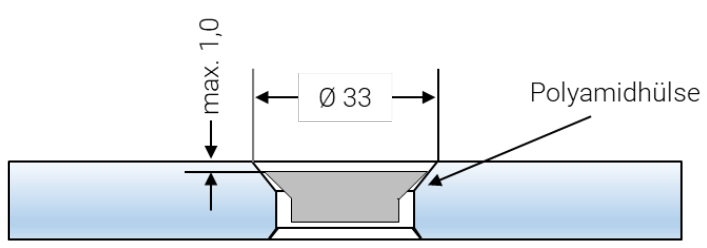


Polyamidhülse schräg

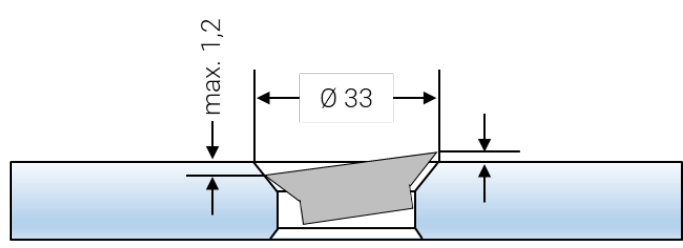
Abbildung 26: Schematische Darstellung möglicher Einbaulagen von z.B. MULTI-POINT Beschlägen, Senkung 90°



wenn die mind. Toleranz -1 mm beträgt



wenn die max. Toleranz +1 mm beträgt



Polyamidhülse schräg

Abbildung 27: Schematische Darstellung möglicher Einbaulagen von z.B. LITE-WALL Beschlägen, Senkung 90°

## 9. DLS ECKLITE®

Die Beurteilung der visuellen Qualität von DLS ECKLITE® Jalousienglas erfolgt entsprechend der Richtlinie des Bundesverband Flachglas.

### Bundesverband Flachglas

BF-Merkblatt 007/2010-Änderungsindex 1 – Juli 2018

Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas.

Die Maßtoleranzen sind im Absatz Mehrscheiben-Isolierglas – 7.1. Maßtoleranzen definiert.

# 10.VARIO®

## 10.1. Definition

VARIO ist ein Isolierglas abgestimmt für die Pfosten-Riegel-Konstruktion FW50-SG der Firma Schüco, ohne Glashalteleisten.

Folgenden Ausführungen sind möglich:

- VARIO® DZ: umlaufende Ausführung, an allen Seiten mit VARIO®-Halteteilen mit mechanischer Sicherung gefertigt.
- VARIO® S-FOR: diese Ausführung wird mit 4 VARIO®-Halteteilen mit mechanischer Sicherung gefertigt. Alle weiteren VARIO®-Einschübe werden ohne mechanische Sicherung ausgeführt.
- VARIO® II: diese Ausführung wird umlaufend auf allen Seiten mit VARIO®-Einschüben ohne mechanische Sicherung gefertigt. VARIO® II kann nur in Ländern ohne Anforderungen für Nothalter oder Anwendungen, die keine solchen Sicherheitsanforderungen stellen eingesetzt werden. Der sachgemäße Einsatz von VARIO® II liegt in der Verantwortung des Kunden.

## 10.2. Toleranzen

### 10.2.1. Kantensegmenteinschliff

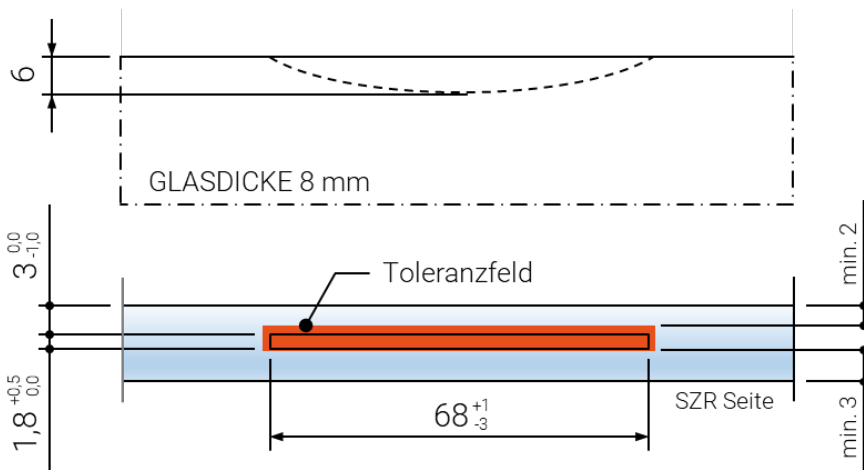


Abbildung 28: Toleranzen des Kantensegmenteinschliff bei 8 mm Glasdicke

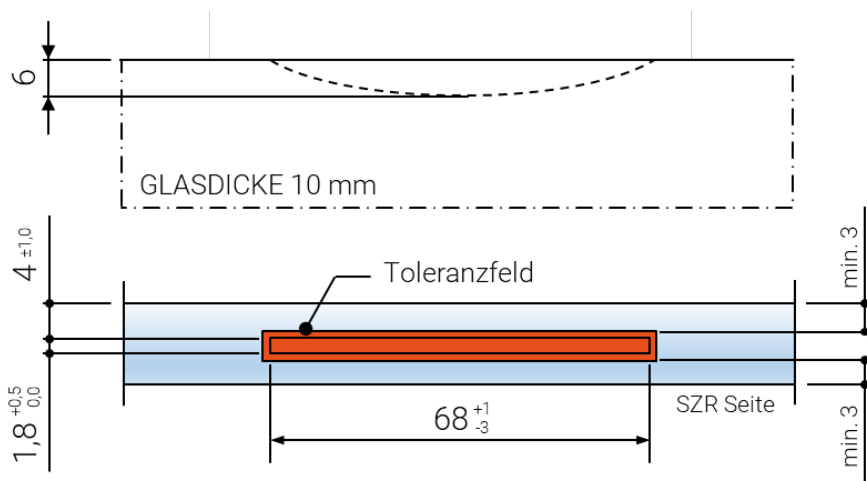


Abbildung 29: Toleranzen des Kantensegmenteinschliff bei 10 mm Glasdicke

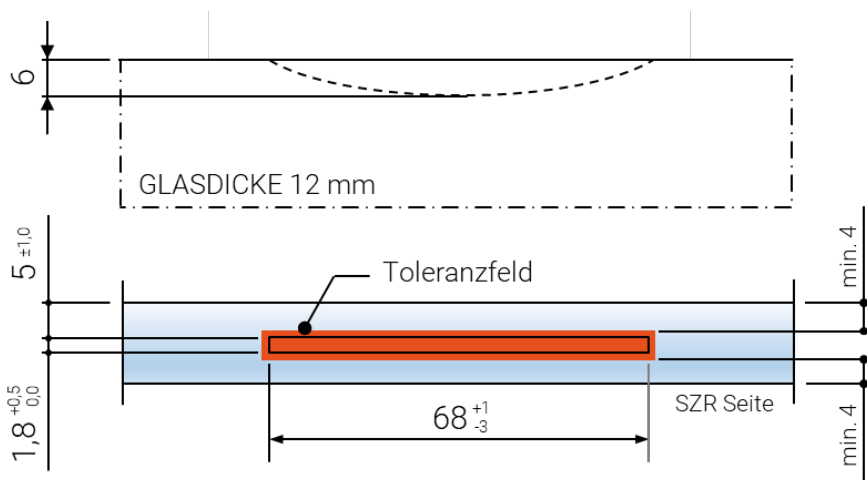


Abbildung 30: Toleranzen des Kantensegmenteinschliff bei 12 mm Glasdicke

### 10.2.2. Lage der Kantensegmenteinschliffe

<p>Lagetoleranz der Kantensegmenteinschliffe</p>	<p><math>\pm 3 \text{ mm}</math></p>
--	--------------------------------------

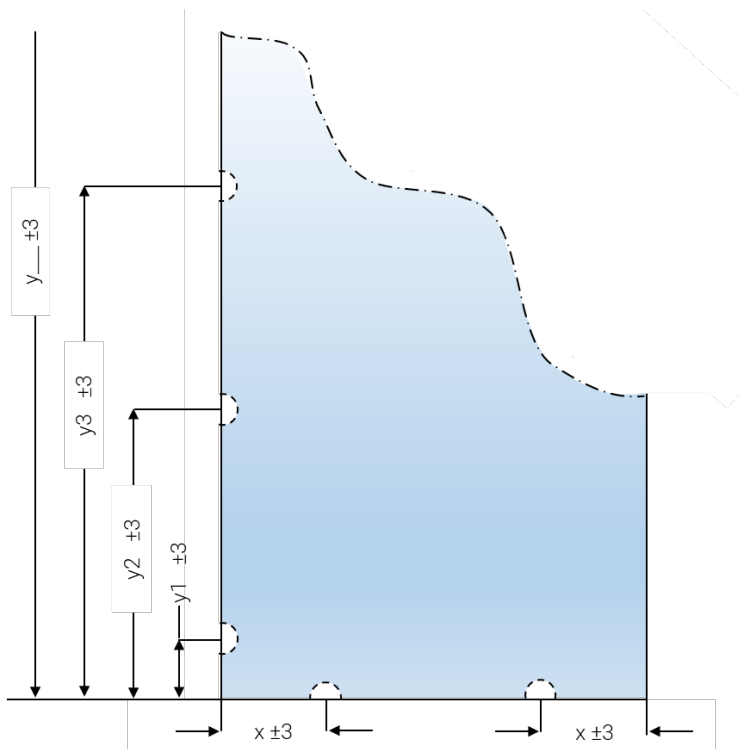


Abbildung 31: Lagetoleranz der Kantensegmenteinschliffe

### 10.2.3. Einschubteile

<p>Lagetoleranz des Einschubteils</p>	<p><math>\pm 2 \text{ mm}</math></p>
---------------------------------------	--------------------------------------

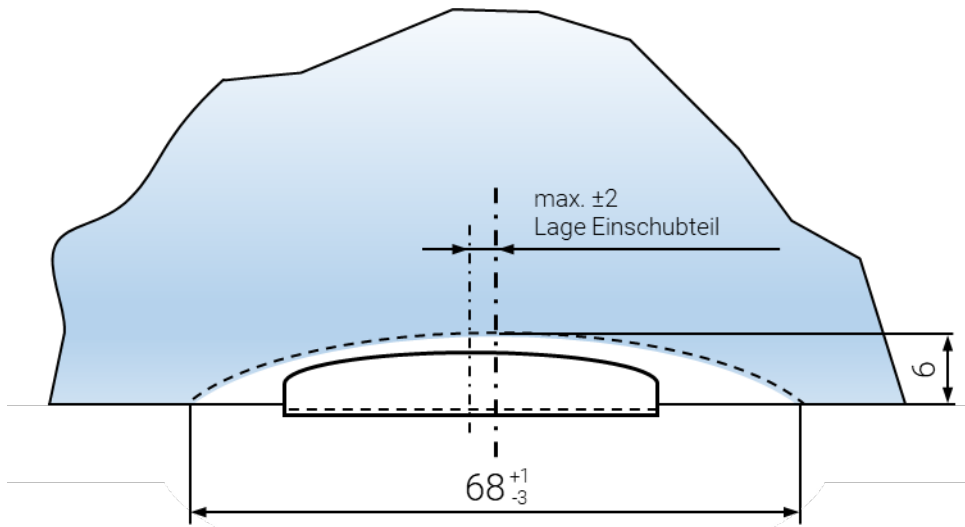


Abbildung 32: Lagetoleranz des Einschubteils

# 11. ALLGEMEINE PRODUKT- UND PROZESS-MERKMALE

## 11.1. Haze (Trübung)



Bei VSG mit Mehrfachaufbau in Verbindung mit einem SentryGlas-Interlayer (SG5000) kann es zum Phänomen „Haze“ (milchige Trübung zwischen den Scheiben) kommen, welches ein Produktmerkmal darstellt und produktionsbedingt nicht vermeidbar ist.

Im eingebauten Zustand kann es durch Umwelteinflüsse zu Glaskorrosion und/oder Ablagerungen (Fogging) auf den äußeren Glasoberflächen kommen. Speziell bei starkem direktem Lichteinfall auf die Glasoberflächen kann eine Trübung (Haze) der Oberflächen festgestellt werden, welche auch kaum zu reinigen sind.

Im Vergleich zu Klarglas können beschichtete Glasprodukte, bedingt durch eine sehr geringe Rauheit einen gewissen Trübungsgrad aufweisen, welcher je nach Lichtstärke, Lichteinfall und Betrachtungswinkel sichtbar werden kann.

Bei den oben genannten Erscheinungen handelt es sich um physikalisch und chemisch bedingte Produktmerkmale, welche keinen Reklamationsgrund darstellen.

## 11.2. Farbunterschiede

Das menschliche Auge reagiert auf verschiedene Farben sehr unterschiedlich. Während bei Blautönen bereits ein sehr geringer Farbunterschied gravierend auffällt, werden bei grünen Farben Farbunterschiede weniger wahrgenommen. Eine objektive visuelle Einschätzung und Bewertung von Farbunterschieden sind somit nicht möglich.

Die Einführung eines objektiven Bewertungsmaßstabs erfordert deshalb die Messung des Farbunterschiedes nach dem CIE L\*a\*b\*-Verfahren unter vorher exakt definierten Bedingungen.

### Erweiterte Hinweise

VFF Merkblatt V.03

Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen

### 11.2.1. Farbunterschiede im Basisglas

Die zur Basisglas-Herstellung benötigten natürlichen Rohstoffe haben niemals eine exakt reine und gleichbleibende Konsistenz, die in Verbindung mit dem unterschiedlichen Eisenoxidgehalt eine Schwankung der Farbe zur Folge hat.



Die leicht grünliche Lichtbrechung dieser Gläser ist durch die chemischen Zusätze des Glasflusses bedingt. Seine Intensität wächst mit zunehmender Glasstärke, kann sich aber auch während der Produktion über längere Zeiträume hinweg verändern. Gläser verschiedener Produktionschargen können abweichende Färbung haben.

In diesem Sinn kann eine Reklamation nicht anerkannt werden, da es sich um eine Produkteigenschaft handelt.

### 11.2.2. Farbunterschiede bei beschichtetem Glas

Ergänzend zu Farbunterschieden im Glas, kann es zu produktions- und chargenbedingten Farbschwankungen in Transmission und Reflektion bei Beschichtungen kommen.

Unterschiedliche Lichtquellen, Lichtverhältnisse aber auch Umgebungsreflektionen und speziell der Betrachtungswinkel führen zu Farbunterschieden in der Betrachtung, welche je nach Beschichtungstyp zu unterschiedlichen Farbverschiebungen im Erscheinungsbild führen.



#### Weitere Hinweise

ISO 11479-2	Glass in Building - Coated Glass Part 2: Color of facade
Glass for Europe	Code of Practice for in-situ measurement and evaluation of the color of coated glass used in facades

### 11.2.3. Farbunterschiede bei emaillierten/bedruckten Glas

Siehe [Email – 4.2.4. Beurteilung des Farbeindrucks](#).

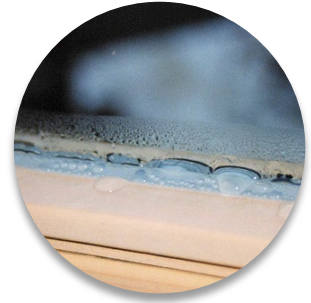
## 11.3. Benetzbarkeit der Glasoberfläche

Die Benetzbarkeit der Glasoberfläche kann und wird durch Kontakt mit anderen Materialien, wie diese im Fertigungs- und Herstellprozess eingesetzt werden (z.B. Transportrollen, Etiketten, Vakuumsauger, Dichtstoffreste, Silikondämpfe, etc.) aber auch bedingt durch Einbau und Montage (z.B. Fingerabdrücke, Glättmittel, etc.) sowie bedingt durch die nachfolgende Nutzung (z.B. das Anbringen von Aufklebern oder Folierungen) und Umwelteinflüssen unterschiedlich sein.

Bei feuchten und beschlagenen Glasoberflächen infolge von Tauwasser, Regen oder Reinigungswasser sowie auch durch Fogging - d.h. durch Ausdünsten (VOC-Emission) von Stoffen aus z.B. Kunststoffen, Leder, etc. - kann die unterschiedliche Benetzbarkeit sichtbar werden. Derartige Erscheinungen sind charakteristische Merkmale und nicht reklamationsfähig.

## 11.4. Kondensatbildung an Glasoberflächen

Trifft mit Feuchtigkeit gesättigte Luft auf eine kalte Glasscheibe, kühlt diese ab und muss einen Teil der enthaltenen Feuchtigkeit an der Oberfläche abgeben: Das Wasser kondensiert, die Scheibe beschlägt und die Durchsicht ist eingeschränkt.



Vor allem bei alten Einfachverglasungen tritt dieser Effekt auf der Innenseite auf, wohingegen effektive Wärmeschutzverglasungen häufiger auf der Außenseite beschlagen. Hierbei handelt es sich um keinen Mangel, sondern vielmehr physikalisch begründet und ein positives Zeichen, denn: Je besser die Wärmedämmung der Isolierverglasung (geringerer Wärmetransport von innen nach außen bzw. niedriger  $U_g$ -Wert), desto kälter ist die Glasoberfläche und umso höher ist das Potenzial zur Kondensatbildung. Speziell in den frühen Morgenstunden und in Gebieten mit hoher Luftfeuchtigkeit kommt es zu einem Beschlagen an der Glasoberfläche, welcher bei eisigen Temperaturen auch gefrieren kann. Dieses physikalische Phänomen stellt keinen Reklamationsgrund dar.

## 11.5. Nachträgliches Bearbeiten der Gläser

Ein nachträgliches Bearbeiten der Gläser, egal welcher Art, beeinflusst die Eigenschaften des Produktes unter Umständen wesentlich und ist nicht zulässig.

## 11.6. Nachträglich angebrachte Folien

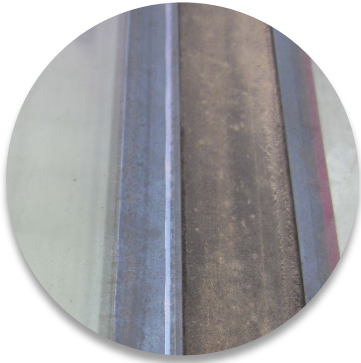
Eine nachträgliche Aufbringung von Folien (z.B. Reklame, Dekor, Sichtschutz, Splitterschutz, Vogelschutz, etc.) auf die Glasoberfläche kann je eingesetztem Produkt die Glaseigenschaft, d.h. deren Leistungsfähigkeit sowie Produkt- und Sicherheits-eigenschaften negativ beeinflussen und verändern, welche sich beispielweise wie folgt darstellen:

- eine erhöhte thermische Belastung, welche zum Glasbruch führt
- eine chemische Unverträglichkeit zu den am Isolierverglasung eingesetzten Dichtstoffen oder der im Verbundglas eingesetzten Folie
- ein verändertes Bruchverhalten des eingesetzten Sicherheitsglases, welches zum Schutz von Leib- und Leben dienen soll

Reklamationen aus diesem Titel können nicht anerkannt werden, zudem übernehmen wir keinerlei Haftung für daraus entstehende Probleme und Schäden.

## 11.7. Lohn- oder Festmaßbeschichtungen

Bei sogenannten Lohn- bzw. Festmaßbeschichtungen handelt es sich um Mehrschichtsystembeschichtungen, die mittels Magnetron-Sputter-Verfahren aufgebracht werden.



Prozessbedingt tritt auf den Stirnkanten und im Randbereich der Unterseite ein Schichtüberschlag auf, welcher innerhalb von wenigen Monaten aufgrund von Luftfeuchtigkeit korrodiert und sich abwäscht. Bedruckungen am Glas können dadurch visuell beeinträchtigt werden. Dieser Schichtüberschlag ist prozessbedingt und stellt keinen Reklamationsgrund dar.

Speziell bei z.B. geklebten Konstruktion oder SSG-Anwendungen müssen diese Schichtrückstände entfernt werden. Ein Abkleben der Stirnkante muss ggf. explizit bestellt und von uns bestätigt werden.

Die Beschichtung wird aufgrund der Qualität immer auf der Luftseite des Basisglases aufgebracht. Da aber in der Regel der Siebdruck bzw. Email auf die Luftseite aufgebracht wird, muss in diesen Fällen die Beschichtung auf die Zinnbadseite ausweichen. Aufgrund von Sulfatrückständen, kann es zu einem inhomogenen Farbeindruck kommen. Dies stellt ebenso keinen Reklamationsgrund dar, da diese Effekte unvermeidbar sind.

## 11.8. Lichteinfall an der Glaskante

Bei starkem, stirnseitigem Lichteinfall an der Glaskante ändert sich die subjektive Farbwahrnehmung im Randbereich durch die starken Helligkeitsunterschiede der betroffenen Glasflächen. Hierbei sind besonders bedruckte Gläser betroffen, da diese durch die Farbhinterlegung das einfallende Licht stärker reflektieren.

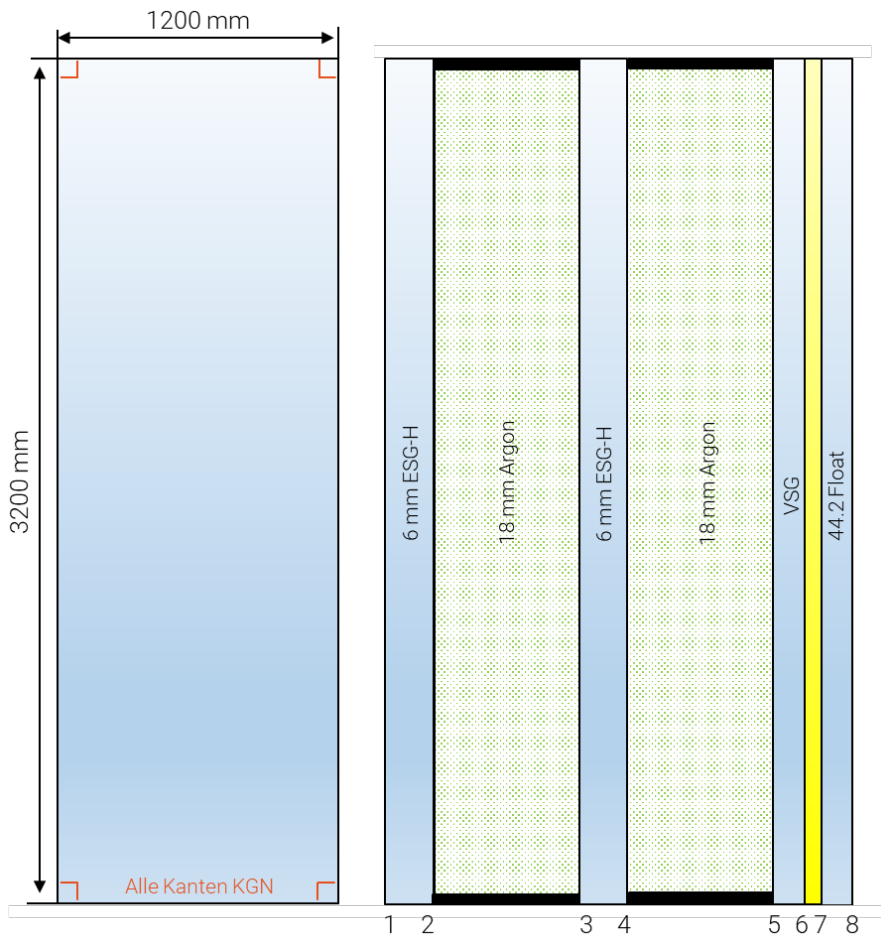
Bei Schnittkanten und gesäumten Kanten ist dieses Erscheinungsbild unregelmäßiger als bei einer geschliffenen Kante.

## 11.9. Empfehlung zu maximalen Gebrauchstemperaturen

Material	Temperatur
PVB-Interlayer	- 40°C bis 60°C Dauertemperatur, kurzfristig max. 80°C
Butyl	- 40°C bis 80°C
Polysulfid	- 40°C bis 80°C
Silikon	- 50°C bis 150°C

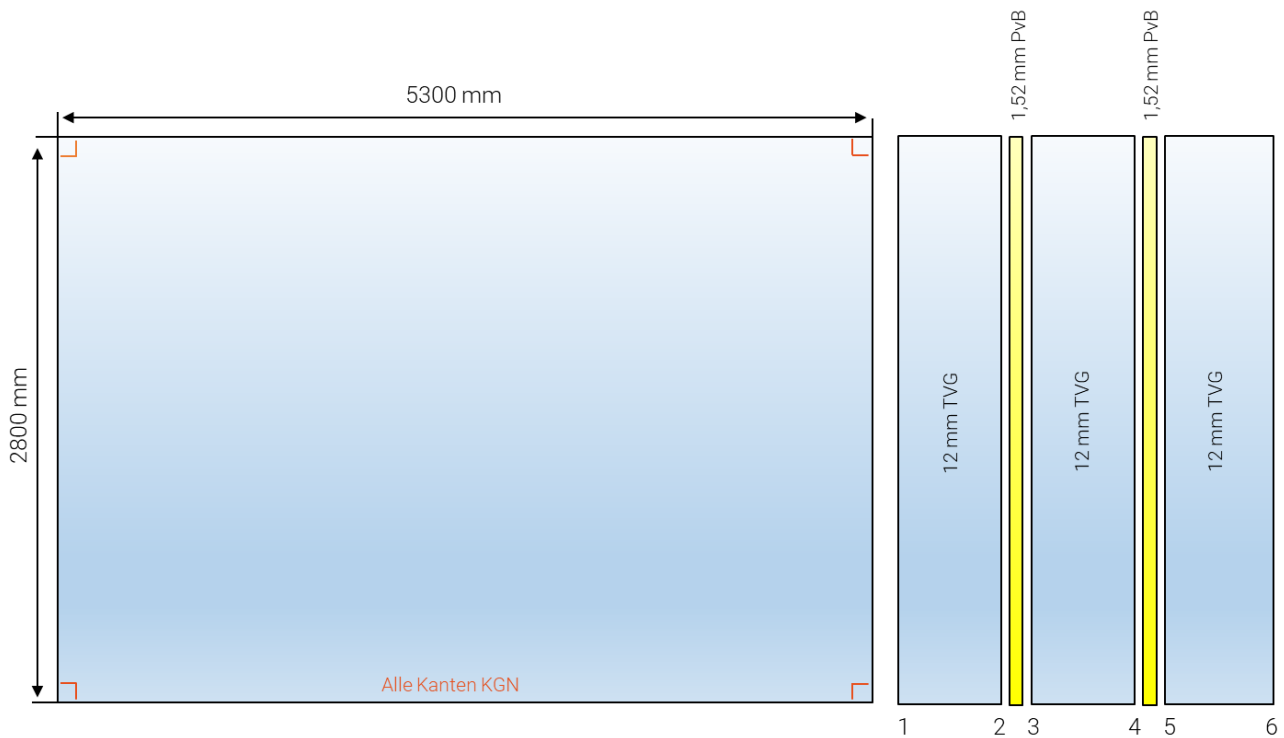
## 12. BEISPIELE

### 12.1. 3-fach Isolierglas mit VSG



	Nennwert	Toleranz	Quelle	Kommentar
Breite	1200 mm	± 3 mm	Tabelle 27	
Höhe	3200 mm	± 3 mm	Tabelle 27	
Versatz		3 mm	Tabelle 27	
Dicke	54,76 mm	+2,8 /- 1,4 mm	Tabelle 28	
Verwerfung durch Rollerwave		0,3 mm / 300 mm Messstrecke		
Generelle Verwerfung		9,6 mm		3 mm pro 1000 mm Kantenlänge
Lage der Abstandshalter		± 2 mm		

## 12.2. 3-fach VSG



	Nennwert	Toleranz	Quelle	Kommentar
Breite	5300 mm	+10 / -8 mm	Tabelle 20	± 3 mm zusätzlich für TVG Gläser
Höhe	2800 mm	+9 / -7 mm	Tabelle 20	± 3 mm zusätzlich für TVG Gläser
Versatz			Absatz 6.1.3	mit dem Hersteller abzustimmen
Dicke	39,04 mm	1,1 mm	Tabelle 1 + Absatz 6.1.4	
Diagonale Abweichung		13 mm	Tabelle 21	
Verwerfung durch Rollerwave		0,3 mm / 300 mm Messtrecke		
Generelle Verwerfung		17,5 mm		3 mm pro 1000 mm Kantenlänge

# 13. TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Dickentoleranzen für Floatglas nach ÖNORM EN 572-2.....	5
Tabelle 2: Dickentoleranzen für Ornamentglas nach ÖNORM EN 572-5.....	5
Tabelle 3: Grenzabmaße von Schrägbrüchen (Eckelt Standard) .....	7
Tabelle 4: Zulässige Anzahl an punktförmigen Fehlern (in Anlehnung an ÖNORM EN 1279-1).....	9
Tabelle 5: Zulässige Anzahl an Rückständen (Punkte und Flecken) in Anlehnung an ÖNORM EN 1279-1 .....	9
Tabelle 6: zulässige Länge von linearer/langgestreckter Fehler (in Anlehnung an ÖNORM EN 1279-1) .....	10
Tabelle 7: Länge des Rückschnitts (Eckelt Standard) .....	10
Tabelle 8: Toleranzen für geschliffene oder polierte Kanten (Eckelt Standard) .....	14
Tabelle 9: Toleranzen Ausschnitte (Eckelt Standard).....	16
Tabelle 10: Toleranzen für zylindrischen Lochbohrungen (Eckelt Standard) .....	16
Tabelle 11: Kerndurchmesser Toleranzen bei Senklochbohrungen (Eckelt Standard).....	17
Tabelle 12: Toleranzen bei Senklochbohrung (Eckelt Standard).....	17
Tabelle 13: Toleranz der Bohrung (Eckelt Standard).....	17
Tabelle 14: Begrenzungen der Lage der Bohrungen (Eckelt Standard) .....	20
Tabelle 15: Maßtoleranzen für Email und Siebdruck (nach BF-Merkblatt 015).....	21
Tabelle 16: visuelle Qualität von emaillierten Gläsern .....	23
Tabelle 17: vorgespannte Produkte .....	31
Tabelle 18: Toleranzen der generellen Verwerfung und Verwerfung durch Roller Waves (Eckelt Standard) .....	32
Tabelle 19: Toleranz bei Unebenheit der Kante (Eckelt Standard).....	33
Tabelle 20: Toleranz der Breite B und der Höhe H für VSG nach ÖNORM EN ISO 12543-5.....	36
Tabelle 21: maximale zulässige Differenz zwischen den Diagonalen für VSG nach ÖNORM EN ISO 12543-5 .....	36
Tabelle 22: Höchstmaß für den Versatz d nach ÖNORM EN ISO 12543-5 .....	37
Tabelle 23: Kantenfläche nach ÖNORM EN ISO 12543-6.....	39
Tabelle 24: Fehlerkriterien VSG nach ÖNORM EN ISO 12543-6 .....	40
Tabelle 25: Zulässige punktförmige Fehler (1,0 mm <math>d \leq 3,0 \text{ mm}</math>) in der Sichtfläche nach ÖNORM EN ISO 12543-6 .....	40
Tabelle 26: Zulässige lineare Fehler in der Sichtfläche nach ÖNORM EN ISO 12543-6.....	41
Tabelle 27: Maßtoleranzen für 2- und 3-fach Isolierglas lt. ÖNORM EN 1279-1 .....	44
Tabelle 28: Dickentoleranzen der Mehrscheiben-Isoliergläser nach ÖNORM EN 1279-1 .....	45
Tabelle 29: Dickentoleranzen von Mehrscheiben-Isolierglas mit 3- oder mehrfach VSG (Eckelt Standard) .....	45
Tabelle 30: zulässige punktförmige Fehler nach ÖNORM EN 1279-1 .....	47
Tabelle 31: zulässige Rückstände (Punkte und Flecken) nach ÖNORM EN 1279-1 .....	48
Tabelle 32: zulässige Länge linearer, langgestreckter Fehler nach ÖNORM EN 1279-1 .....	48
Tabelle 33: Verklebetoleranzen für Rechtecke bei Einfachgläsern oder ISO aus Einfachgläsern.....	54
Tabelle 34: Verklebetoleranzen bei Sonderformen und gebogene Gläser aus Einfachgläsern oder ISO aus Einfachgläsern .....	54
Tabelle 35: Verklebetoleranzen für rechteckige VSG Elemente.....	55
Tabelle 36: Verklebetoleranzen für Sonderformen und gebogene VSG Elemente .....	55

# 14. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Darstellung der Grenzabmaße .....	6
Abbildung 2: Darstellung der Breite und Höhe .....	6
Abbildung 3: Diagonal Toleranz .....	7
Abbildung 4: Zonen zur Beurteilung der visuellen Qualität (Maße in mm) .....	8
Abbildung 5: Rückschnitt .....	10
Abbildung 6: Ausmuschelung .....	14
Abbildung 7: Saumtoleranz für Kantenbearbeitung (Eckelt Standard) .....	15
Abbildung 8: Gehrungskanten .....	15
Abbildung 9: Eckabschnitt .....	15
Abbildung 10: Ausschnittarten .....	16
Abbildung 11: zylindrische Lochbohrung .....	16
Abbildung 12: Senklochbohrung .....	17
Abbildung 13: Beispiele für die Lage von Bohrungen im Verhältnis zum Bezugspunkt .....	18
Abbildung 14: Eckstoß .....	18
Abbildung 15: Lage der Bohrungen .....	19
Abbildung 16: Lage- und Designtoleranzen bei bedruckten Gläsern .....	21
Abbildung 17: Darstellung der generellen Verwerfung und Verwerfung durch Roller Waves .....	31
Abbildung 18: Auflagebedingungen zum Messen der generellen Verwerfung .....	32
Abbildung 19: Zone für die Messung der Kantenunebenheit .....	32
Abbildung 20: Messung der Unebenheit der Kanten .....	33
Abbildung 21: Versatz bei Verbundsicherheitsglas .....	37
Abbildung 22: Senklochbohrungen im VSG .....	38
Abbildung 23: Kanten- und Sichtfläche für Verbundglas nach ÖNORM EN ISO 12543-6 .....	39
Abbildung 24: Beispiel für Höhe und Breite unter Berücksichtigung der Scheibenform .....	44
Abbildung 25: Abstandhalterlagetoleranz bezogen auf die Glaskante .....	46
Abbildung 26: Zonen zur Beurteilung der visuelle Qualität nach ÖNORM EN 1279-1 (Maße in mm) .....	47
Abbildung 27: Schematische Darstellung möglicher Einbaulagen von z.B. MULTI-POINT Beschlägen, Senkung 90° .....	56
Abbildung 28: Schematische Darstellung möglicher Einbaulagen von z.B. LITE-WALL Beschlägen, Senkung 90° .....	57
Abbildung 29: Toleranzen des Kantensegmenteinschliff bei 8 mm Glasdicke .....	59
Abbildung 30: Toleranzen des Kantensegmenteinschliff bei 10 mm Glasdicke .....	60
Abbildung 31: Toleranzen des Kantensegmenteinschliff bei 12 mm Glasdicke .....	60
Abbildung 32: Lagetoleranz der Kantensegmenteinschliffe .....	61
Abbildung 33: Lagetoleranz des Einschubteils .....	62