

# Toleranzen-Handbuch

Einfachglas und  
Mehrscheiben-Isolierglas

**AGC** *INTERPANE*

4. überarbeitete Auflage

Hinweise für unbeschichtetes und beschichtetes Floatglas, Ornamentglas,  
ESG, heißgelagertes ESG, TVG, VG, VSG sowie Mehrscheiben-Isolierglas

Herausgeber: INTERPANE GLAS INDUSTRIE AG,  
© Copyright 2020

Your Dreams, Our Challenge



# Toleranzen-Handbuch

## Einfachglas und Mehrscheiben-Isolierglas

Hinweise für unbeschichtetes und beschichtetes Floatglas, Ornamentglas,  
ESG, heißgelagertes ESG, TVG, VG, VSG sowie Mehrscheiben-Isolierglas

**4. überarbeitete Auflage, April 2020**

Herausgeber: INTERPANE GLAS INDUSTRIE AG,  
© Copyright 2020

## INHALT

<b>1. BASISGLÄSER</b>	7	<b>4. ESG, heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas und TVG</b>	22
1.1 Nenndicken	7	4.1 Geradheit	22
1.2 Grenzabmaße für Liefermaße (Bandmaße)	7	4.1.1 Standardtoleranz für ESG, heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas und TVG	22
<b>2. ZUSCHNITT</b>	8	4.1.1.1 Generelle Verwerfung	22
2.1 Grenzabmaße der Länge, Breite und Rechtwinkligkeit	8	4.1.1.2 Verwerfung durch Roller Waves	23
2.2 Rückschnitte bei Modellscheiben	9	4.1.1.3 Verwerfung durch Unebenheit der Kanten	23
<b>3. BEARBEITUNG</b>	10	4.1.2 Sondertoleranzen für ESG, heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas und TVG	24
3.1 Kantenbearbeitungsqualitäten	10	4.2 Kennzeichnung	25
3.1.1 Geschnittene Kante (KG)	10	4.2.1 Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG)	25
3.1.2 Gesäumte Kante (KGS)	10	4.2.2 Heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas	25
3.1.3 Gesägte Kante (KGG)	10	4.2.3 Teilvorgespanntes Glas (TVG)	25
3.1.4 Wasserstrahlgeschnittene Kante (KWG)	10	4.3 Glasbruch	25
3.1.5 Maßgeschliffene Kante (KMG)	10	4.4 Visuelle Beurteilung	25
3.1.6 Geschliffene Kante (KGN)	11		
3.1.7 Polierte Kante (KPO)	11	<b>5. Siebdruck, Digitaldruck und Emaille</b>	26
3.1.8 Gehrungskante (GK)	11	5.1 Visuelle Qualität von emaillierten und bedruckten Gläsern	26
3.1.9 Toleranz des Saums für maßgeschliffene, geschliffene und polierte Kanten	12	5.1.1 Geltungsbereich	26
3.2 Kantenbearbeitung	12	5.1.2 Erläuterungen/Hinweise/Begriffe	27
3.2.1 Standardtoleranzen	12	5.1.2.1 Allgemeines	27
3.3 Eckabschnitte, Eck- und Randausschnitte	13	5.1.2.2 Verfahren	27
3.3.1 Eckabschnitt gesäumt	13	5.1.2.2.1 Rollercoating-Verfahren	27
3.3.2 Eckabschnitt geschliffen	13	5.1.2.2.2 Gießverfahren	27
3.3.2.1 Standardtoleranz	13	5.1.2.2.3 Siebdruckverfahren	28
3.3.2.2 Sondertoleranz	13	5.1.2.2.4 Digitaldruckverfahren	28
3.3.3 Eckabschnitt poliert	14	5.1.3 Prüfung	28
3.3.4 Eckausschnitt gesäumt	14	5.1.3.1 Fehlerarten /Toleranzen für emaillierte Gläser	29
3.3.5 Eckausschnitt geschliffen	14	5.1.4 Beurteilung des Farbeindrucks	30
3.3.5.1 Standardtoleranz	14	5.1.4.1 Art des Basisglases und Einfluss der Farbe	30
3.3.5.2 Sondertoleranz	14	5.1.4.2 Lichtart, bei der das Objekt betrachtet wird	31
3.3.6 Eckausschnitt poliert	14	5.1.4.3 Betrachter bzw. Art der Betrachtung	31
3.3.7 Randausschnitt gesäumt	14	5.1.5 Sonstige Hinweise	32
3.3.7.1 Standardtoleranz für manuelle Bearbeitung von Ausschnitten	14	5.2 Witterungsbeständigkeit von emaillierten und bedruckten Verglasungen	32
3.3.7.2 Sondertoleranz für maschinelle Bearbeitung von Ausschnitten	15		
3.3.8 Randausschnitt geschliffen oder poliert	15	<b>6. Verbund- und Verbundsicherheitsglas</b>	33
3.4 Ausschnitte in der Fläche	16	6.1 Nenndicken	33
3.4.1 Vorgaben und Toleranzen für die Lage der Ausschnitte in der Fläche	16	6.1.1 Dickentoleranz	33
3.4.2 Toleranzen für Ausschnitte an der Kante und in der Fläche bei VG und VSG	16	6.1.2 Dickenmessung	33
3.5 Bohrungen	17	6.2 Grenzabmaße der Breite und der Länge	33
3.5.1 Vorgaben und Toleranzen für die Lage der Bohrungen	17	6.3 Versatztoleranz	35
3.5.1.1 Abstände der Lochbohrung zu den Kanten	18	6.3.1 VG und VSG aus nicht vorgespanntem Glas	35
3.5.1.2 Abstände von Lochbohrungen zueinander	19	6.3.2 VG und VSG aus thermisch vorgespanntem Glas	35
3.5.1.3 Lage der Lochbohrungen	19	6.4 Kennzeichnung	35
3.5.2 Durchmesser von Bohrungen	20	6.5 Durchschuss- und explosionshemmende Gläser	35
3.5.2.1 Durchmesser von zylindrischen Bohrungen	20	6.6 Beurteilung der visuellen Qualität von VG und VSG	36
3.5.2.2 Durchmesser bei Senkbohrungen	20		



6.6.1	Fehler in der Kantenfläche bei gerahmten Glaskanten	36	9.1.3.2	Zulässige Merkmale für Zweischeiben-Isolierglas aus Kombination von Floatglas, ESG, TVG jeweils beschichtet oder unbeschichtet	52
6.6.2	Verbundglas mit freiliegender Glaskante	37	9.1.3.3	Zulässige Merkmale für Zweischeiben-Isolierglas aus Kombination von Floatglas, ESG, TVG jeweils beschichtet oder unbeschichtet	53
6.6.3	Punktförmige Fehler in der Sichtfläche	37	9.1.3.4	Zulässigkeiten für monolithische Einfachgläser	53
6.6.4	Lineare Fehler in der Sichtfläche	37	9.1.3.5	Zusätzliche Anforderungen bei thermisch behandelten Gläsern	53
6.6.5	Farbfolien	38	9.1.4	Weitere visuelle Aspekte zur visuellen Beurteilung von Glas im Bauwesen	
6.6.6	VSG mit Stufen	38	9.1.4.1	Visuelle Eigenschaften von Glaserzeugnissen	53
<b>7.</b>	<b>Beschichtetes Glas nach EN 1096</b>	39	9.1.4.1.1	Eigenfarbe	53
7.1	Farbgleichheit	39	9.1.4.1.2	Farbunterschiede bei Beschichtungen	53
7.1.1	Geltungsbereich	39	9.1.4.1.3	Bewertung des sichtbaren Bereiches des Isolierglas-Randverbundes, Geradheit der Abstandhalter	54
7.1.2	Einführung	39	9.1.4.1.4	Isolierglas mit innenliegenden Sprossen	54
7.1.3	In-situ-Farbmessung	39	9.1.4.1.5	Außenflächenbeschädigung	54
7.1.3.1	Allgemeines	39	9.1.4.1.6	Physikalische Merkmale	54
7.1.3.2	Farbunterschiede innerhalb einer Glasscheibe	39	9.1.4.2	Begriffserläuterungen	55
7.1.3.3	Farbunterschiede zwischen zwei benachbarten Scheiben der gleichen Fassade	40	9.1.4.2.1	Interferenzerscheinungen	55
7.1.3.4	Anforderungen an die Farbe	41	9.1.4.2.2	Isolierglaseffekt	55
7.1.4	Sonstiges	42	9.1.4.2.3	Anisotropien	55
7.1.4.1	Winkelabhängigkeiten von Farbe	42	9.1.4.2.4	Kondensation auf Scheiben-Außenflächen (Tauwasserbildung)	55
7.1.4.2	Farbe in Reflexion von innen	42	9.1.4.2.5	Benetzbarkeit von Glasoberflächen	55
7.1.4.3	Farbe in Transmission	42	9.2	Visuelle Beurteilung von Ornamentgläsern	56
7.1.5	Anhang A (informativ):	42	<b>10.</b>	<b>Lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte</b>	57
7.1.5.1	A.1 Farbwahrnehmung	43	10.1	Isolierglas	57
7.1.5.2	A.2 Quantifizierung der Farbe	43	<b>11.</b>	<b>Glossar</b>	58
7.1.5.3	A.3 Messen von Farbe	44	11.1	Definition von Fehlern gemäß der Normen	58
7.2	Visuelle Beurteilung	44	11.2	Abbildungsverzeichnis	61
<b>8.</b>	<b>Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) nach EN 1279</b>	45	11.3	Tabellenverzeichnis	62
8.1	Grenzabmaß / Versatz	45			
8.2	Randverbund	46			
8.3	Dickentoleranz am Randverbund	46			
8.4	Randentschichtung	46			
8.5	Abstandhalter	46			
8.6	Stufenisolierglas	47			
8.7	Silikonauftrag bei Glasstufen und Kantenqualität bei Einfachglas und MIG	47			
8.7.1	Silikonauftrag bei Glasstufen	47			
8.7.2	Kantenqualität	48			
8.8	Zusätzliche Eingreifsysteme im Randverbund (SG Anwendung)	48			
8.8.1	Ausführung mit U-Profilen	48			
<b>9.</b>	<b>Visuelle Beurteilung</b>	50			
9.1	Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen	50			
9.1.1	Geltungsbereich	50			
9.1.2	Prüfung	51			
9.1.3	Zulässigkeiten für die visuelle Qualität von Glas für das Bauwesen	51			
9.1.3.1	Zonen für die Beurteilung der visuellen Qualität	51			

## Vorwort

AGC INTERPANE zählt zu den bedeutendsten Floatglasherstellern und Flachglasveredlern Europas. Die AGC INTERPANE Produktpalette umfasst Basisglas, hochwertiges beschichtetes Wärmedämmglas, Schallschutz- und Sonnenschutz-Isolierglas, Sicherheitsglas sowie Verglasungen für Design und Gestaltung.

Dieses **AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch für Einfachglas und Mehrscheiben-Isolierglas** beinhaltet Regelungen hinsichtlich der Toleranzen von Basisgläsern (Substraten), deren Bearbeitungen und den daraus veredelten Produkten wie Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG), heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas, teilvorgespanntes Glas (TVG), Verbundglas (VG), Verbundsicherheitsglas (VSG) und Mehrscheiben-Isolierglas (MIG).

Grundlagen dieses Toleranzen-Handbuchs sind die derzeit gültigen DIN- bzw. EN-Normen. In diesem Zusammenhang weisen wir ausdrücklich darauf hin, dass diese Regelungen in der Praxis oft nicht ausreichen. Das Handbuch beschreibt daher auch die in den Normen nicht charakterisierten Eigenschaften. Darüber hinaus wurden u. a. die relevanten Richtlinien zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen und von emaillierten Gläsern eingearbeitet.

Das Toleranzen-Handbuch ist Bestandteil der Allgemeinen Geschäftsbedingungen in ihrer jeweils aktuellen Fassung.

**Zusätzliche Qualitätsforderungen bzw. geringere Toleranzen müssen AGC INTERPANE vor Auftragsvergabe mitgeteilt werden und gelten nur als angenommen, wenn diese schriftlich bestätigt wurden. Sondertoleranzen und Toleranzen für Konstruktionsglas sind vor Auftragsvergabe schriftlich zu vereinbaren.**

Bei der Beurteilung der visuellen Qualität gelten bei den Liefermaßen (Bandmaßen) die entsprechenden Basisglasnormen für Floatglas, VG und VSG. Bei Festmaßen gelten die in diesem Toleranzenhandbuch festgelegten Verweise und Toleranzen. Bei weiter verarbeiteten Produkten, z. B. ESG, heißgelagertem ESG, TVG, VG, VSG oder MIG gilt die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas im Bauwesen“, Kapitel 9.

### Normative Verweise

Das Toleranzenhandbuch enthält datierte und undatierte Verweise sowie Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese Verweise sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert. Bei festen (datierten) Verweisen gehören die Richtlinien bzw. Normen in der datierten Form zu diesem Handbuch, spätere Änderungen müssen ausdrücklich in dieses Handbuch eingearbeitet werden. Bei undatierten Verweisen gilt die jeweils letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation. Hierbei werden die Angaben aus den gesamten Produktnormen übernommen. Dennoch folgt AGC INTERPANE dem Grundsatz "in Anlehnung", da die Werte, die in den Normen genannt werden, je nach Erfordernis angepasst wurden.

Dieses Toleranzenhandbuch ist eine Ergänzung zu den AGC INTERPANE Verglasungsrichtlinien. Diese sind im aktuellen Handbuch „Gestalten mit Glas“ zu finden. Download unter [www.interpane.com](http://www.interpane.com)

## 1 Basisgläser

Für die Basisgläser gelten folgende normative Grundlagen.

EN 572 Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilikatglas

Teil 1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften;

Teil 2: Floatglas;

Teil 3: Poliertes Drahtglas;

Teil 4: Gezogenes Flachglas;

Teil 5: Ornamentglas;

Teil 6: Drahtornamentglas;

Teil 7: Profilbauglas mit oder ohne Drahteinlage

Teil 8: Liefermaße und Festmaße;

Teil 9: Konformitätsbewertung / Produktnorm plus nationale Anhänge

Den oben angeführten Normen können die Grenzabmaße für die unterschiedlichen Glaserzeugnisse entnommen werden.

Des Weiteren sind darin die Anforderungen an die Qualität sowie die optischen und sichtbaren Fehler der Basisglaserzeugnisse beschrieben.

### 1.1 Nenndicken

Als Auszug aus der EN 572 Teil 8 sind in der Tabelle 1 die Grenzabmaße der Nenndicken (d) für Float- und Ornamentglas aufgeführt.

Tabelle 1: Grenzabmaße der Nenndicken für Float- und Ornamentglas

Nenndicke [mm]	Dickentoleranz (d) [mm]	
	Floatglas	Ornamentglas
3	± 0,2	± 0,5
4		
5		
6		
8	± 0,3	± 0,8
10		± 1,0
12		–
15	± 0,5	–
19	± 1,0	–

### 1.2 Grenzabmaße für Liefermaße (Bandmaße)

Als Auszug aus der EN 572 Teil 8 sind nachfolgend Grenzabmaße (t) der Breite (B) und der Länge (H) sowie der Grenzwert der Diagonalendifferenz (v) für Liefermaße (Bandmaße) aus Floatglas und Ornamentglas aufgeführt.

Nenndicke [mm]	Grenzabmaß für Liefermaße (Bandmaße) (t) [mm]	
	Floatglas	Ornamentglas
3	± 4,0	± 3,0
4		
5		
6		± 4,0
8		
10		
12	± 5,0	–
15		–
19		–

Tabelle 2: Grenzabmaße (t) der Breite (B) und der Länge (H) für Float- und Ornamentglas

Nenndicke [mm]	Grenzwerte Diagonalendifferenz (v) [mm] für Float- und Ornamentglas Liefermaße (Bandmaße)	
	(H, B) ≤ 3000	(H, B) > 3000
3	≤ 4,0	≤ 5,0
4		
5		
6		
8	≤ 5,0	≤ 6,0
10		
12		
15	≤ 6,0	≤ 8,0
19		

Tabelle 3: Grenzwerte Diagonalendifferenz (v) für Float- und Ornamentglas

## ZUSCHNITT

## 2 Zuschnitt

### 2.1 Grenzabmaße der Länge, Breite und Rechtwinkligkeit

Nachfolgend aufgeführt sind Grenzabmaße (t) der Breite (B) und der Länge (H) sowie der Grenzwert der Diagonalendifferenz (v) für Festmaße aus Float- und Ornamentglas, Handbearbeitung oder maschinelle Fertigung im Zuschnitt.

Nicht betrachtet wird hier Drahtglas. Die Grenzabmaße und Grenzwerte hierfür sind der EN 572-8 zu entnehmen.

Für Bandmaße aus Float- und Ornamentglas sind Tabelle 2 und Tabelle 3 anzuwenden.

Scheibenmaße	Grenzabmaß (t) [mm] für Festmaße in der Dicke			Diagonalendifferenz (v) (mm)
	≤ 6 mm	8 bis 12 mm	> 12 mm	
≤ 2000 mm	± 1,0	± 1,0	± 2,0	≤ 1,0
2000 mm bis 3500 mm	± 2,0	± 2,0	± 3,0	≤ 2,0
3500 mm bis 5000 mm	± 3,0	± 3,0	± 3,0	≤ 3,0
> 5000 mm	–	± 4,0	± 4,0	≤ 4,0

Tabelle 4: Grenzabmaß (t) der Nennmaße für die Länge (H) oder Breite (B) für Festmaße, sowie Grenzwerte der Diagonalendifferenz (v)

Die Grenzen der Rechtwinkligkeit werden durch die Diagonalendifferenz (v) beschrieben.

Die genannten Grenzabmaße (t) gelten ohne Über- oder Unterbruch.

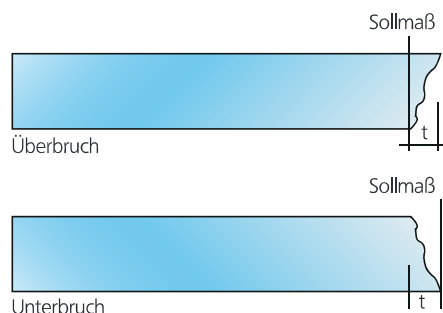


Abbildung 1: Schrägbruch

Glasdicke [mm]	Grenzabmaß (t) [mm]
4, 5, 6	± 1,0
8, 10, 12	± 2,0
15	+5 / -3
19	+6 / -3

Tabelle 5: Grenzabmaß (t) von Schrägbrüchen

AGC INTERPANE empfiehlt, ab einer Glasdicke von  $\geq 15$  mm mindestens eine maßgeschliffene Kante (KMG) auszuführen (siehe Kapitel 3.1).

## 2.2 Rückschnitt bei Modellscheiben

Modellscheiben aus Float- und Ornamentglas sowie bei TVG, ESG, heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas, VG, VSG und Isolierglas mit einem spitzen

Winkel  $< 20^\circ$  werden produktionsbedingt mit einem Rückschnitt ausgeführt.

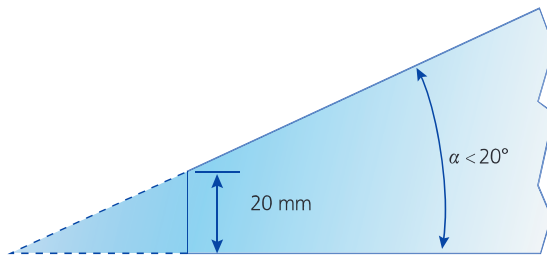


Abbildung 2: Rückschnitt

Bitte beachten Sie, dass die Spitze des Rückschnitts „gestoßen“ ausgeführt wird.

2.2



### 3 Bearbeitung

#### 3.1 Kantenbearbeitungsqualitäten

Grundlage der Beschreibung der Kantenbearbeitung sind DIN 1249, Teil 11, EN 1863, Teil 1 und EN 12150, Teil 1. Begriffe und Definitionen können entsprechend dieser Normen entnommen werden. Grundsätzlich gilt, dass aus produktionstechnischen Gründen die geschliffenen Kanten auch poliert ausgeführt werden können.

Bei VG und VSG-Elementen aus zwei oder mehreren Gläsern können Kanten der Einzelscheiben

nach oben genannten Nomen als KG, KGS, KGG, KWG, KMG, KGN, oder KPO ausgeführt werden. In der Regel wird das Gesamtpaket an der Glaskante bearbeitet. Bei VG oder VSG aus thermisch vorgespanntem Glas werden jedoch die Einzelscheiben bearbeitet und anschließend laminiert. Bei ESG oder TVG-Gläsern ist keine nachträgliche Bearbeitung (z. B. Kantenbearbeitung, Bohrung) möglich. Bei Kombinationen aus nicht thermisch vorgespannten Gläsern ist eine nachträgliche Bearbeitung zulässig.

##### 3.1.1 Geschnittene Kante (KG)

Die geschnittene Kante (Schnittkante) ist die beim Schneiden von Flachglas entstehende, unbearbeitete Glaskante. Die Ränder der Schnittkante sind scharfkantig. Quer zu ihren Rändern kann die Kante leichte Wellenlinien (sogenannte Wallnerlinien) aufweisen. Normalerweise ist die Schnittkante glatt gebrochen,

jedoch können, vornehmlich bei dicken Scheiben und nicht geradlinigen Formatscheiben, auch unregelmäßige Bruchverläufe (z. B. Überbruch und Unterbruch) auftreten. Herausragende Unebenheiten können durch Schleifen begradigt sein.

##### 3.1.2 Gesäumte Kante (KGS)

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

**Toleranzen aus den Tabellen 4 und 5 sind zugrunde zu legen.**

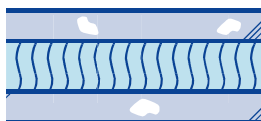


Abbildung 3: Gesäumte Kante

Typisches Anwendungsbeispiel: für thermisch vorzuspännende Gläser.

##### 3.1.3 Gesägte Kante (KGG)

Durch Radial- oder Bandsägen im rechten Winkel oder Gehrungswinkel hergestellte Kante mit Ein- und Auslaufspuren an den Anfangs- und Endpunk-

ten. Toleranzen sind im Anwendungsfall mit AGC INTERPANE abzustimmen.

##### 3.1.4 Wasserstrahlgeschnittene Kante (KWG)

Durch abrasive Zerspaltung der Glasscheibe erzeugte Kante. Sie besitzt keine scharfkantige Ausprägung der Ränder. Die Kantenflächen sind nicht eben.

Wasserstrahl geschnittene Kanten haben ein mattes Aussehen. Toleranzen sind im Anwendungsfall mit AGC INTERPANE abzustimmen.

##### 3.1.5 Maßgeschliffene Kante (KMG)

Die Glasscheibe wird durch Schleifen der Kantenoberfläche auf das erforderliche Maß gebracht. Die maßgeschliffene Kante kann mit gebrochenen

Rändern (entsprechend der gesäumten Kante) ausgeführt sein. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind zulässig.

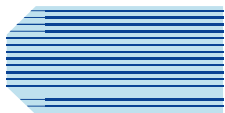


Abbildung 4: Maßgeschliffene Kante

### 3.1.6 Geschliffene Kante (KGN)

Die Kantenoberfläche ist durch Schleifen ganzflächig bearbeitet. Die geschliffene Kante wird mit ebenfalls geschliffenen Rändern (entsprechend der gesäumten Kante) ausgeführt.

Geschliffene Kantenoberflächen haben ein schleifmattes Aussehen. Blanke Stellen und Ausmischungen sind unzulässig. Ecken der Kanten können auf Wunsch in Saumbreite schleifmatt gestoßen sein.

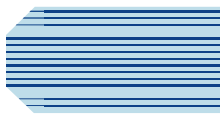


Abbildung 5a: Geschliffene Kante

Typisches Anwendungsbeispiel: Structural Glazing mit sichtbaren Kanten

### Runde Kante (RK)

Die runde Kante weist einen mehr oder weniger runden Schliff der Kantenoberfläche auf. Verschiedene

Ausführungsformen der runden Kante werden auch als C-Schliff bezeichnet.

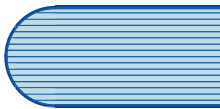


Abbildung 5b: Runde Kante (RK), linkes Bild halbrund (RK1),  
rechtes Bild flachrund (RK2)

Typische Anwendung für Automobilindustrie

### 3.1.7 Polierte Kante (KPO)

Die polierte Kante ist eine durch Überpolieren verfeinerte geschliffene Kante. Polierspuren sind im gewissen Umfang zulässig. Eine polierte Kante weist eine

glänzende Oberfläche auf. Ecken der Kanten können auf Wunsch in Saumbreite schleifmatt gestoßen sein.



Abbildung 6: Polierte Kante

Typisches Anwendungsbeispiel: Structural Glazing mit sichtbaren Kanten

### 3.1.8 Gehrungskante (GK)

Die Gehrungskante bildet mit der Glasoberfläche einen Winkel  $45^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ . Die Kanten können »geschliffen« oder »poliert« sein.

anderns vereinbart, soll diese Restkante 1/3 bzw. maximal 2 mm der ursprünglichen Glasdicken betragen und feingeschliffen oder poliert und gesäumt sein.

Die Gehrungskante läuft auf eine senkrecht zur Glasoberfläche stehende Restkante aus. Wenn nicht



Abbildung 7: Gehrungskante

### 3.1.9 Toleranz des Saums für maßgeschliffene, geschliffene und polierte Kanten

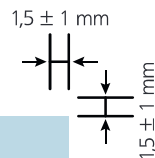


Abbildung 8: Toleranz des Saums

Die Toleranzen sind abhängig von der jeweiligen Art der Kantenbearbeitung.

Die Kantenbearbeitungsqualitäten gelten auch für ESG, heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas, TVG, VG und VSG aus thermisch vorgespannten bzw. nicht vorgespannten Gläsern.

Gläser werden aus prozesstechnischen Gründen grundsätzlich vor jedem Vorspannprozess mindestens gesäumt (KGS).

## 3.2 Kantenbearbeitung

### 3.2.1 Standardtoleranzen

Nachfolgend aufgeführt sind Grenzabmaße (t) der Breite (B) und der Länge (H) sowie der Grenzwert der Diagonalendifferenz (v) für Glas mit maßgeschliffenen, geschliffenen sowie polierten Kanten.

Scheibenmaße	Grenzabmaß (t) [mm] für Festmaße in der Dicke			Diagonalendifferenz (v) (mm)
	≤ 6 mm	8 bis 12 mm	> 12 mm	
≤ 2000 mm	± 1,0	± 1,0	± 2,0	≤ 1,0
2000 mm bis 3500 mm	± 2,0	± 2,0	± 3,0	≤ 2,0
3500 mm bis 5000 mm	± 3,0	± 3,0	± 3,0	≤ 3,0
> 5000 mm	–	± 4,0	± 4,0	≤ 4,0

Tabelle 6: Grenzabmaß (t) der Nennmaße für die Länge (H) oder Breite (B), sowie Grenzwerte der Diagonalendifferenz (v)

Die Nennmaße für die Breite und Länge des Endproduktes dürfen nicht größer und kleiner sein als die Nennmaße vergrößert und verkleinert um das Grenzabmaß (t). Die Grenzwerte werden in Tabelle 6 angegeben.

Die Differenz zwischen den beiden Diagonallängen der Glasscheibe darf nicht größer sein als die in Tabelle 6 festgelegte Diagonalendifferenz (v).

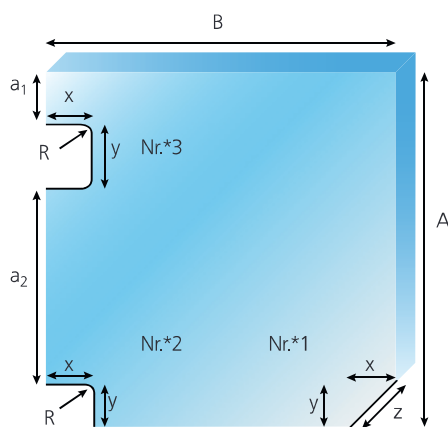
Die Rechtwinkligkeit von rechteckigen Glasscheiben wird beschrieben durch die Differenz zwischen deren Diagonalen.

### 3.3 Eckabschnitte, Eck- und Randausschnitte

Randausschnitte und Eckausschnitte müssen mit einem Radius (R) versehen werden, der größer/gleich der Glasdicke, jedoch mindestens 10 mm ist. Die Abmessungen der Abschnitte/Ausschnitte sind so zu dimensionieren, dass geringe Ausführungstoleranzen in der Unterkonstruktion ausgeglichen werden können. Die Abschnitte/Ausschnitte dürfen ein Drittel der Länge der jeweiligen Scheibenkante nicht überschreiten.

Eine Festlegung von Toleranzen für diese Bearbeitungsarten ist in den jeweiligen Produktnormen nicht gegeben.

Die Toleranzen für die Breite (B) und die Höhe (H) können für die entsprechende Glasart und/oder Kantenausführung den nachfolgenden Abschnitten entnommen werden.



- A = Höhe
- B = Breite
- a<sub>1</sub> = Abstand zwischen Glaskante und Ausschnitt
- a<sub>2</sub> = Abstand zwischen zwei Ausschnitten
- x = Abschnittbreite bzw. Abschnittbreite
- y = Abschnitthöhe bzw. Abschnitthöhe
- z = Eckabschnitt
- R = Radius

- Nr.\*1 Eckabschnitt
- Nr.\*2 Eckausschnitt
- Nr.\*3 Randausschnitt

Abbildung 9: Darstellung von Eckabschnitten, Eck- und Randausschnitten

#### 3.3.1 Eckabschnitt gesäumt

Ein Eckabschnitt (siehe Abb. 9 Nr.\*1) ist kleiner als 100 mm (x) x 100 mm (y).

Größere Eckabschnitte entsprechen einer Sonderform lt. Modellliste.

Toleranz für das Maß des gesäumten Eckabschnittes (z)  $\pm 4$  mm.

#### 3.3.2 Eckabschnitt geschliffen

Ein Eckabschnitt (siehe Abb. 9 Nr.\*1) ist kleiner 100 mm (x) x 100 mm (y).

Größere Eckabschnitte entsprechen einer Sonderform lt. Modellliste.

##### 3.3.2.1 Standardtoleranz

Toleranz für das Maß des Eckabschnittes (z)  $\pm 2$  mm.

##### 3.3.2.2 Sondertoleranz

Toleranz für das Maß des Eckabschnittes (z)  $\pm 1$  mm.

Die Fertigung erfolgt am CNC Bearbeitungszentrum.

### 3.3.3 Eckabschnitt poliert

Ein Eckabschnitt (siehe Abb. 9 Nr.\*1) ist kleiner als 100 mm (x) x 100 mm (y).

Die Fertigung des polierten Eckabschnitts erfolgt am CNC Bearbeitungszentrum.

Größere Eckabschnitte entsprechen einer Sonderform lt. Modellliste.

Toleranz für das Maß des polierten Eckabschnittes (z)  $\pm 1$  mm

### 3.3.4 Eckausschnitt gesäumt

Eckausschnitt (siehe Abb. 9 Nr.\*2)

Toleranz (x, y)  $\pm 4$  mm

### 3.3.5 Eckausschnitt geschliffen

Eckausschnitt (siehe Abb. 9 Nr.\*2)

#### 3.3.5.1 Standardtoleranz

Mindestmaß Innenradius in Abhängigkeit von der Glasdicke

Glasdicke  $\leq 10$  mm  $\rightarrow R$  10 mm  
Glasdicke  $\geq 12$  mm  $\rightarrow R$  15 mm

Toleranz (x, y)  $\pm 3$  mm

#### 3.3.5.2 Sondertoleranz

Toleranz (x, y)  $\pm 1,5$  mm.

Fertigung erfolgt am CNC-Bearbeitungszentrum.

### 3.3.6 Eckausschnitt poliert

Eckausschnitt (siehe Abb. 9 Nr.\*2)

Mindestmaß Innenradius R = 15 mm

Die Fertigung des polierten Eckausschnitts erfolgt am CNC Bearbeitungszentrum.

Toleranz (x, y)  $\pm 1$  mm

### 3.3.7 Randausschnitt gesäumt

Randausschnitt (siehe Abb. 9 Nr.\*3)

#### 3.3.7.1 Standardtoleranz für manuelle Bearbeitung von Ausschnitten

Ausschnittmaße (x, y) [mm]	Toleranz (t) [mm]
$\leq 500$	$\pm 5$
$> 500$ bis $\leq 1000$	$\pm 6$

Mindestmaß Innenradius R = 10 mm  
Toleranz Lage ( $a_1$ ,  $a_2$ )  $\pm 3$  mm

Tabelle 7: Randausschnitttoleranz für Handbearbeitung gesäumt



### 3.3.7.2 Sondertoleranz für maschinelle Bearbeitung von Ausschnitten

Mindestmaß Innenradius in Abhängigkeit von der Glasdicke

Glasdicke  $\leq 10$  mm  $\rightarrow$  R 10 mm

Glasdicke  $\geq 12$  mm  $\rightarrow$  R 15 mm

Toleranz Lage ( $a_1, a_2$ )  $\pm 1,5$  mm

Ausschnittmaße (x, y) [mm]	Toleranz (t) [mm]
$\leq 3500$	$\pm 2$
$> 3500$	$\pm 3$

Tabelle 8: Randausschnitttoleranz CNC-Bearbeitungszentrum gesäumt

### 3.3.8 Randausschnitt geschliffen oder poliert

Randausschnitt (siehe Abb. 9 Nr.\*3)

Mindestmaß Innenradius R = 15 mm

Die Fertigung des geschliffenen oder polierten Randausschnitts erfolgt am CNC Bearbeitungszentrum.

Toleranz der Abmessung (x, y)  $\pm 1$  mm

Toleranz der Lage ( $a_1, a_2$ )  $\pm 1$  mm

#### Wichtiger Hinweis:

Innerhalb eines Auftrages können je nach Anforderungsprofil (z. B. Rechteck- oder Modellscheiben) unterschiedliche Bearbeitungsarten zur Ausführung kommen – gegebenenfalls daraus resultierende Unterschiede in der visuellen Ansicht der bearbeiteten Kante sind produktionstechnisch bedingt und nicht zu vermeiden. Diese stellen keinen Reklamationsgrund dar. Eckabschnitte, Eck- und Randausschnitte werden mit einem Fräswerkzeug im CNC Bearbeitungszentrum gefertigt. Unter Umständen sichtbare Längsrillen o. ä. des Bearbeitungswerkzeuges an der Glaskante können nicht vermieden werden.

### 3.4 Ausschnitte in der Fläche

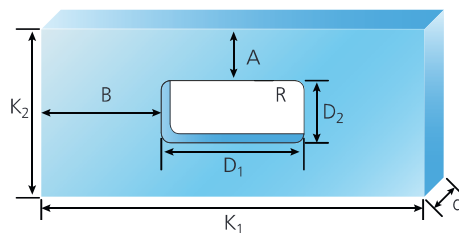
Nachfolgend sind die Vorgaben und Toleranzen sowohl für die Lage als auch für die Abmessungen der Ausschnitte in der Fläche aufgeführt.

Mindestmaß Innenradius  $R = 15 \text{ mm}$ .

#### 3.4

##### 3.4.1 Vorgaben und Toleranzen für die Lage der Ausschnitte in der Fläche

Ausschnitt-Toleranzen sind produktionsbedingt.



A, B = Abstand von der jeweiligen Kante bis zum Anfang des Ausschnittes  
 $D_1, D_2$  = Ausschnittmaße  
 $K_1, K_2$  = Kantenlängen  
 $d$  = Glasdicke  
 $R$  = Radius

Abbildung 10: Lage des Ausschnitts in der Fläche

Die Länge oder die Breite des Ausschnitts muss größer/gleich der Glasdicke sein:

$$D_1, D_2 \geq d$$

Der Abstand eines Ausschnitts von der Glaskante darf die Hälfte des Ausschnittmaßes ( $D_1, D_2$ ) nicht unterschreiten:

$$A \geq D_2/2, \\ B \geq D_1/2$$

Die Größe eines Ausschnitts darf 1/3 der Länge der jeweiligen Scheibenkante nicht überschreiten:

$$D_1 \leq K_1/3 \\ D_2 \leq K_2/3$$

##### 3.4.2 Toleranzen für Ausschnitte an der Kante in der Fläche bei VG und VSG

Diese Toleranzen sind abhängig von den jeweiligen technischen Gegebenheiten.

Bitte bei Auftragserteilung mit AGC INTERPANE abklären.

##### Wichtiger Hinweis:

Innerhalb eines Auftrages können je nach Anforderungsprofil bei Ausschnitten in der Fläche unterschiedliche Bearbeitungsarten zur Ausführung kommen – gegebenenfalls daraus resultierende Unterschiede in der visuellen Ansicht zu den bearbeiteten Kanten sind produktionstechnisch bedingt und nicht zu vermeiden. Diese stellen keinen Reklamationsgrund dar. Eckabschnitte, Eck- und Randausschnitte werden mit einem Fräswerkzeug im CNC Bearbeitungszentrum gefertigt. Unter Umständen sichtbare Längsrillen o. ä. des Bearbeitungswerkzeuges an der Glaskante können nicht vermieden werden.

### 3.5 Bohrungen

Nachfolgend sind die Vorgaben und Toleranzen sowohl für die Lage als auch für die Abmessungen der Bohrungen aufgeführt.

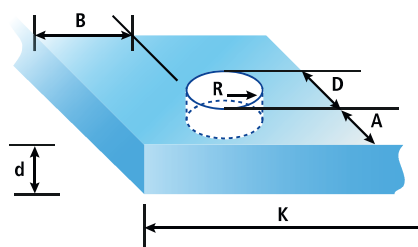
Grundsätzlich werden Bohrungen mit einem Durchmesser  $\geq 100$  mm auf einem CNC-Bearbeitungszentrum produziert.

Für spezielle Bohrungen, z. B. für Hinterschnittsysteme, sind Toleranzen im Einzelfall zu vereinbaren.

3.5

#### 3.5.1 Vorgaben und Toleranzen für die Lage der Bohrungen

Bohrungs-Toleranzen sind produktionsbedingt.



- A, B = Abstand von der Kante bis zum Beginn der Bohrung
- D = Bohrungsdurchmesser
- K = Kantenlängen
- d = Glasdicke
- R = Radius

Abbildung 11: Lage der Lochbohrung

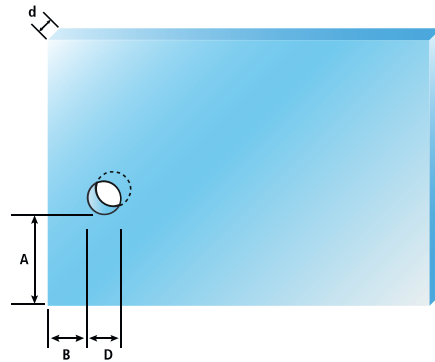
Der Bohrungsdurchmesser sollte wegen der erforderlichen Zwischenlage zur Pufferung von Befestigungsmitteln zur Glaskante mindestens 4 mm größer sein als der Durchmesser der Befestigung, wenn nicht Vorgaben, die aus der Konstruktion resultieren, andere Abmessungen der Zwischenlagen erforderlich machen oder erfordern.

Der Durchmesser (D) der Bohrung ist so zu dimensionieren, dass Abstandstoleranzen ausgeglichen werden können. Werden mehr als 4 Bohrungen neben- oder übereinander angeordnet, vergrößern sich die Mindestabstände.

Lochbohrungen im Eckbereich müssen eine asymmetrische Lage aufweisen (mind. 5 mm Unterschied zwischen A und B als Abstand zur Kante).

Wenn das NICHT möglich ist, empfiehlt AGC INTERPANE, dass die Bohrungen wegen des erhöhten Bruchrisikos bei thermisch vorgespanntem Glas mit einem Entspannungsschnitt ausgeführt werden. Es ist aber zu beachten, dass der Anwender des Endprodukts eigenverantwortlich zu klären hat, ob dieser bauordnungsrechtlich zulässig ist.

## 3.5.1.1 Abstände der Lochbohrung zu den Kanten



A, B = Abstand von der Kante zur Bohrung  
 D = Bohrungsdurchmesser  
 d = Glasdicke

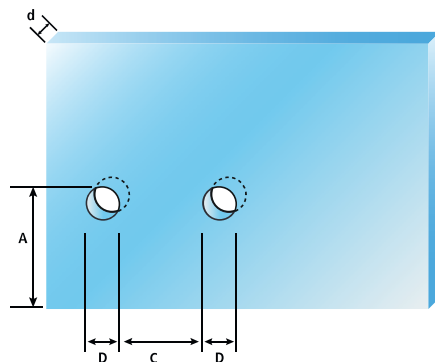
Abbildung 12: Abstände der Lochbohrung zu den Glaskanten

	$d < 8 \text{ mm}$	$8 \text{ mm} \leq d \leq 12 \text{ mm}$	$d = 15 \text{ mm}$	$d = 19 \text{ mm}$
min. Bohrungsdurchmesser	$D \geq d$	$D \geq d$	$D \geq 18 \text{ mm}$	$D \geq 25 \text{ mm}$
Randbereich - Abstand zu einer Kante, wenn <b>A, B <math>\geq D/2</math></b>	$A \geq 2 d$	$A \geq 2,5 d$	$A \geq 30 \text{ mm}$	$A \geq 40 \text{ mm}$
Eckbereich - Abstand zu zwei Kanten, wenn <b>D <math>\geq 1,5 d</math></b>	$A \geq 2 d + 5 \text{ mm}$ $B \geq 2 d$ oder $B \geq 2 d + 5 \text{ mm}$ $A \geq 2 d$	$A \geq 2,5 d + 5 \text{ mm}$ $B \geq 2 d$ oder $B \geq 2,5 d + 5 \text{ mm}$ $A \geq 2 d$	$A \geq 30 \text{ mm}$ $B \geq 45 \text{ mm}$ oder $B \geq 30 \text{ mm}$ $A \geq 45 \text{ mm}$	$A \geq 40 \text{ mm}$ $B \geq 60 \text{ mm}$ oder $B \geq 40 \text{ mm}$ $A \geq 60 \text{ mm}$
Eckbereich - Abstand zu zwei Kanten, wenn <b>D &lt; 1,5 d</b>	$A \geq 5 d$ $B \geq 2,5 d + 5 \text{ mm}$ oder $B \geq 5 d$ $A \geq 2,5 d + 5 \text{ mm}$			

Tabelle 9: Abstände der Bohrungen zu den Glaskanten

### 3.5.1.2 Abstände von Lochbohrungen zueinander

Für den Abstand zwischen zwei Bohrungen gelten die gleichen Kriterien wie zwischen einer Bohrung im Bezug zur Glaskante.



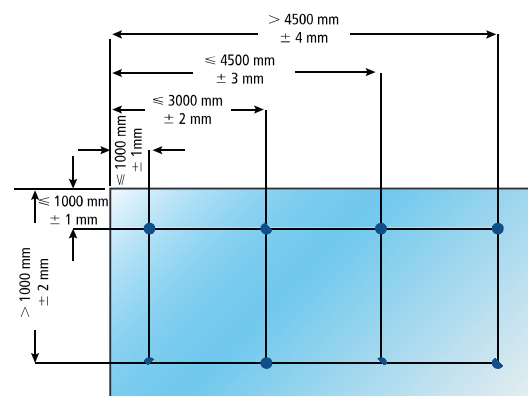
A = Abstand von der Kante  
C = Abstand zwischen den Bohrungen  
D = Bohrungsdurchmesser  
d = Glasdicke

Abbildung 13: Abstände zwischen den Lochbohrungen

	$d < 8 \text{ mm}$	$8 \text{ mm} \leq d \leq 12 \text{ mm}$	$d = 15 \text{ mm}$	$d = 19 \text{ mm}$
min. Bohrungsdurchmesser	$D \geq d$	$D \geq d$	$D \geq 18 \text{ mm}$	$D \geq 25 \text{ mm}$
Randbereich - Abstand von der Kante	$A \geq 2 d$	$A \geq 2,5 d$	$A \geq 30 \text{ mm}$	$A \geq 40 \text{ mm}$
Abstand zwischen den Bohrungen	$C \geq 2 d$	$C \geq 2 d$	$C \geq 45 \text{ mm}$	$C \geq 60 \text{ mm}$

Tabelle 10: Abstände zwischen den Lochbohrungen

### 3.5.1.3 Lage der Lochbohrungen



Die Toleranzen der Lage der Bohrung betragen bei VG und VSG:

bei nicht vorgespanntem Glas:  $\pm 1,5 \text{ mm}$

bei ESG/heißgelagertem ESG/TVG:  $\pm 2,5 \text{ mm}$

Abbildung 14: Lage und Toleranz der Lochbohrungen in monolithischen Gläsern

Für Konstruktionsglas kann für die Lage zwischen den Bohrungen eine Toleranz von  $\pm 1 \text{ mm}$  eingehalten werden.



### 3.5.2 Durchmesser von Bohrungen

#### 3.5.2.1 Durchmesser von zylindrischen Bohrungen

##### Toleranzen im monolithisches Glas, VG und VSG aus nicht vorgespanntem Glas

Für Durchmesser einer Bohrung gelten folgende Toleranzen:

$$\begin{aligned} D &\leq 120 \text{ mm: } \pm 1,0 \text{ mm} \\ D &> 120 \text{ mm: } \pm 2,0 \text{ mm} \end{aligned}$$

##### Toleranzen im VG und VSG aus thermisch vorgespanntem Glas

Die Toleranzen der Bohrungsdurchmesser betragen bei:

$$\begin{aligned} d &\leq 24 \text{ mm Elementdicke: } -2,0 \text{ mm} \\ d &> 24 \text{ mm Elementdicke: } -2,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Diese herstellungsbedingten Toleranzen sind zusätzlich zu den konstruktiven und montage-technischen Toleranzen zu berücksichtigen. Es ist zu beachten, dass die Toleranzen aus dem Versatz bei VG /VSG auch bei Lochbohrungen zu berücksichtigen sind.

#### 3.5.2.2 Durchmesser bei Senkbohrungen

##### Toleranzen im monolithisches Glas, VG und VSG aus nicht vorgespanntem Glas

Durchmesser E: +1,5 mm / -1,0 mm

Kerndurchmesser D  $\leq$  30 mm:  $\pm 1,0$  mm  
D > 30 mm:  $\pm 2,0$  mm

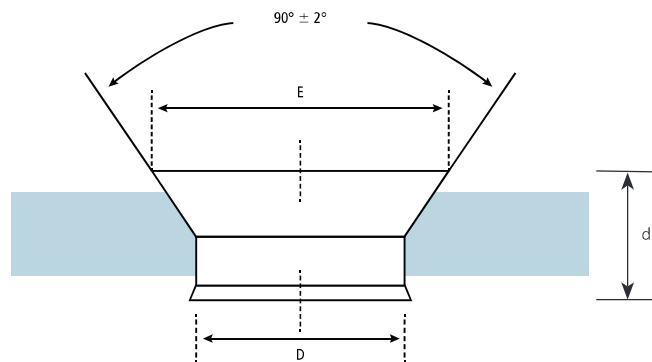


Abbildung 15: Skizze Senklochtoleranz

### Toleranzen im VG und VSG aus thermisch vorgespanntem Glas

Die zylindrische Lochbohrung der Gegenscheibe ist mit einem 4 mm größeren Durchmesser als der

Kerndurchmesser (D) der Senklochbohrung zu fertigen.

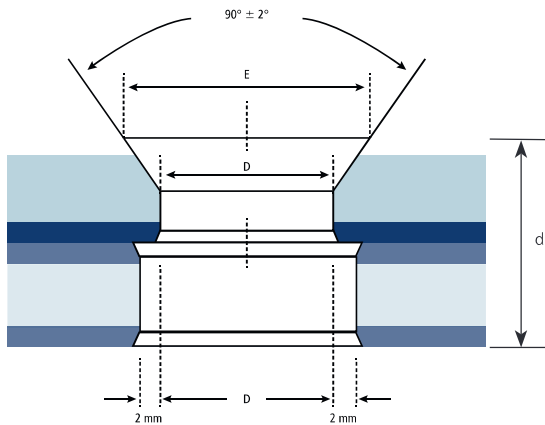


Abbildung 16: Skizze Senklochtoleranz im VG/VSG

#### Wichtiger Hinweis:

Innerhalb eines Auftrages können je nach Anforderungsprofil unterschiedliche Bearbeitungsarten der Bohrung zur Ausführung kommen – gegebenenfalls daraus resultierende Unterschiede in der visuellen Ansicht zu den bearbeiteten Kanten sind produktionstechnisch bedingt und nicht zu vermeiden. Diese stellen keinen Reklamationsgrund dar.

## 4 ESG, heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas und TVG

Einscheiben-Sicherheitsglas nach EN 12150-1/-2

Teilvorgespanntes Glas nach EN 1863-1/-2

Heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas nach EN 14179-1/-2

4

### 4.1 Geradheit

Die Abweichung von der Geradheit ist abhängig von der Glasart, der Dicke, den Abmessungen und dem Seitenverhältnis. Sie macht sich in Form von Verwerfungen bemerkbar. Diese werden in drei Kategorien eingeteilt:

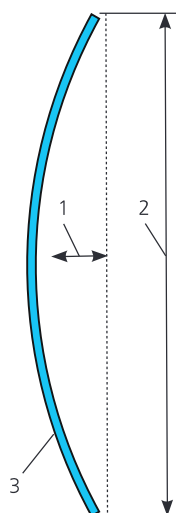
- generelle Verwerfung,
- Verwerfung durch Roller Waves und
- Unebenheit der Kanten.

#### 4.1.1 Standardtoleranz für ESG, heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas und TVG

##### 4.1.1.1 Generelle Verwerfung

Bei Raumtemperatur wird die Glasscheibe vertikal auf ihrer langen Seite auf zwei Klötze gestellt, die in einem Viertel der Kantenlänge von der Ecke entfernt positioniert sind. Bei Glas, das dünner als 4 mm-Nennstärke ist, muss die Auflagerung einen Winkel zwischen 3° und 7° von der Vertikalen aufweisen. Die Verwerfung wird mit einem Haarlineal oder einem gespannten Draht als maximaler Abstand zur konkaven Oberfläche der Glasscheibe ermittelt

(s. Abbildung 17). Sie wird entlang der Glaskanten und der Diagonalen gemessen. Der Wert für die Verwerfung wird als Durchbiegung (D) in Millimeter, dividiert durch die gemessene Länge (B oder H) der Glaskante oder der Diagonalen, in Meter, angegeben. Die zulässigen Toleranzen für die gemessene generelle Verwerfung ( $t_G$ ) sind in Tabelle 11 angegeben.



$$t_G = \frac{D}{B \text{ oder } H \text{ oder Diagonale}} \frac{\text{mm}}{\text{m}}$$

#### Legende

- 1 Durchbiegung (D) zur Berechnung der generellen Verwerfung  $t_G$
- 2 B oder H oder die Diagonale
- 3 thermisch vorgespanntes Glas

Abbildung 17: Prüfung der generellen Verwerfung

#### 4.1.1.2 Verwerfung durch Roller Waves

Die Roller Wave ist z. B. mit Hilfe eines Haarlineals von 300 mm - 400 mm Länge zu messen, welches im rechten Winkel zur Roller Wave angesetzt wird und die Scheitelpunkte der Wellen überbrückt (s. Abbildung 18). Mit Hilfe einer Fühlerlehre wird der Abstand zwischen der Glasoberfläche und dem Lineal gemessen. Die Messung ist an mehreren Stellen zu wiederholen.

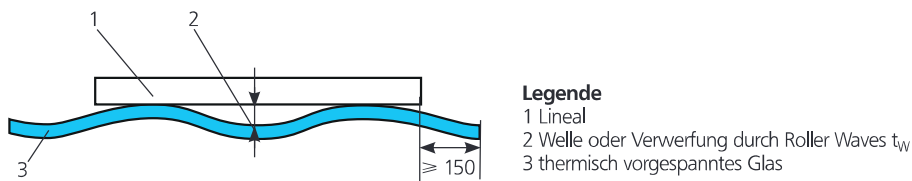


Abbildung 18: Messung der Welle oder der Verwerfung durch Roller Waves

#### 4.1.1.3 Verwerfung durch Unebenheit der Kanten

Das Glas muss auf einer ebenen Auflage abgelegt werden, wobei die Unebenheit der Glaskante die Kante der Auflagerung um 50 mm bis 100 mm überragt. Das Lineal ist auf den Scheitelpunkten der

Roller Waves zu platzieren und die Lücke zwischen dem Lineal und dem Glas mit einer Fühlerlehre zu messen (s. Abbildung 19). Die zulässigen Toleranzen für die Unebenheit der Kanten  $t_k$  sind in Tabelle 11 angegeben.

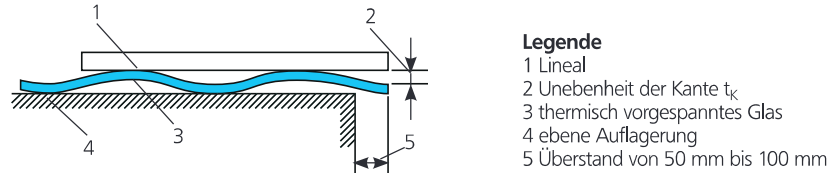


Abbildung 19: Messung der Unebenheit der Kanten

Begrenzung der generellen Verwerfung, Roller Waves und Unebenheit der Kanten				
Glasart ESG/TVG aus	Glasdicke [mm]	Zulässiger Höchstwert der Verwerfung		
		Unebenheit der Kanten $t_k$ [mm]	generelle Verwerfung $t_G$ [mm/m]	Roller Wave $t_W$ [mm]
Floatglas	3	0,5	3*	0.3
	4 – 5	0,4		
	6 – 19	0,3		
Ornamentglas	4 – 10	0,5	4	0.5

\* Bei quadratischen und annähernd quadratischen Formaten mit einem Seitenverhältnis zwischen 1:1 und 1:1,3 ist zwangsläufig die Abweichung von der Geradheit größer als bei schmalen rechteckigen Formaten. Insbesondere bei Glasdicken  $\leq 6$  mm ist eine Abstimmung mit AGC INTERPANE erforderlich.

Tabelle 11: Zulässige Höchstwerte der generellen Verwerfung, Roller Waves und Unebenheit der Kanten für thermisch vorgespannte Gläser

## ESG, HEISSGELAGERTES EINSCHIEBEN-SICHERHEITSGLAS UND TVG

Um die genannten Toleranzen einhalten zu können, sind die folgenden Mindestglasdicken in Abhängigkeit des Scheibenaußenmaßes ein-

zuhalten. Für Ornamentgläser sind die maximalen Abmessungen bei AGC INTERPANE zu erfragen.

min. Glasdicke	max. Abmessung	max. Seitenverhältnis
3 mm *	1000 mm x 1500 mm	1:10
4 mm	1500 mm x 2500 mm	1:10
5 mm	2000 mm x 3000 mm	1:10
6 mm	2800 mm x 4500 mm	1:10
8 mm bis 12 mm	2800 mm x 6000 mm	1:10
15 mm **	2800 mm x 6000 mm	1:10
19 mm **	2600 mm x 4500 mm	1:10
Minimalabmessung	200 mm x 300 mm	

\* nicht als heißgelagertes ESG \*\* nicht als TVG

Bei der Glasdicke 4 mm mit Heißlagerung ist eine frühzeitige Abstimmung mit AGC INTERPANE erforderlich.

Tabelle 12: Max. Scheibenaußenmaße thermisch vorgespannter Gläser

Für Modellscheiben, bedruckte Gläser etc. können ggf. geringere Toleranzen nach Rücksprache vereinbart werden.

Es ist zu beachten, dass sich die Abmessungen und Seitenverhältnisse ausschließlich auf die produktionstechnischen Möglichkeiten beziehen, die sich aus den betrieblichen Voraussetzungen der Fertigung ergeben.

Die tatsächlich erforderlichen Glasdicken und -aufbauten müssen den bauordnungsrechtlichen bzw. den jeweils nationalen gesetzlichen Anforderungen entsprechen.

TVG aus Ornamentglas wird nur nach EN 1863 geliefert.

### 4.1.2 Sondertoleranzen für ESG, heißgelagertes Einschieben-Sicherheitsglas und TVG

Diese Toleranzen gelten nur für ESG, heißgelagertes Einschieben-Sicherheitsglas und TVG aus klarem Floatglas.

Begrenzung der generellen Verwerfung, Roller Waves und Unebenheit der Kanten				
Glasart ESG/TVG aus	Glasdicke [mm]	Zulässiger Höchstwert der Verwerfung		
		generelle Verwerfung $t_G$ [mm/m]	Roller Wave $t_W$ [mm]	Unebenheit der Kanten $t_K$ [mm]
Floatglas	6 – 12	2*	0,15	0,25

\* Bei quadratischen Formaten und annähernd quadratischen Formaten (bis 1:1,5) sowie bei Einzelscheiben mit einer Nennstärke < 6 mm können größere Verwerfungen auftreten.

Tabelle 13: Zulässige Höchstwerte der generellen Verwerfung, Roller Waves und Unebenheit der Kanten für thermisch vorgespannte Gläser (Sondertoleranzen)



Um die genannten Sondertoleranzen einhalten zu können, sind die folgenden Mindestglasdicken in Abhängigkeit des Scheibenaußenmaßes einzuhalten.

min. Glasdicke	max. Abmessung	max. Seitenverhältnis
6 mm	2400 mm x 4000 mm	1:10
8 mm	2600 mm x 5000 mm	1:10
10 mm	2600 mm x 5400 mm	1:10
12 mm	2600 mm x 5400 mm	1:10
Minimalabmessung	200 mm x 300 mm	

Tabelle 14: Glasdickenübersicht für Sondertoleranzen

Für rechteckiges, klares, nicht beschichtetes oder bedrucktes TVG, ESG und ESG mit Heißlagerungstest können ggf. geringere Toleranzen als in

Tabelle 13 angegeben vereinbart werden. Diese hängen u. a. von der Glasdicke und den Abmessungen der Scheibe ab.

## 4.2 Kennzeichnung

### 4.2.1 Einschieben-Sicherheitsglas (ESG)

Jede ESG-Scheibe ist mindestens mit der Kennzeichnung „EN 12150-1“ und „Name oder Markenzeichen des Herstellers“

zu versehen. Die Kennzeichnung nach dieser Norm muss dauerhaft angebracht sein.

### 4.2.2 Heißgelagertes Einschieben-Sicherheitsglas

Heißgelagerte ESG-Scheiben sind mindestens mit der Kennzeichnung „EN 14179-1“ und „Name oder Warenzeichen des Herstellers“

zu versehen. Die Kennzeichnung nach dieser Norm muss dauerhaft angebracht sein.

### 4.2.3 Teilvorgespanntes Glas (TVG)

Jede TVG-Scheibe ist mindestens mit der Kennzeichnung „EN 1863-1“ und „Namen oder Markenzeichen des Herstellers“

zu versehen. Die Kennzeichnung nach dieser Norm muss unauslöschlich angebracht sein.

## 4.3 Glasbruch

Einschieben-Sicherheitsglas (ESG) kann Nickelsulfideinschlüsse enthalten, die im eingebauten Zustand zu Spontanbrüchen führen können. Durch einen Heißlagerungstest kann das Risiko von Spontanbrüchen reduziert werden, ohne dass damit aber ein vollständiger Ausschluss des Bruchrisikos einhergeht.

Die Ursache des Glasbruchs ist durch den Anwender nachzuweisen. Dies gilt insbesondere für Glasbrüche infolge von Fremdkörpereinschlüssen, wie z. B. Nickelsulfideinschlüssen.

## 4.4 Visuelle Beurteilung

Mit der in Kapitel 9 aufgeführten „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das

Bauwesen“ sind die Prüfungsgrundsätze und Zulässigkeiten festgelegt.

## 5 Siebdruck, Digitaldruck und Emaille

5

Ergänzend gilt:

### EN 12150

Glas im Bauwesen –  
Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas –  
Teil 1: Definition und Beschreibung;  
Deutsche Fassung EN 12150-1

### EN 14179

Glas im Bauwesen –  
Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas –  
Teil 1: Definition und Beschreibung;  
Deutsche Fassung EN 14179-1

### EN 1863

Glas im Bauwesen –  
Teilvorgespanntes Kalknatronglas –  
Teil 1: Definition und Beschreibung;  
Deutsche Fassung EN 1863-1

Die nachfolgend aufgeführte Richtlinie wird auch für die Beurteilung der visuellen Qualität von digital bedruckten Scheiben verwendet.

## 5.1 Visuelle Qualität von emaillierten und bedruckten Gläsern

Dieses Kapitel enthält die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern“.

Diese Richtlinie wurde erarbeitet und herausgegeben vom: Bundesverband Flachglas e. V., Troisdorf, sowie dem Fachverband Konstruktiver Glasbau e. V. Köln  
Stand März 2014

### 5.1.1 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 Einscheiben-Sicherheitsglas oder teilvorgespanntes Glas hergestellt werden.

Diese Richtlinie gilt nicht für farbiges Glas nach EN 16477 oder anderweitig bedruckte Gläser. Bauordnungsrechtliche Aspekte werden von dieser Richtlinie nicht behandelt.

Die im Abschnitt 5.1.3 „Prüfung“ genannten Hinweise und Toleranzen gelten in ihrem Grundsatz auch für andere Farbarten, zum Beispiel organische Farben. Die spezifischen Eigenschaften dieser Farbarten werden in dieser Richtlinie nicht beschrieben.

Auch sogenannte lackierte Gläser, die thermisch vorgespannt werden können, werden mit keramischen Farben beschichtet.

Somit ist diese Richtlinie auch für diese Produkte gültig.

Zur Beurteilung der Produkte ist es erforderlich, dem Hersteller mit der Bestellung den konkreten

Anwendungsbereich, die konstruktive und visuelle Anforderung bekannt zu geben. Das betrifft insbesondere folgende Angaben:

- Innen- und/oder Außenanwendung
- Einsatz für den Durchsichtsbereich (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 Mehrscheibenisoliertglas (MIG) oder VG/VSG und/oder Druck mit Orientierung zur Folie
- Bedruckung auf Position 1 für Außenanwendung

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

## 5.1.2 Erläuterungen/Hinweise/Begriffe

### 5.1.2.1 Allgemeines

Die Emailfarbe besteht aus anorganischen Stoffen, die für die Farbgebung verantwortlich sind und die geringen Schwankungen unterliegen. Diese Stoffe sind mit Glasfluss vermengt. Während des thermischen Vorspannprozesses (ESG, ESG-H 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 Auftragsart entscheidend für den Farbeindruck. Ein Sieb- bzw. Digitaldruck bringt auf Grund des dünnen Farbauftrages weniger Deckkraft der Farbe 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 emailliert 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. Diese Merkmale können bei Hinterleuchtung der Scheiben sichtbar werden. Es muss berücksichtigt werden, dass bei transluzenten Farben ein direkt auf die Rückseite (Farbseite) aufgebracht Medium (Dichtstoffe, Paneelkleber, Isolierungen, Halterungen usw.) durchscheinen kann.

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

Wenn bedruckte Scheiben zusätzlich mit Funktionsschichten zum u. a. Sonnenschutz und/oder zur Wärmedämmung versehen werden, sind die entsprechenden Normen und Richtlinien für die Beurteilung der visuellen Qualität des Endproduktes (Kapitel 9) zu beachten. U. a. EN 1096 und/oder die zuvor genannten Richtlinien für Glas im Bauwesen. Die bedruckte Fläche wird nach dieser Richtlinie beurteilt.

der Regel farbfrei. Die Einbausituation ist deshalb vorher mit dem Hersteller abzustimmen. Optional kann das Aufbringen der Emailfarbe mittels Sprühpistole geschehen.

### 5.1.2.2 Gießverfahren

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

Der „Farbüberschlag“ an den Kanten ist wesentlich größer als beim Rollercoating-Verfahren und nur mit hohem Aufwand zu vermeiden. Werden farbfreie Sichtkanten gewünscht, muss dies bei der Bestellung angegeben werden.

## 5.1.2.2 Verfahren

### 5.1.2.2.1 Rollercoating-Verfahren

Die plane Glasscheibe wird unter einer gerillten Gummiwalze durchgefahren, die die Emailfarbe auf die Glasoberfläche überträgt. Dadurch wird eine gleichmäßige homogene vollflächige Farbverteilung gewährleistet.

Typisch ist, dass die gerillte Struktur der Walze zu sehen ist (Farbseite). Im Normalfall sieht man diese „Rillen“ jedoch von der Vorderseite (durch Glas betrachtet – Betrachtungsweise siehe Kapitel 5.1.3) kaum. Gewalzte Emailgläser sind in der Regel nicht für den Durchsichtbereich geeignet, so dass diese Anwendungen unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen sind. Es kann ein so genannter „Sternenhimmel“ (sehr kleine Fehlstellen) in der Emaille entstehen.

Verfahrensbedingt ist ein „Farbüberschlag“ an allen Kanten möglich, der insbesondere an den Längskanten (in Laufrichtung der Walzanlage gesehen) leicht wellig sein kann. Die Kantenfläche bleibt jedoch in

#### 5.1.2.2.3 Siebdruckverfahren

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

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

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

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

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

#### 5.1.3 Prüfung

Generell ist bei der Prüfung die Aufsicht durch das Glas auf die Emaillierung maßgebend, dabei dürfen die Beanstandungen nicht besonders markiert sein.

Die Prüfung der Verglasung ist aus einem Abstand von mindestens 3 m Entfernung und senkrechter Betrachtungsweise bzw. einem Betrachtungswinkel von max. 30° zur Senkrechten vorzunehmen. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung vor einem einfarbigen, opaken Hintergrund. Bei vorher vereinbarten speziellen Anwendungen sind diese als Prüfbedingungen anzuwenden.

Bei der Anwendung als VG/VSG ist bei der Lage- und Designtoleranz gegebenenfalls noch die Toleranz resultierend aus dem Versatz zu beachten.

Je nach Muster kann es bei Motiven, die im Siebdruckverfahren aufgebracht werden, zu einem so

#### 5.1.2.2.4 Digitaldruckverfahren

Die keramische Farbe wird mit einem Verfahren, dessen Prinzip einem Tintenstrahldrucker ähnlich ist, direkt auf die Glasoberfläche aufgebracht, wobei die Dicke des Farbauftrages variieren kann. Der Farbauftrag ist dabei dünner als beim Rollercoating-, Gieß- oder Siebdruckverfahren und erscheint je nach gewählter Farbe deckend oder durchscheinend.

Eine hohe Druckauflösung bis zu 360 dpi ist derzeit möglich.

Typisch für den Fertigungsprozess sind gering sichtbare Streifen in Druckrichtung. Diese sind fertigungstechnisch nicht vermeidbar. Die Scheibenkanten bleiben beim Digitaldruck in der Regel farbfrei, können jedoch im Saumbereich 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.

genannten „Moiré“ kommen. Der Moiré-Effekt (von frz. *moirer* „moirieren; marmorieren“) macht sich bei der Überlagerung von regelmäßigen feinen Rastern durch zusätzliche scheinbare grobe Raster bemerkbar. Deren Aussehen ist den sich ergebenden Mustern ähnlich, die Mustern aus Interferenzen ähnlich sind. Dieser Effekt ist physikalisch bedingt.

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.

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

## 5.1.3.1 Fehlerarten / Toleranzen für emaillierte Gläser

Fehlerarten/Toleranzen für vollflächig bzw. teilflächig emaillierte Gläser		
Fehlerart	Zulässige Fehler	
punktförmige Stellen im Emaille *	Ø 0,5 - 1,0 mm, max. 3 Stück/m <sup>2</sup> mit Abstand $\geq$ 100 mm Ø 1,0 - 2,0 mm, max. 2 Stück/Scheibe	
Haarkratzer und eingebrannte Fremdkörper	zulässig bis 10 mm Länge	
Wolken **	unzulässig	
Wasserflecken	unzulässig	
Farbüberschlag an den Kanten	Bei gerahmten Scheiben und bei Bohrungen, die mit zusätzlichen, mechanischen Halterungen oder Abdeckungen versehen sind, zulässig, 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> Verfahrensbedingt können beim Digitaldruck nur aus der Nähe erkennbare kleinste Farbspritzer im unmittelbaren Bereich der Druckkanten auftreten.	
Unbedruckter Glasrand	Siebdruck und Digitaldruck zulässig bis 2 mm	
Linienförmige Strukturen im Druck	zulässig	
Email-Lagetoleranz (a) *** s. Abb. 20	Scheibengröße $\leq$ 2000 mm: $\pm$ 2,0 mm Scheibengröße $\leq$ 3000 mm: $\pm$ 3,0 mm Scheibengröße $>$ 3000 mm: $\pm$ 4,0 mm	
Toleranz der Abmessung bei Teilemaillierung (b) s. Abb. 20	Kantenlänge der Druckfläche $\leq$ 1000 mm $\leq$ 3000 mm $>$ 3000 mm	Toleranzbereich $\pm$ 2,0 mm $\pm$ 3,0 mm $\pm$ 4,0 mm
Designgeometrie (c) (d) s. Abb. 20	In Abhängigkeit der Größe Kantenlänge der Druckfläche $\leq$ 30 mm $\leq$ 100 mm $\leq$ 500 mm $\leq$ 1000 mm $\leq$ 2000 mm $\leq$ 3000 mm $>$ 3000 mm	Toleranzbereich $\pm$ 0,8 mm $\pm$ 1,0 mm $\pm$ 1,2 mm $\pm$ 2,0 mm $\pm$ 2,5 mm $\pm$ 3,0 mm $\pm$ 4,0 mm
Farbabweichungen	Die Beurteilung der Farben erfolgt durch das Glas (Emailfarbe auf Position 2).  Farbabweichungen im Bereich von $\Delta E \leq 5$ (Float) bzw. $\Delta E \leq 4$ (Weißglas) bei der gleichen Glasdicke sind zulässig (siehe auch Kapitel 5.1.4).	

\* Fehler  $\leq$  0,5 mm („Sternenhimmel“ oder „Pinholes“ = kleinste Fehlstellen im Emaille) sind zulässig und werden generell nicht berücksichtigt. Die Ausbesserung von Fehlstellen mit Emailfarbe vor dem Vorspannprozess bzw. mit organischem Lack nach dem Vorspannprozess ist zulässig. Organischer Lack darf nicht im Bereich der Randabdichtung von Isolierglas verwendet werden.

\*\* Bei feinen Dekoren (Rasterung mit Teilflächen kleiner 5 mm) kann ein so genannter Moiré-Effekt auftreten.

Aus diesem Grunde ist eine Abstimmung mit dem Hersteller erforderlich.

\*\*\* Die Email-Lagetoleranz wird vom Referenzpunkt aus gemessen, der mit dem Hersteller abzustimmen ist.

Tabelle 15: Fehlerarten/Toleranzen für emaillierte Gläser

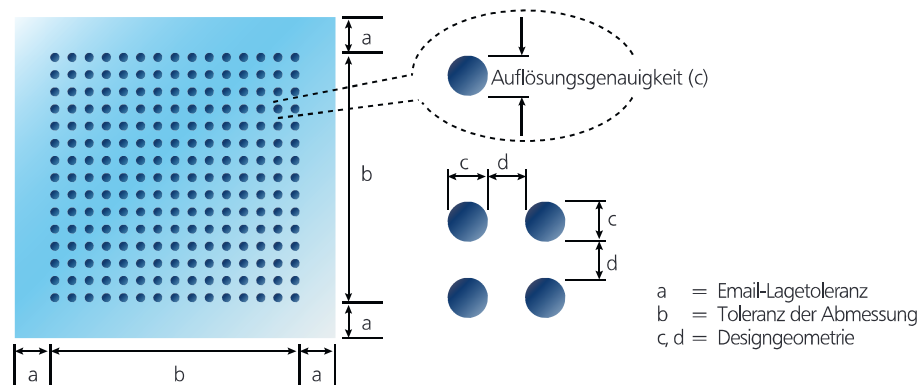


Abbildung 20: Lage- und Designtoleranzen bei bedruckten Gläsern

Für geometrische Figuren oder so genannte Lochmasken unter 3 mm Größe oder Verläufe von 0 – 100 % gelten folgende Anmerkungen:

- 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.

#### 5.1.4 Beurteilung des Farbeindrucks

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

Auf Grund nachfolgend genannter Einflüsse kann unter bestimmten Licht- und Betrachtungsverhältnis-

sen ein erkennbarer Farbunterschied zwischen zwei emaillierten Glastafeln vorherrschen, der vom Betrachter sehr subjektiv als „störend“ oder auch „nicht störend“ eingestuft werden kann.

##### 5.1.4.1 Art des Basisglases und Einfluss der Farbe

Die Eigenfarbe des Glases, die wesentlich von der Glasdicke und der Glasart (z. B. gefärbte Gläser, eisenarme Gläser usw.) abhängt, führt zu einem veränderten Farbeindruck der Emaillierung (Emaillierung Pos. 2). Zusätzlich kann dieses Glas mit unterschiedlichsten 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.

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

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

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

#### 5.1.4.3 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 Isolierglaseinheiten in einem Gebäude mit normaler Einbausituation dar.

Entsprechend der Variation von natürlichem Licht, der Position des Betrachters mit dem Betrachtungswinkel und dem Abstand, Umgebungsfarbe, Farbneutralität und Reflexionsgrad der Oberfläche sind die Toleranzwerte nur als Orientierung zu verwenden.

Alle Umstände sollten vor Ort, beim entsprechenden Objekt individuell 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 cha-

rakterisierte 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.

Der grundsätzliche Ablauf ist nachfolgend definiert:

- Bemusterung einer oder mehrerer Farben
- Auswahl einer oder mehrerer Farben. Festlegung von Toleranzen je Farbe durch den Kunden. Dafür zu Grund 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 innerhalb eines Auftrags sollte einmal und nicht in Teilbestellungen erfolgen.

### 5.1.5 Sonstige Hinweise

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

EN 12150  
EN 1863  
EN 14179  
EN 14449

- Emaillierte und bedruckte Gläser mit anorganischen Farben können nur in Ausführung Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG oder ESG-H) oder teilvorgespanntes Glas (TVG) hergestellt werden.

- Ein nachträgliches Bearbeiten der Gläser, egal welcher Art, beeinflusst die Eigenschaften des Produktes unter Umständen wesentlich und ist nicht zulässig.
- Emaillierte Gläser können als monolithische Scheibe verwendet oder zu VSG und MIG verarbeitet werden. Die vorgeschriebene Kennzeichnung der Scheiben erfolgt normgerecht.
- Emaillierte Scheiben können unter Einwirkung von Feuchtigkeit korrodieren und sind deshalb beim Transport und der Lagerung vor Feuchtigkeit zu schützen.

## 5.2 Witterungsbeständigkeit von emaillierten und bedruckten Verglasungen

Die Witterungsbeständigkeit von emaillierten und bedruckten Verglasungen wird wesentlich durch Umweltbedingungen (z. B. Einbau in urbanen Ballungszentren oder in Meeresnähe) beeinflusst.

Abhängig von der Bewitterung und Luftverunreinigung durch aggressive Stoffe wie  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{Cl}$  und Flugstaub können Glas- und Glasemailoberflächen schon nach wenigen Monaten verhält-

nismäßig unansehnlich werden (Glanzverlust der Farboberfläche).

Der Einsatz im Nassbereich wie z. B. in Duschen oder Schwimmbädern wird abgelehnt. Aufgrund der permanenten Einwirkung im sauren Medium ist ein rascher Angriff der keramischen Farbe auf der Glasoberfläche zu erwarten.



## 6 Verbund- und Verbundsicherheitsglas

Die Anforderungen an die Qualität gelten für planes Verbund- und Verbundsicherheitsglas im Bauwesen nach EN 14449.

Folgende Basisprodukte kommen bei der VG/VSG-Herstellung zur Anwendung:

- Floatglas: EN 572 Teil 2
- Gezogenes Flachglas: EN 572 Teil 4
- Ornamentglas: EN 572 Teil 5
- ESG: EN 12150 Teil 1
- ESG heißgelagert: EN 14179 Teil 1
- TVG: EN 1863 Teil 1
- Sonstige Flachgläser

Dieses kann

- farblos oder gefärbt,
- transparent, transluzent, opak oder opal,
- beschichtet oder emailliert,
- oberflächenbehandelt, z. B. gesandstrahlt oder geätzt sein.

Die Zwischenschichten z. B. Polyvinylbuteral-(PVB-)Folie können:

- farblos oder gefärbt,
- transparent, transluzent oder opak sein.

### 6.1 Nenndicken

#### 6.1.1 Dickentoleranz

Die Grenzabmaße der Dicke von Verbundglas dürfen die Summe der Grenzabmaße der einzelnen Glasscheiben, die in den Basisglasnormen (z. B. EN 572-2) definiert sind, nicht überschreiten.

Wenn die Gesamtdicke der Zwischenschicht  $\leq 2$  mm ist, gilt ein zusätzliches Grenzabmaß von  $\pm 0,1$  mm. Bei zusätzlichen Folienlagen ist für Zwischenschichten  $> 2$  mm ein Grenzabmaß von  $\pm 0,2$  mm zu berücksichtigen.

Nenndicke Standard PVB-Folie: 0,38 mm und 0,76 mm. Die Nenndicken weiterer oder anderer Folien können davon abweichen (z. B. Schallschutzfolien mit 0,5 mm oder SentryGlas® 0,89 mm).

#### 6.1.2 Dickenmessung

Die Dicke der Scheibe ist als der Mittelwert der Messungen in der Mitte aller Seiten zu berechnen. Die Messungen sind mit einer Messunsicherheit von 0,01 mm durchzuführen, und der Mittelwert wird dann auf 0,1 mm gerundet.

#### Beispiel:

Ein Verbundglas, hergestellt aus zwei Floatglasscheiben mit einer Nenndicke von 3 mm und einer Folien- Zwischenschicht von 0,5 mm. Das Grenzabmaß beträgt bei Floatglas mit 3 mm Nenndicke  $\pm 0,2$  mm und das Grenzabmaß der Folien-Zwischenschicht  $\pm 0,1$  mm. Deshalb betragen die Nenndicke 6,5 mm und das Grenzabmaß  $\pm 0,5$  mm.

Die auf 0,1 mm gerundeten Einzelmessungen müssen auch innerhalb der Grenzabmaße liegen.

Bei Verbundglas mit Ornamentglas müssen die Messungen mit einem Dickenmessgerät mit Messteller durchgeführt werden.

### 6.2 Grenzabmaße der Breite und der Länge

Die Glasscheibe darf nicht größer sein als das Nennmaß vergrößert um das obere Grenzabmaß (t) und

nicht kleiner sein als das Nennmaß verringert um das untere Grenzabmaß (t), siehe Abbildung 21.

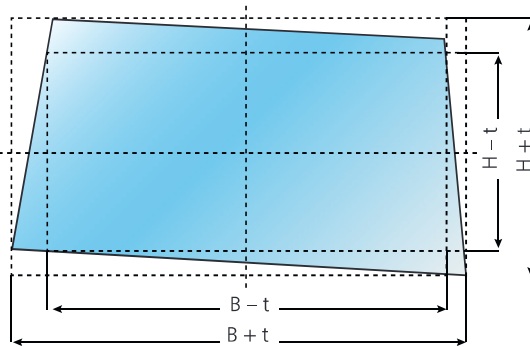


Abbildung 21: Grenzabmaße für Maße rechtwinkliger Scheiben

Die Rechtwinkligkeit rechteckiger Glasscheiben wird mithilfe der Differenz zwischen den Diagonalen angegeben. Die Differenz zwischen den beiden Diagonalen darf nicht größer als das Grenzabmaß für die Diagonalendifferenz nach Tabelle 16 sein.

Sofern ein Bestandteil des Verbundglases ein thermisch vorgespanntes Glas ist, muss die Tabelle 17 berücksichtigt werden.

	Grenzabmaße (t) in mm der Breite (B) oder Länge (H) aus nicht vorgespanntem Glas						
Kantenausführung	geschnitten und gesäumt			maßgeschliffen, geschliffen oder poliert und Gehrungsschliff			Diagonaldifferenz (v) [mm]
Elementdicke (mm) Festmaße	≤ 6 mm	8 mm bis 12 mm	> 12 mm	≤ 26	≤ 40	> 40	
≤ 2000	± 1,0	± 1,0	± 2,0	+ 1,0 - 2,0	+ 1,0 - 3,0	+ 1,0 - 3,0	≤ 1,0
2000 mm bis 3500 mm	± 2,0	± 2,0	± 3,0	+ 1,0 - 3,0			≤ 2,0
3500 mm bis 5000 mm	–	± 3,0					≤ 3,0
> 5000 mm	–	± 4,0	± 4,0	–	–	–	≤ 4,0

Tabelle 16: Grenzabmaße der Breite und der Länge für VG und VSG aus nicht vorgespanntem Glas in Anlehnung an EN ISO 12 543 Teil 5

	Grenzabmaße (t) in mm der Breite (B) oder Länge (H) aus thermisch vorgespanntem Glas				
Kantenausführung	gesäumt			maßgeschliffen, geschliffen oder poliert	Diagonaldifferenz (v) [mm]
Elementdicke (mm) Festmaße	≤ 6 mm	8 mm bis 12 mm	> 12 mm	generell	
≤ 2000	± 1,0	± 2,0	± 3,0	± 2,0	≤ 1,0
2000 mm bis 3500 mm	± 2,0	± 2,0	± 3,0		≤ 2,0
3500 mm bis 5000 mm	–	± 3,0		+ 3,0 – 2,0	≤ 3,0
> 5000 mm	–	± 4,0	± 4,0	+ 4,0 – 2,0	≤ 4,0

Tabelle 17: Grenzabmaße der Breite und der Länge für VG und VSG aus thermisch vorgespanntem Glas in Anlehnung an EN ISO 12 543 Teil 5

Die oben angegebenen Grenzabmaße gelten nicht für feuerwiderstandsfähiges Verbundglas und feuerwiderstandsfähiges Verbund-Sicherheitsglas.

In diesen Fällen müssen die Grenzabmaße mit AGC INTERPANE festgelegt werden.

## 6.3 Versatztoleranz

Die Einzelscheiben können sich aus fertigungstechnischen Gründen gegeneinander verschieben. Jeder

Versatz muss in den Grenzabmaßen der Tabellen 16 und 17 enthalten sein.

### 6.3.1 VG und VSG aus nicht vorgespanntem Glas

Versatztoleranzen treten nur bei Gläsern mit Schnitt- oder gesäumten Kanten auf und liegen innerhalb

der Toleranzen der Breite und Länge (Tabelle 16).

### 6.3.2 VG und VSG aus thermisch vorgespanntem Glas

Versatztoleranzen (d) treten bei allen für diese Produkte möglichen Kantenbearbeitungen auf und sind in nachfolgender Tabelle angegeben. Breite (B) und

Länge (H) müssen getrennt betrachtet werden und innerhalb der Grenzabmaße (t) laut Tabelle 17 liegen.

Nennmaß (B) bzw. (H) [mm]	Max. zulässiger Versatz (d) [mm]
$B, H \leq 1000$	2,0
$1000 < B, H \leq 2000$	3,0
$2000 < B, H \leq 4000$	4,0
$B, H > 4000$	6,0

Tabelle 18: Größter zulässiger Versatz (d)

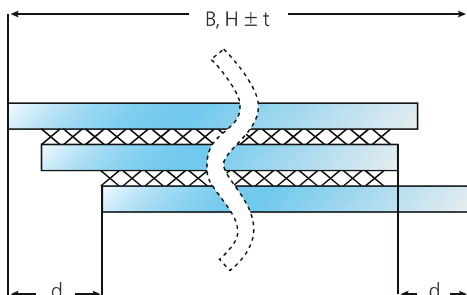


Abbildung 22: Versatz

## 6.4 Kennzeichnung

**VG und VSG Festmaße können gekennzeichnet sein. Mehrfachkennzeichnungen sind möglich. Die Kennzeichnung muss lesbar und dauerhaft sein. Ob eine Kennzeichnung gewünscht ist, muss bei der Bestellung angegeben sein.**

Bei VSG-Kombinationen aus ESG, ESG mit Heat Soak Test oder TVG-Gläsern wird mindestens eine der beiden thermisch vor- oder teilvorgespannten Scheiben mit einem entsprechenden Stempel versehen.

## 6.5 Durchschuss- und explosionshemmende Gläser

Verbundsicherheitsgläser mit durchschuss- und explosionshemmender Eigenschaft müssen entsprechend AVCP-System 1 gekennzeichnet werden.

## 6.6 Beurteilung der visuellen Qualität von VG und VSG

Grundlage für die Beurteilung der visuellen Qualität ist die EN ISO 12543-6: „Aussehen“.

Die Beschreibung der zu bewertenden Flächen des fertig bearbeiteten VG bzw. VSG erfolgt nach EN ISO 12543-6.

Ergänzend dazu gilt Kapitel 9 die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“. Die Prüfung erfolgt nach dieser Richtlinie.

### 6.6

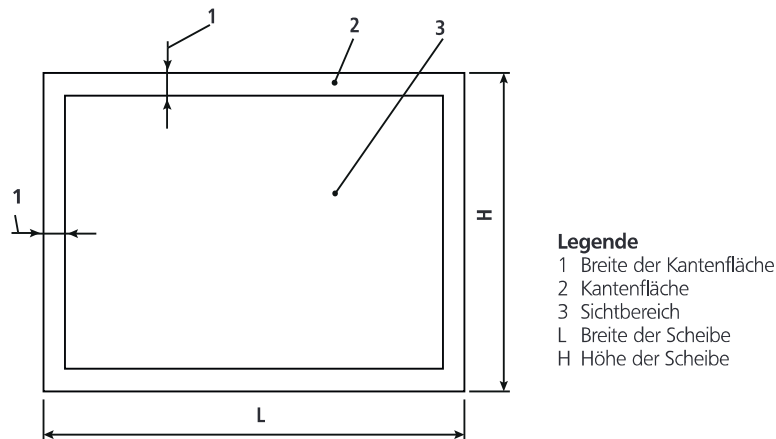


Abbildung 23: Definition der Zonen im VG und VSG

### 6.6.1 Fehler in der Kantenfläche bei gerahmten Glaskanten

Die Kantenfläche ist nach der „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ zu prüfen und darf keine Fehler enthalten, die 5 mm im Durchmesser oder 5 % der Kantenfläche überschreiten. Für Scheibengrößen mit einer

Fläche kleiner 5 m<sup>2</sup> beträgt die Breite der Kantenfläche 15 mm. Die Breite der Kantenfläche wird für Scheiben mit einer Fläche größer als 5 m<sup>2</sup> auf 20 mm vergrößert.

### 6.6.2 Verbundglas mit freiliegender Glaskante

Für Anwendungsbereiche mit freiliegender Glaskante dürfen Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas nur mit

- gesäumter Kante,
- geschliffener Kante,
- polierter Kante oder
- Gehrungskante

verwendet werden.

Die gewünschte Kantenqualität ist bei der Bestellung vorzugeben. Optische Effekte an der Abstellkante sowie Folienreste im Saumbereich und Folienüberstände bei VSG-Festmaßen sind fertigungstechnisch nicht vermeidbar. Bei Außenverglasungen mit permanenter Feuchtebelastung der Folie an der Glaskante können in einer Randzone von un-

gefähr 15 mm optische Veränderungen auftreten. Diese Veränderungen sind zulässig. Um diesen optischen Effekt zu unterbinden, ist die Konstruktion so auszuführen, dass eine permanente Feuchtebelastung der Folie auf der Glaskante konstruktiv oder durch eine ausreichende Belüftung vermieden wird. Im Bereich von Vordächern kann dies z. B. durch eine Ausführung in Form eines Stufenverbund-Sicherheitsglases erfolgen.

Um die Eigenschaften des Verbundglases über den gesamten Nutzungszeitraum zu erhalten, ist eine fachgerechte Reinigung der Glaskanten in geeigneten Zeitintervallen Voraussetzung.

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

### 6.6.3 Punktförmige Fehler in der Sichtfläche

Bei Überprüfung nach der „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ ist die Zulässigkeit von punktförmigen Fehlern abhängig von:

- der Größe des Fehlers;
- der Häufigkeit des Fehlers;
- der Größe der Scheibe;
- der Anzahl der Scheiben als Bestandteile des Verbundglases.

Die Anzahl zulässiger Fehler in einer Scheibe muss den Angaben in Tabelle 19 entsprechen. Fehler, die kleiner als 0,5 mm sind, müssen nicht berücksichtigt werden.

Fehler größer als 3 mm sind unzulässig.

*Anmerkung: Die Zulässigkeit von punktförmigen Fehlern in Verbundglas ist unabhängig von der Dicke des einzelnen Glases.*

Fehlergröße (d) in mm		0,5 < d ≤ 1,0	1 < d ≤ 3			
Scheibengröße (A) [m²]		für alle Größen	A ≤ 1	1 < A ≤ 2	2 < A ≤ 8	A > 8
Anzahl der zulässigen Fehler	2-scheibig	Keine Begrenzung, jedoch keine Anhäufung von Fehlern	1	2	1 / m²	1,2 / m²
	3-scheibig		2	3	1,5 / m²	1,8 / m²
	4-scheibig		3	4	2 / m²	2,4 / m²
	≥ 5-scheibig		4	5	2,5 / m²	3 / m²

ANMERKUNG: Eine Anhäufung von Fehlern entsteht, wenn mehr als zwei Fehler in einem Abstand von < 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 mehrscheibigem Verbundglas.

Tabelle 19: Zulässige punktförmige Fehler im VG und VSG

### 6.6.4 Lineare Fehler in der Sichtfläche

Bei Überprüfung nach der „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“

müssen lineare Fehler den Angaben in Tabelle 27 entsprechen.

### 6.6.5 Farbfolien

Bei Farbfolien und matten PVB-Folien kommt es im Laufe der Zeit bedingt durch Witterungseinflüsse (z. B. UV-Strahlung) zu Farbintensitätsverlusten. Daher können bei Nachlieferungen mehr oder weniger

visuell wahrnehmbare Farbunterschiede zu bereits eingebauten Gläsern des gleichen Typs vorhanden sein. Dies stellt keinen Reklamationsgrund dar.

### 6.6.6 VSG mit Stufen

Grundsätzlich werden bei allen VSG-Gläsern mit Stufe im Bereich der Stufe die Folienüberstände abgeschnitten. Bei zweischiebigen VSG-Elementen ist diese generell durchführbar und zu vereinbaren.

Bei VSG-Gläsern, die aus drei oder mehr Gläsern bestehen und bei denen die mittlere(n) Scheibe(n) zu den äußeren Gläsern zurückversetzt ist (sind), wird die Folie abgeschnitten, wenn die Stufenbreite gleich der Glasstärke der Mittelscheibe ist bzw. die Stufentiefe gleich den Glasdicken der Mittelscheiben ist. Bei allen anderen Stufengrößen muss eine Vereinbarung über den Folienrückschnitt erfolgen.

Soweit die Entfernung der Folie wie beschrieben und in Abbildung 24 gezeigt möglich ist, sind Rückstände dennoch produktionstechnisch nicht gänzlich zu vermeiden und stellen keinen Reklamationsgrund dar. Bei allen Stufenausbildungen, die abweichend von der oberen Beschreibung ausgeführt werden, können Folienreste bei den Stufen nicht entfernt werden. Dies stellt keinen Reklamationsgrund dar.

Produktionsbedingt sind Folienrückstände an den Glaskanten vorhanden, diese können an der Abstellkante durch Auflagerpunkte deformiert sein und stellen keinen Reklamationsgrund dar.

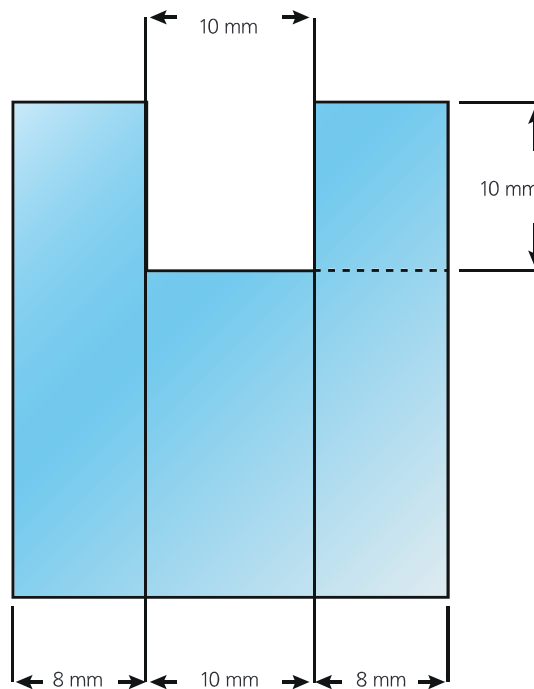


Abbildung 24: VSG mit Stufen-Rückschnitt

## 7 Beschichtetes Glas nach EN 1096

### 7.1 Farbgleichheit

(nach „Code of Practice“, Ausgabe Januar 2005, GEPPV – European Association of Flat Glass Manufacturers; Original in Englisch)

#### 7.1.1 Geltungsbereich

Dieser Leitfaden beschreibt eine Methode zur objektiven Bewertung der Farbe von beschichtetem Fassadenglas gemäß EN 1096-1.

Er zeigt eine Methode zum Messen von Farbunterschieden innerhalb der gleichen Glasscheibe sowie zwischen zwei benachbarten Scheiben der gleichen

Fassade. Spezifische Anforderungen an beschichtetes Glas in Abhängigkeit von der Lichtdurchlässigkeit und Lichtreflexion des Glases werden beschrieben.

Zudem enthält der Leitfaden Hinweise zur Winkelabhängigkeit, Innenreflexion und Transmission.

#### 7.1.2 Einführung

Es ist bekannt, dass Fassaden, in denen beschichtetes Glas verarbeitet ist, verschiedene Farbtöne der gleichen Farbe aufweisen können. Dieser Effekt kann sich noch verstärken, wenn die Fassade unter verschiedenen Blickwinkeln betrachtet wird. Zu den möglichen Ursachen für die Farbunterschiede gehören geringfügige Farbabweichungen im beschichteten Substrat und eine geringfügige Dickenabweichung in der Beschichtung selbst. Weiterhin kann eine geringfügige Dickenabweichung bei hoch-selektiven Beschichtungen zur Farbabweichung führen, die aufgrund der hohen Empfindlichkeit des menschlichen Auges sichtbar wird.

Zweck dieses Dokuments ist es, eine in der Vergangenheit möglicherweise übliche subjektive Herangehensweise zu vermeiden. Punkt 7.1.3 beschreibt ausführlich die Methode zur In-situ-Farbmessung bei beschichtetem Fassadenglas.

Alle gemessenen Werte beziehen sich auf das in die Fassade eingebaute Endprodukt und nicht auf Einzelkomponenten. Es werden nur baugleiche Produkte (z. B. Dicke, Beschichtungsart) verglichen.

#### 7.1.3 In-situ-Farbmessung

##### 7.1.3.1 Allgemeines

Die nachfolgenden Absätze erläutern die an Ort und Stelle angewandten Verfahren zur Messung der Farbe des Glasprodukts.

Kap. 7.1.5 Anhänge A enthalten Informationen zur Wahrnehmung, Quantifizierung und Messung der Farbe.

##### 7.1.3.2 Farbunterschiede innerhalb einer Glasscheibe

Bei Farbunterschieden innerhalb einer Glasscheibe werden die Parameter  $L^*$ ,  $a^*$  und  $b^*$  mit einem Handfarbmessgerät gemessen. Dazu werden in den Bereichen, in denen ein Farbunterschied festgestellt wurde, an jeweils mindestens drei Punkten Messungen durchgeführt. Abbildung 25 zeigt ein Beispiel.

Bei Festmaßen und thermisch vorgespannten Gläsern wird ein unmittelbarer Randbereich von 10 cm nicht in die Bewertung eingeschlossen, da geringfügige farbliche Unterschiede zwischen den Kantenbereichen und der Mitte der Scheiben bestehen können. Weiterhin kann die Farbmessung durch die Nähe zum Rahmen des Isolierglases beeinträchtigt werden.

Die Werte  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  und  $\Delta b^*$  werden basierend auf den Durchschnittswerten für jeden Bereich gemäß der Gleichungen (1), (2) und (3) ermittelt.

$$\begin{aligned}\Delta L^* &= L^*_{\text{(Bereich 2)}} - L^*_{\text{(Bereich 1)}} \quad (1) \\ \Delta a^* &= a^*_{\text{(Bereich 2)}} - a^*_{\text{(Bereich 1)}} \quad (2) \\ \Delta b^* &= b^*_{\text{(Bereich 2)}} - b^*_{\text{(Bereich 1)}} \quad (3)\end{aligned}$$

Die Werte  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  und  $\Delta b^*$  unterliegen den Anforderungen in Abschnitt 7.1.3.4.

Der Wert  $\Delta E^*$  wird nicht ermittelt (siehe Abschnitt 7.1.5.2 A.2).

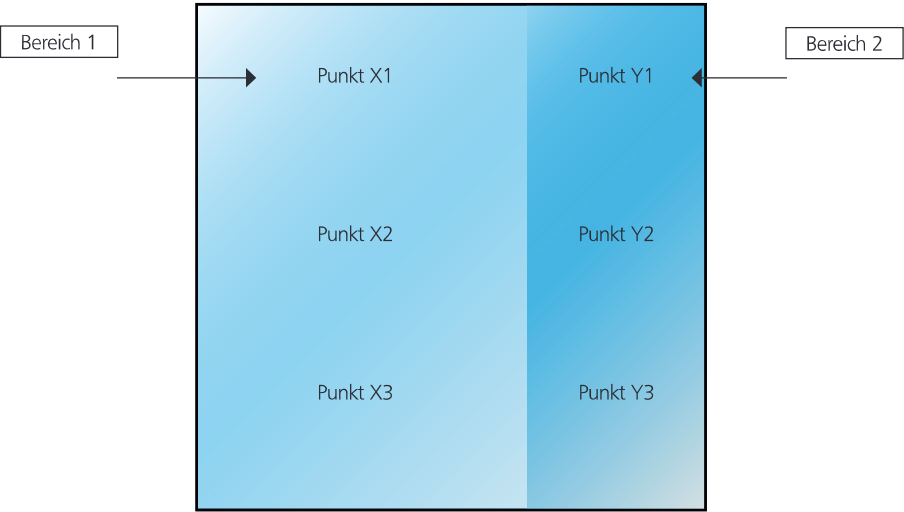


Abbildung 25: Beispiel zur Messung an mindestens drei Punkten in jedem Bereich mit Farbunterschieden

7.1.3.3 Farbunterschiede zwischen zwei benachbarten Scheiben der gleichen Fassade

Bei Farbunterschieden zwischen zwei benachbarten Scheiben werden die Parameter  $L^*$ ,  $a^*$  und  $b^*$  mit einem Handfarbmessgerät gemessen. Bei jeder Scheibe mit Farbunterschied erfolgen die Messungen an mindestens drei Punkten (d. h. entlang einer Diagonale). Abbildung 26 zeigt ein Beispiel.

Anmerkung 1: Die Referenzscheibe kann verglichen werden mit jeder der vier benachbarten Scheiben – oben, unten, links und rechts.

Anmerkung 2: Es sollen nur baugleiche Scheiben der gleichen Glassorte bei identischen Hintergrundverhältnissen und aus gleicher Betrachtungshöhe verglichen werden.

Für jede Scheibe werden die Durchschnittswerte für  $L^*$ ,  $a^*$  und  $b^*$  bestimmt. Tabelle 20 zeigt ein detailliertes Beispiel.

Scheibe Y Y = 1,2,3, ...	L*	a*	b*
Messpunkt 1	$L^*_{Y1}$	$a^*_{Y1}$	$b^*_{Y1}$
Messpunkt 2	$L^*_{Y2}$	$a^*_{Y2}$	$b^*_{Y2}$
Messpunkt 3	$L^*_{Y3}$	$a^*_{Y3}$	$b^*_{Y3}$
Mittelwert	$L^*_{\text{glas Y}} = (L^*_{Y1} + L^*_{Y2} + L^*_{Y3})/3$	$a^*_{\text{glas Y}} = (a^*_{Y1} + a^*_{Y2} + a^*_{Y3})/3$	$b^*_{\text{glas Y}} = (b^*_{Y1} + b^*_{Y2} + b^*_{Y3})/3$

Tabelle 20: Beispiel zur Bestimmung des Durchschnittswertes für  $L^*$ ,  $a^*$  und  $b^*$  für eine Scheibe (z. B. Y)



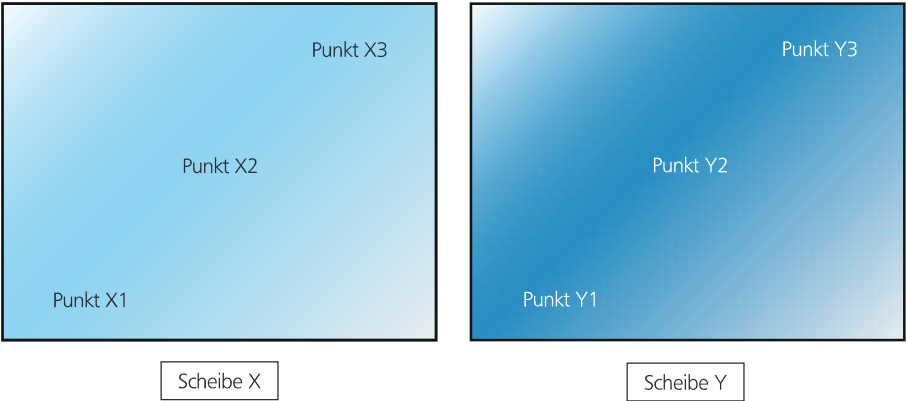


Abbildung 26: Beispiel zur Messung an mindestens drei Punkten in jeder Scheibe mit Farbunterschied

Die Werte  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  und  $\Delta b^*$  werden anhand der Unterschiede zwischen den Werten für jede Scheibe jeweils gemäß der Gleichungen (4), (5) und (6) berechnet.

$$\begin{aligned}\Delta L^* &= L^*_{(\text{Scheibe Y})} - L^*_{(\text{Scheibe X})} & (4) \\ \Delta a^* &= a^*_{(\text{Scheibe Y})} - a^*_{(\text{Scheibe X})} & (5) \\ \Delta b^* &= b^*_{(\text{Scheibe Y})} - b^*_{(\text{Scheibe X})} & (6)\end{aligned}$$

wobei X die Referenzscheibe ist.

Die Werte  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  und  $\Delta b^*$  unterliegen den Anforderungen in Abschnitt 7.1.3.4.

Der Wert  $\Delta E^*$  wird nicht ermittelt (siehe Abschnitt 7.1.5.2 A.2).

**7.1.3.4 Anforderungen an die Farbe**

Die gemäß Abschnitt 7.1.3.2 und 7.1.3.3 ermittelten Werte  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  und  $\Delta b^*$  unterliegen den Anforderungen in Tabelle 21.

$\Delta L^*$	4,0
$\Delta a^*$	3,0
$\Delta b^*$	3,0

Tabelle 21: Anforderungen an Farbe

#### 7.1.4 Sonstiges

##### 7.1.4.1 Winkelabhängigkeiten von Farbe

Die Farbe von Sonnenschutzglas, insbesondere von hochselektivem Glas, variiert mit dem Blickwinkel. Diese Abweichungen können nur im Labor an kleinen Musterscheiben gemessen werden und sollten nicht an Ort und Stelle bestimmt werden.

Folglich wird die farbliche Homogenität einer Fassade nur durch visuelle Betrachtung im Winkel von maximal 45° bewertet. Dies veranschaulicht Abbildung 27.

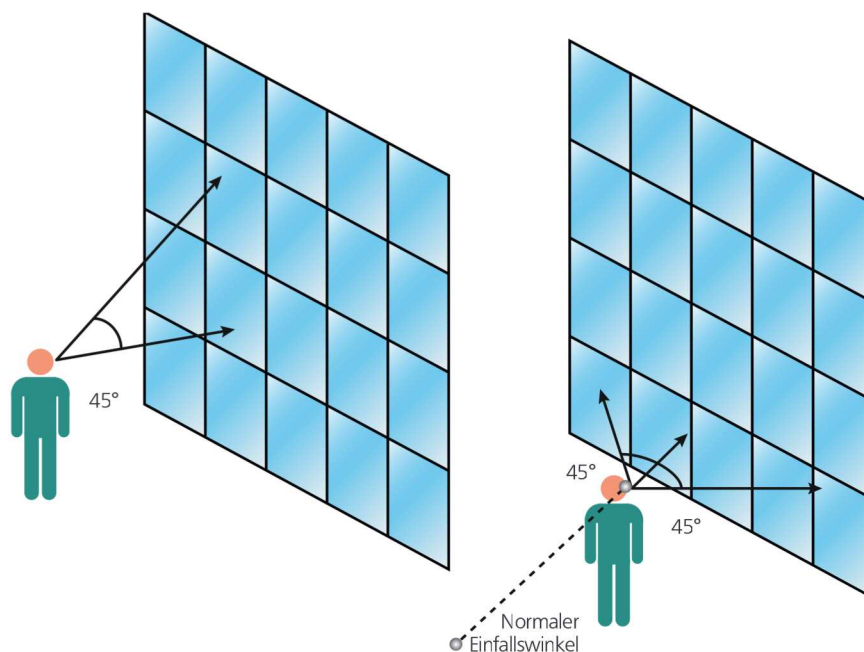


Abbildung 27: Winkelbeschränkung bei der Bewertung der Farbhomogenität

##### 7.1.4.2 Farbe in Reflexion von innen

Farbunterschiede bei Betrachtung von innen gelten nicht als Mangel.

##### 7.1.4.3 Farbe in Transmission

Obwohl Farbunterschiede auch in Transmission wahrgenommen werden können, ist eine In-situ-Messung nicht möglich, da hierfür kein Messgerät zur Ver-

fügung steht. Diese Farbe lässt sich lediglich durch visuelle Betrachtung bewerten.

#### 7.1.5 Anhang A (informativ):

Wahrnehmung, Quantifizierung und Messung der Farbe

### 7.1.5.1 A.1 Farbwahrnehmung

Die Farbwahrnehmung kann sehr subjektiv sein und mit den Eindrücken und der Wahrnehmung der Einzelperson zusammenhängen, da die Empfindlichkeit des menschlichen Auges sehr individuell ist.

Zusätzlich spielt bei der Betrachtung der Farbe einer Fassade von außen eine Vielzahl von Einflüssen eine Rolle, wie

- das Tageslicht (ein trüber oder bewölkter Himmel kann Farbunterschiede zum Vorschein bringen, welche unter direkter Sonneneinstrahlung nicht erkennbar sind)
- Abstand und Betrachtungswinkel
- Art und Farbe der in der Fassade verbauten Pfosten und Riegel

- Abstand zwischen zwei benachbarten Glasscheiben
- das Auge des Betrachters
- die Innenraumbedingungen, z. B. das Fehlen der Innenbeleuchtung im Gebäude (dunkler Hintergrund) kann die Wahrnehmung von Farbunterschieden verstärken
- die Umgebungsbedingungen (z. B. das Vorhandensein anderer Gebäude, die sich im Glas spiegeln können)

Eine Fassade sollte nicht unter Bedingungen betrachtet werden, die nicht repräsentativ für ein Gebäude „in Betrieb“ sind. Andernfalls müssen diese Faktoren bei der Bewertung angemessen berücksichtigt werden.

### 7.1.5.2 A.2 Quantifizierung der Farbe

Wie unter 7.1.5.1 A.1 angemerkt, unterliegt die Bewertung von Farbunterschieden subjektiven Einflüssen. Daher ist es sehr wichtig, die Farbe einer Fassade quantifizieren zu können, um einen von dieser Subjektivität unabhängigen Ansatz zu entwickeln. In der Vergangenheit wurden verschiedene Methoden zur Farbquantifizierung und deren numerischen Darstellung ausgearbeitet, um diese einfacher und präziser zu machen.

Die GEPVP verwendet die  $L^*a^*b^*$ -Farbraum-Methode, welche die CIE 1976 definiert hat. Da die Farbe eines Objekts von der Lichtquelle abhängt, verwendet die GEPVP als Normlichtart D65 (entspricht dem durchschnittlichen Tageslicht) und einen Betrachtungswinkel von  $10^\circ$ .

Der  $L^*a^*b^*$ -Farbraum (auch CIELAB genannt) ist einer der meist verwendeten Farbräume für das Messen der Objektfarbe und wird in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen eingesetzt. Er stellt ein Verfahren zur Bewertung einheitlicher Farbunterschiede im Verhältnis zu visuellen Unterschieden bereit und ermöglicht zudem die Farbquantifizierung.

Dieses kolorimetrische System lässt sich über einen dreidimensionalen Farbraum (siehe Abb. 28) darstellen, in dem jede Farbe mit einem Satz von 3 Koordinaten dargestellt wird:  $L^*$ ,  $a^*$  und  $b^*$ , wobei  $L^*$  die Helligkeit und  $a^*$  und  $b^*$  die Farbwertanteile angeben. Positive  $a^*$  Werte zeigen die rote und negative Werte die grüne Richtung, während positive  $b^*$  Werte die gelbe und negative Werte die blaue Richtung zeigen. Das Zentrum ist achromatisch (d. h. neutral).

Anmerkung: Die Parameter  $L^*$ ,  $a^*$  und  $b^*$  können zur Quantifizierung der Ästhetik einer Fassade

verwendet werden, bei Betrachtung von außen (in Reflexion), oder zur Bewertung der Eigenschaften der Lichttransmission durch eine Glasscheibe.

Die Farbunterschiede können unter Verwendung von Toleranzen bei den Parametern  $L^*$ ,  $a^*$  und  $b^*$ , die jeweils als  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  und  $\Delta b^*$  angegeben sind, quantifiziert und wie in den folgenden Gleichungen berechnet werden:

$$\begin{aligned}\Delta L^* &= L^*_{\text{Objekt 2}} - L^*_{\text{Objekt 1}} \\ \Delta a^* &= a^*_{\text{Objekt 2}} - a^*_{\text{Objekt 1}} \\ \Delta b^* &= b^*_{\text{Objekt 2}} - b^*_{\text{Objekt 1}}\end{aligned}$$

Bei der Farbmessung ist es üblich, auf einen  $\Delta E^*$  Wert zu verweisen, der die  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  und  $\Delta b^*$  Werte kombiniert. Die GEPVP sieht diesen  $\Delta E^*$  Wert für die Bewertung der Glasfarbe jedoch als nicht hinreichend genau an. Deshalb werden nur  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  und  $\Delta b^*$  Werte berücksichtigt.

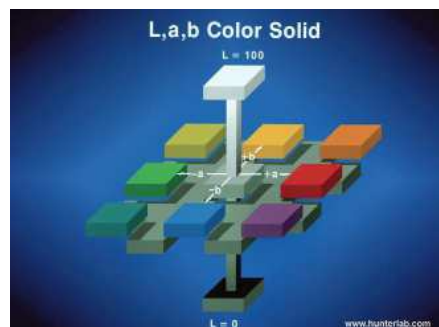


Abbildung 28: Darstellung des dreidimensionalen Farbraums

### 7.1.5.3 A.3 Messen von Farbe

Die Parameter  $L^*$ ,  $a^*$  und  $b^*$  können nicht nur mit Spektrophotometern aus dem Labor sondern auch mit Farbmessgeräten oder Spektralfarbmessgeräten bestimmt werden. Diese Farbmessgeräte können tragbare Geräte sein, die sich für den Vor-Ort-Einsatz gemäß Herstellerangaben eignen. Ob im Labor oder vor Ort verwendet, die Empfindlichkeit dieser Geräte ist vergleichbar mit der des menschlichen Auges.

Um sicherzustellen, dass immer die gleichen Messbedingungen vorherrschen, sollten die Messungen immer mit der gleichen Lichtquelle und dem gleichen Beleuchtungsverfahren erfolgen, egal ob bei Tag oder bei Nacht, in Gebäuden oder im Freien. Dies gewährleistet, dass einfache und präzise Messungen durchgeführt werden, die Zahlenwerte ergeben, die unab-

hängig von äußeren Faktoren sind (wie unter 7.1.5.1 A.1 aufgelistet).

*Anmerkung: Gegenwärtig vor Ort eingesetzte Handfarbmessgeräte eignen sich nur für eine Farbmessung in Reflexion unter einem der Vertikalen entsprechenden Betrachtungswinkel. Laborgeräte können die Eigenschaften von Glasscheiben in Transmission und in Reflexion mit unterschiedlichen Betrachtungswinkeln messen.*

Mitgeladene Unterlagen:

EN 1096-1: Glas im Bauwesen – Beschichtetes Glas  
Teil 1: Definitionen und Klasseneinteilung  
CIE-Publikation Nr. 15: 2004 – Kolorimetrie

## 7.2 Visuelle Beurteilung

Die Beurteilung von Fehlern erfolgt nach EN 1096 Teil 1.

Vorschrift	Einfachglas (EFG) beschichtet	
	EN 1096-1	
Prüfbedingungen	mind. 3 m Abstand; ohne künstliche Beleuchtung; normaler Betrachtungswinkel; Reflexion von außen; Transmission von innen; Prüfdauer max. 20 s	
Zone	Hauptzone	Randzone (5 % d. Breite bzw. Höhe)
Einschlüsse, Blasen, Flecken, Punkte etc.	max. 1 Stück/m <sup>2</sup> : > 2 mm ≤ 3 mm	
	Nestbildung nicht erlaubt	Nestbildung erlaubt, solange nicht im Bereich der Durchsicht
Kratzer bzw. lineare langgestreckte Fehler	> 75 mm nicht erlaubt	> 75 mm erlaubt, wenn Abstand zueinander > 50 mm
	≤ 75 mm erlaubt, so lange lokale Dichte visuell nicht störend ist	
Haarkratzer	siehe Kratzer, da nicht definiert	

Tabelle 22: Beurteilung der visuellen Qualität von beschichtetem Glas nach EN 1096

## 8. Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) nach EN 1279

Ergänzend gelten die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ und die

AGC INTERPANE Verglasungsrichtlinien, Handbuch „Gestalten mit Glas“.

### 8.1 Grenzabmaß / Versatz

Als Grenzabmaß gelten die nachfolgend aufgeführten Toleranzen zuzüglich eines möglichen Versatzmaßes. Dabei ist zu beachten, dass die Grenzabmaße

der Vorprodukte für das Isolierglas ggf. gegenüber den Grenzabmaßen in den zuvor genannten Kapiteln angepasst werden müssen.

Scheibenmaße	Grenzabmaß (t) [mm] für MIG			Versatz (v) (mm)
	≤ 6 mm	8 bis 12 mm	> 12 mm	
≤ 2000 mm	± 2,0	± 2,0	± 3,0	≤ 2,0
2000 mm bis 3500 mm	± 3,0	± 3,0	± 4,0	≤ 3,0
3500 mm bis 5000 mm	–	± 4,0	± 4,0	≤ 4,0
> 5000 mm	–	± 5,0	± 5,0	≤ 5,0

Tabelle 23: Grenzabmaße (t) in mm für MIG

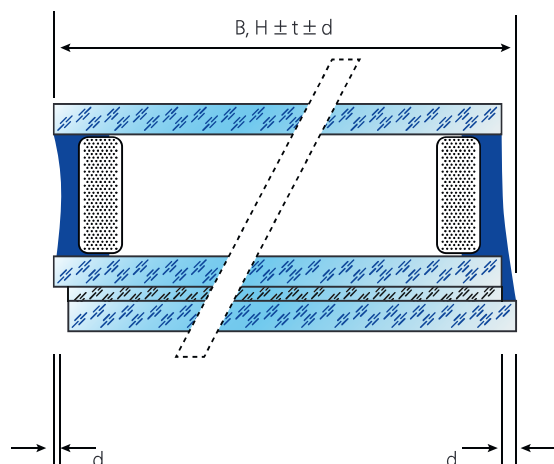


Abbildung 29: Abmessungs-/Versatztoleranz bei 2fach und 3fach-Isolierglas, Rechtecke

Für Sonderformen (Modellscheiben) sind die Toleranzen im Einzelfall festzulegen.

Verklebung von Mehrscheiben-Isolierglas in oder auf Rahmensystemen ist nicht Gegenstand dieses Kapitels.

Für den Einbau von Designgläsern / Ornamentgläsern in die MIG Einheit sollte der Strukturverlauf in Bezug zu einer Kante festgelegt werden.

Maximal- und Minimalmaße sowie maximale Glasdicken und Gewichte sind mit dem jeweiligen AGC INTERPANE Standort abzustimmen.

## 8.2 Randverbund

Die Ausführung des Randverbundes entspricht der Produktbeschreibung ind. Systembeschreibung „AGC INTERPANE Mehrscheiben-Isolierglas“ nach EN 1279.

Der nicht abgedeckte Bereich des Randverbundes ist entsprechend der in Kapitel 9 geführten „Richtlinie zur visuellen Beurteilung für Glas im Bauwesen – 9.1.4.1.3 Bewertung des sichtbaren Bereiches des Isolierglas-Randverbundes, Geradheit der Abstandhalter“ zu beurteilen.

## 8.3 Dickentoleranz am Randverbund

Die tatsächliche Dicke muss an jeder Ecke und in der Nähe der Mittelpunkte der Kanten zwischen den äußeren Glasoberflächen der Einheit gemessen werden. Die Messwerte sind mit einer Genauigkeit von 0,01 mm zu messen und auf 0,1 mm zu runden.

Die Messwerte der Dicken dürfen von der vom Hersteller des Mehrscheiben-Isolierglases angegebenen Nenndicke um nicht mehr als die in der folgenden Tabelle angegebenen Toleranzen abweichen.

	Scheibe	MIG-Dickentoleranz*
Zweifachverglasung	Alle Scheiben Floatglas	$\pm 1,0$ mm
	Mind. eine Scheibe ist laminiert, aus Ornamentglas oder vorgespannt	$\pm 1,5$ mm
Dreifachverglasung	Alle Scheiben sind Floatglas	$\pm 1,4$ mm
	Mind. eine Scheibe ist laminiert, aus Ornamentglas oder vorgespannt	+ 2,8 mm / -1,4 mm

\* Wenn bei entspanntem oder vorgespanntem Glas eine Glaskomponente eine Nenndicke von mehr als 12 mm oder bei Verbundglas eine Nenndicke von 20 mm aufweist, sollte der Hersteller des Mehrscheiben-Isolierglases konsultiert werden.

Tabelle 24: Dickentoleranz von Mehrscheiben-Isolierglas nach EN 1279-1

## 8.4 Randentschichtung

In Abhängigkeit vom Schichtsystem („Low E-Beschichtungen“) wird im Randverbundbereich einer Isolierglaseinheit die Beschichtung in der Regel durch Schleifen weitestgehend entfernt. Dadurch können Bearbeitungsspuren sichtbar werden, so dass sich diese Glasfläche vom nicht entschichteten Bereich unterscheidet. Dies gilt auch für den Glasüberstand bei Stufenisolierglas (s. a. Kapitel 8.7).

Aufgrund des Kontakts von Butyl und Schicht kann es zu einer visuell erkennbaren, farbigen Linie (einer sog. „Colour-Line“) kommen. Je nach Beschich-

tungstyp kann diese als rote, grüne, blaue Linie etc. sichtbar werden. Diese kommt aufgrund des Interferenzschichtsystems zustande. Ebenso kann es zu einer sog. „White Line“ kommen, d. h. zwischen Beschichtung und Primärdichtstoff ist ein klarer Streifen erkennbar, der nicht beschichtet ist. Bei einem Einbau des Isolierglases ohne Randverbundabdeckung sind diese Effekte sichtbar.

Bei einem Standardisolierglas beträgt die Randentschichtung in der Regel 8 mm  $\pm$  2 mm.

## 8.5 Abstandhalter

Zur Anwendung kommen starre Hohlprofil-Abstandhalter und flexible Abstandhalter. Bei den starren Hohlprofil-Abstandhaltern kann die Eckausbildung gebogen, geschweißt oder gesteckt sein. In Abhängigkeit von der Fertigungstechnik können Gasfüllbohrungen im Abstandhalter sichtbar sein. Je nach Abstandhalterttyp, Farbgebung und Eckausbildung sind Unterschiede in der Optik vorhanden.

Eine Kennzeichnung auf dem Abstandhalterprofil ist nach EN 1279 nicht notwendig. Es kann aber im Rahmen zusätzlicher Zertifizierungen (z. B. RAL GGF, IGCC, CEKAL) notwendig werden, eine spezielle Kennzeichnung vorzunehmen.

Die Parallelität sowie der Versatz der Abstandhalter sind in der „Richtlinie zur visuellen Beurteilung für Glas im Bauwesen“ aufgeführt (Kapitel 9).

## 8.6 Stufenisolierglas

Die Maßtoleranzen des Stufenüberstandes bei Isolierverglasungen betragen:

$\pm 3$  mm bei einem Stufenüberstand bis 100 mm und  
 $\pm 4$  mm bei einem Stufenüberstand von 100 mm bis 250 mm.

## 8.7 Silikonantrag bei Glasstufen und Kantenqualität bei Einfachglas und MIG

(nach Kundeninformation E-001\_de)

### 8.7.1 Silikonantrag bei Glasstufen

Bei Mehrscheiben-Isolierglas mit Stufenkante kann diese mit Silikon beschichtet werden. Dieser Silikonantrag (Silikon-Passivierung) wird von Hand verrichtet und stellt daher keinen Ersatz für eine Emailierung einer solchen Stufe dar.

Schlieren oder verunreinigte Glaskanten sind daher in geringem Umfang nicht vermeidbar. Darüber hinaus kann es zu Farbunterschieden zwischen dem verwendeten Sekundärdichtstoff und dem für die Passivierung zur Anwendung kommenden Dichtstoff kommen.

Die Dicke einer solchen Silikonschicht kann innerhalb der gleichen Fläche variieren. Üblicherweise liegt die Produktionstoleranz bei 4 mm absolut.

Wird nichts anderes vorgegeben bzw. vereinbart, wird das 2K-Silikon IG 25 HM + schwarz der Firma SIKA oder das 2K-Silikon Dowsil 3363 der Firma

Dow verwendet. Eine Weiterverarbeitung in Structural Glazing Konstruktionen ist mit Dichtstoffen bzw. Klebstoffen der Firma SIKA bzw. Dow möglich. Es wird das Produkt SG 500 oder Dowsil 993 empfohlen, für die auch entsprechende Zulassungen nach europäischen Richtlinien (EOTA- Richtlinien) vorliegen. Generell sollte hier Rücksprache mit dem entsprechenden Silikonhersteller erfolgen.

Vor der Weiterverarbeitung der MIG muss die Stufe staub-, schmutz- und fettfrei sein.

Der Ersteller des Komplettprodukts (z. B. Fenster, Fassade) ist für den Nachweis der Verträglichkeit der einzelnen Komponenten in direktem oder indirektem Kontakt verantwortlich. Auch der Nachweis einer möglichen Verklebung auf der Stufe liegt in seiner Verantwortung. Er muss auch die notwendigen Nachweise von den einzelnen Herstellern einfordern oder ggf. Tests veranlassen.

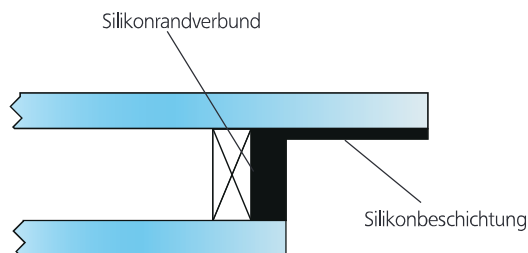


Abbildung 30: Silikonantrag bei Glasstufen

**8.7.2 Kantenqualität**

Bei MIG ist es möglich, dass Rückstände auf den Kanten der Einzelscheiben aufgrund der vorhergehenden Bearbeitungsschritte vorhanden sind (z. B. Dichtstoff auf den Glaskanten, Schichtungsrückstände bei Festmaß-Beschichtungen o. ä.).

Dies ist zu beachten, wenn auf diesen Flächen Verklebungen durchgeführt werden sollen.

AGC INTERPANE empfiehlt daher eine sehr genaue Überprüfung der Klebeflächen vor der Weiterverarbeitung bzw. Abdichtung vor Ort.

Die Kanten müssen staub-, schmutz- und fettfrei sein und ggf. vor der Weiterverarbeitung gereinigt bzw. Schichtungsrückstände entfernt werden. Bitte beachten Sie die Hinweise der Dicht- und Klebstoff Hersteller.

**8.8 Zusätzliche Eingreifsysteme im Randverbund (SG Anwendung)**

Zusätzliche Eingreifsysteme im Randverbund (im Folgenden U-Profile genannt) von Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) stellen eine Sonderlösung im Fassadenbau dar. Bei dieser Art der Verglasung handelt es sich i. d. R. um eine Structural-Glazing (SG) Anwendung, die nach der ETAG 002 (European Technical Approval Guideline) bewertet werden muss.

Sind aber z. B. nur an zwei gegenüberliegenden Kanten U-Profile vorgesehen und sind die beiden anderen Kanten im Sinne der DIN 18008-2 als „Linienförmig gelagerte Verglasungen“ befestigt, kann von einer 2-seitig mechanisch gelagerten Konstruktion und nicht von einer SG Konstruktion ausgegangen werden. Werden aber die beiden Kanten, die durch U-Profile gehalten werden in der Statik berücksichtigt, muss eine entsprechende Dimensionierung des

Randverbunds erfolgen. Unter anderem sollten die folgenden Hinweise beachtet werden. Darüber gelten die AGC INTERPANE Verglasungsrichtlinien.

Bei den Mehrscheiben-Isoliergläsern der Firma AGC INTERPANE mit U-Profilen im Randverbund handelt es sich um kein (geprüftes) SG-System. Es sind funktionierende MIG mit zusätzlichem Eingreifsystem im Randverbund, und diese erfüllen die Anforderungen nach EN 1279-5.

*Grundsätzlich sind die bauordnungsrechtlichen Vorgaben in dem Land zu beachten, in dem die Ausführung des Bauvorhabens erfolgen soll. Es liegen keine Prüfungen oder Nachweise vor, die als Basis für Freigaben bei den entsprechenden Baubehörden vorgelegt werden können.*

**8.8.1 Ausführung mit U-Profilen**

AGC INTERPANE empfiehlt Kurzstücke von 100 mm bis 200 mm Länge einzusetzen. Die max. Länge eines U-Profils sollte 1000 mm nicht überschreiten. Der Abstand der U-Profile zueinander sollte dann  $\geq 5$  mm betragen. Der verbleibende Steg zwischen den U-Profilen wird i. d. R. nach dem Aushärten entfernt.

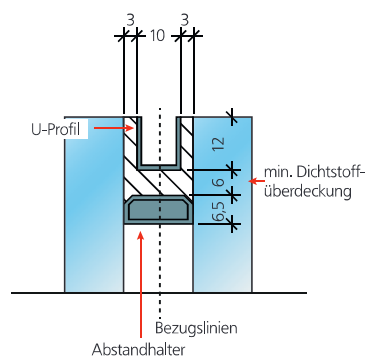
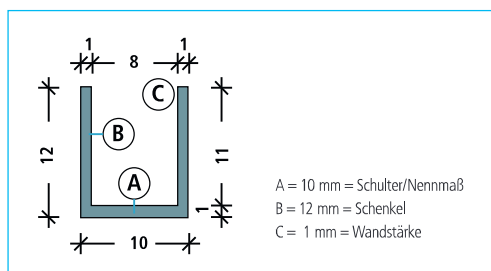
Der Mindestabstand der U-Profile zum Eckbereich der Isoliergläser sollte  $\geq 100$  mm betragen. In Einzelfällen und nach Rücksprache sind auch 50 mm möglich.

Generell empfiehlt AGC INTERPANE für U-Profile an der oberen horizontalen Glaskante das Profil (max. 1000 mm Stück) an den Rand zu setzen, um eine kontinuierliche Entwässerung an den Kanten sicherzustellen.

Zu beachten ist, dass die Längen der resultierenden Reststücke auf ganze 10 mm abgerundet werden. Dies wirkt sich dann auch auf den Abstand des U-Profils (Reststück) zur Glaskante aus und wird von AGC INTERPANE produktionstechnisch ausgemittelt.



Die Dichtstoffüberdeckung (Silikon) zwischen dem Abstandhalter und dem U-Profil muss standardmäßig mit mindestens 6 mm angenommen werden.



- Länge U-Profil **100 mm – 200 mm** nach Angabe
- Mindestabstand von Glaskante zum U-Profil **3 mm**
- Scheibenzwischenraum mind. **16 mm**
- min. Dichtstoffüberdeckung **6 mm**
- Toleranz Positionierung U-Profil  $\pm 2$  mm bezogen auf die **Bezugslinien**
- Lagetoleranz  $\pm 5$  mm

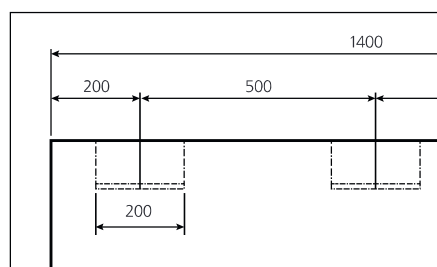


Abbildung 31: Ausführungsbeispiel und Toleranzen von U-Profilen

**Bei Projekten muss immer Rücksprache mit dem INTERPANE Beratungszentrum (IBC) erfolgen!**

Weitere Informationen können der Kundeninformation E-002\_de entnommen werden.

Darüber hinaus gelten die AGC INTERPANE Vergleichsrichtlinien.

Bezüglich der genauen Ausführung und Position der U-Profile muss vor der Bestellung mit dem zuständigen Verkaufsberater Kontakt aufgenommen werden. Erst wenn eine schriftliche Bestätigung über die vereinbarte Ausführung vorliegt, gilt diese von AGC INTERPANE als angenommen.

## 9 Visuelle Beurteilung

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

9

Diese Richtlinie wurde erarbeitet von:

- Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar

- VFF Verband Fenster+Fassade, Frankfurt/Main
- Bundesverband Flachglas e. V., Troisdorf

Stand: März 2019

#### Einführung

Glaserzeugnisse im Bauwesen werden für unterschiedlichste Anwendungen produziert und verarbeitet. Grundsätzlich kann man unterscheiden zwischen Einfachgläsern (eine monolithische Scheibe oder mindestens zwei über einen Verbund zusammengefügte Scheiben) und Mehrscheiben-Isoliergläsern als Kombination mehrerer Einfachgläser mit Scheibenzwischenräumen, für die unterschiedliche spezifische technische Regeln gelten.

Je nach Produkteigenschaften müssen diese Gläser verschiedene Produktionsschritte durchlaufen. Jeder Produktionsschritt kann Einfluss auf die visuelle Qualität der Gläser nehmen.

So gibt es bereits bei der Herstellung des Einfachglases unvermeidbare optische Erscheinungen, die nur

durch visuelle Kontrollen mit Aussondern von fehlerhaften Teilen reduziert werden können. Dies gilt auch für alle nachfolgenden Verarbeitungsschritte.

Diese Richtlinie soll visuelle Qualitäten von Glas beschreiben, die ein akzeptables Kosten-/Nutzenverhältnis erlauben. In jedem Fall wird empfohlen, dass sich Vertragsparteien über das zu liefernde Qualitätsniveau verständigen (z. B. durch eindeutige Vorgabe in einem Leistungsverzeichnis). Die Richtlinie erfüllt mindestens die Anforderungen in Anhang F der EN 1279-1: 2018 und definiert ein Standardqualitätsniveau.

Anforderungen, die über diese Standardqualität hinausgehen, sind gesondert zu vereinbaren.

#### 9.1.1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen (Verwendung in der Gebäudehülle und beim Ausbau von baulichen Anlagen/Bauwerken). Die Beurteilung erfolgt entsprechend den nachfolgend beschriebenen Prüfgrundsätzen mit Hilfe der in der Tabelle nach Abschnitt 9.1.3 angegebenen Zulässigkeiten.

Bewertet wird die im eingebauten Zustand verbleibende lichte Glasfläche. Glaserzeugnisse in der Ausführung mit beschichteten Gläsern, in der Masse eingefärbten Gläsern, Verbundgläsern oder thermisch vorgespannten Gläsern (Einscheiben-Sicherheitsglas, teilvorgespanntes Glas) können ebenfalls mit Hilfe der Tabelle nach Abschnitt 9.1.3 beurteilt werden.

Schaltbare/dimmbare Gläser und Gläser mit eingebauten, beweglichen Vorrichtungen sind im transparenten/hellen Zustand zu bewerten.

Die Richtlinie gilt nicht für Glas in Sonderausführungen, wie z. B. Glaserzeugnisse unter Verwendung von

Ornamentglas, Drahtglas, Sicherheits-Sondergläser (VSG und VG aus mehr als zwei Scheiben), Brandschutzgläser und nicht transparente Glaserzeugnisse. Diese Glaserzeugnisse sind in Abhängigkeit der verwendeten Materialien, der Produktionsverfahren und der entsprechenden Herstellerhinweise zu beurteilen. Eingebaute Elemente im Scheibenzwischenraum (SZR) oder im Verbund werden nicht beurteilt.

Die Bewertung der visuellen Qualität der Kanten von Glaserzeugnissen ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie. Für freie Glaskanten entfällt das Betrachtungskriterium Falzzone; stattdessen gilt mindestens die Beurteilung für Randzone oder gesonderte Vereinbarung. Der geplante Verwendungszweck ist bei der Bestellung anzugeben.

Für die Betrachtung von Glasfassaden in der Außenansicht müssen besondere Bedingungen vereinbart werden.

### 9.1.2 Prüfung

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

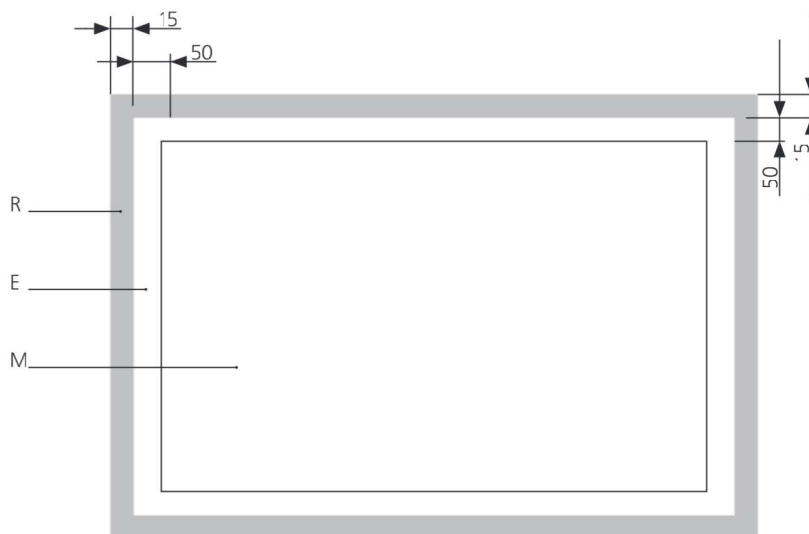
Die Prüfung der Gläser gemäß der Tabelle nach Abschnitt 9.1.3 ist aus einem Abstand von mindestens 1 m von innen nach außen in einer Zeitdauer von bis zu 1 Minute je m<sup>2</sup> und aus einem Betrachtungswinkel, der der allgemeinen Raumnutzung entspricht (im Bereich von Senkrecht bis zu 30° zur Glasfläche), vorzunehmen. Geprüft wird vorzugsweise bei diffusen Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung. Für die Bewertung im Produktionsprozess sind diese Bedingungen zu simulieren.

Die Gläser innerhalb von Räumlichkeiten (Innenverglasungen) sollen bei normaler (diffuser), für die Nutzung der Räume vorgesehener Ausleuchtung, unter einem Betrachtungswinkel vorzugsweise senkrecht zur Oberfläche geprüft werden. Änderungen der Beleuchtung in Räumlichkeiten, z. B. durch die Installation neuer Beleuchtungskörper, können den optischen Eindruck der Gläser verändern.

Eine eventuelle Beurteilung von außen nach innen erfolgt im eingebauten Zustand unter üblichen Betrachtungsabständen. Prüfbedingungen und Betrachtungsabstände aus Vorgaben in Produktnormen für die betrachteten Glaserzeugnisse können hiervon abweichen. Die in diesen Produktnormen beschriebenen Prüfbedingungen sind am Objekt oft nicht einzuhalten.

### 9.1.3 Zulässigkeiten für die visuelle Qualität von Glas für das Bauwesen

#### 9.1.3.1 Zonen für die Beurteilung der visuellen Qualität



**R = Falzzone (engl. rebate):**

Bereich von 15 mm der normalerweise vom Rahmen abgedeckt wird (mit Ausnahme von mechanischen Kantenbeschädigungen keine Einschränkungen – siehe auch Abschnitt 9.1.4.1.3) Für freie Glaskanten entfällt das Betrachtungskriterium Falzzone (s. o.).

**E = Randzone (engl. edge):**

Bereich am Rand der sichtbaren Fläche, mit einer Breite von 50 mm. Für Glaskanten < 500 mm sind 1/10 der Glaskantenlängen als Randzone anzusetzen.

**M = Hauptzone (engl. main):**

Der übrige Bereich.

Abbildung 32: Zoneneinteilung für die visuelle Qualität

### 9.1.3.2 Zulässige Merkmale für Zweischeiben-Isolierglas aus Kombination von Floatglas, ESG, TVG jeweils beschichtet oder unbeschichtet

Zone	Größe der Fehler (ohne Höfe, Ø in mm)	Größe der Scheibe S (m²)			
		S ≤ 1	1 < S ≤ 2	2 < S ≤ 3	S > 3
R	Alle Größen	Uneingeschränkt			
E	Ø ≤ 1	Zulässig sind maximal 2 in einem Bereich mit Ø ≤ 20 cm			
	1 < Ø ≤ 3	4	1 je Meter umlaufender Kantenlänge		
	Ø > 3	Nicht zulässig			
M	Ø ≤ 2	2	3	5	5 + 2 je zusätzlichem m² über 3 m²
		Zulässig ist maximal 1 in einem Bereich mit Ø ≤ 50 cm			
	Ø > 2	Nicht zulässig			

Tabelle 25: Zulässige Anzahl punktförmiger Fehler

Zone	Größe und Art ( $\varnothing$ in mm)	Größe der Scheibe S (m <sup>2</sup> ) ( $\varnothing$ in mm)	
		$S \leq 1$	$S < 5$
R	Alle	Uneingeschränkt	
E	Punkte $\varnothing \leq 1$	Zulässig sind 3 in jedem Bereich mit $\varnothing \leq 20$ cm	
	Punkte $1 \text{ mm} < \varnothing \leq 3$	4	1 je umlaufenden m Kantenlänge
	Flecken $\varnothing \leq 17$	1	
	Punkte $\varnothing > 3$ und Flecken $\varnothing > 17$	Nicht zulässig	
M	Punkte $\varnothing \leq 1$	Zulässig sind 3 in jedem Bereich mit $\varnothing \leq 20$ cm	
	Punkte $1 \text{ mm} < \varnothing \leq 3$	Nicht zulässig	
	Punkte $\varnothing > 3$ und Flecken $\varnothing > 17$	Nicht zulässig	

Tabelle 26: Zulässige Anzahl von Rückständen (Punkte und Flecken)

Zone	Einzellänge (mm)	Summe der Einzellängen (mm)
R	Uneingeschränkt	
E	$\leq 30$	$\leq 90$
M	$\leq 15$	$\leq 45$

Tabelle 27: Zulässige Anzahl von Kratzern

Haarkratzer sind nicht gehäuft erlaubt.

Die Zulässigkeiten erhöhen sich im eingebauten Zustand in den Längen um 25 % der oben genannten Werte. Das Ergebnis wird stets aufgerundet auf volle 5 mm. Vorhandene Störfelder (Hof) dürfen nicht größer als 3 mm sein.

Zulässig in der Falzzone R sind: Außenliegende flache Randbeschädigungen bzw. Muscheln, die die Festigkeit des Glases nicht beeinträchtigen und die Randverbundbreite nicht überschreiten sowie innenliegende Muscheln ohne lose Scherben, die durch Dichtungsmasse ausgefüllt sind.

### 9.1.3.3 Zulässigkeiten für Dreifach-Isolierglas, Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG)

Die Zulässigkeiten der Zone E und M in den Tabellen 25 bis 27 erhöhen sich in der Häufigkeit je zusätzlicher Glaseinheit und je Verbundglaseinheit um 25 %

der oben genannten Werte. Das Ergebnis wird stets aufgerundet.

### 9.1.3.4 Zulässigkeiten für monolithische Einfachgläser

Die Zulässigkeiten der Zone E und M in den Tabellen 25 bis 27 reduzieren sich in der Häufigkeit um 25 %

der oben genannten Werte. Das Ergebnis wird stets aufgerundet.

### 9.1.3.5 Zusätzliche Anforderungen bei thermisch behandelten Gläsern

Für Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) und teilvorgespanntes Glas (TVG) sowie Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG) aus ESG und/oder TVG gilt:

- Die lokale Welligkeit auf der Glasfläche – außer bei ESG aus Ornamentglas und TVG aus Ornamentglas – darf 0,3 mm bezogen auf eine Messstrecke von 300 mm nicht überschreiten.
- Die Verwerfung bezogen auf die gesamte Glaskantenlänge – außer bei ESG aus Ornamentglas

und TVG aus Ornamentglas – darf nicht größer als 3 mm pro 1000 mm Glaskantenlänge sein. Bei quadratischen Formaten und annähernd quadratischen Formaten (bis 1:1,5) sowie bei Einzelscheiben mit einer Nenndicke < 6 mm können größere Verwerfungen auftreten.

Für geklebte Glaskonstruktionen sind in der Regel höhere Anforderungen erforderlich, um die Vorgaben der Zulassung bezüglich Geometrie der Klebefuge einhalten zu können.

## 9.1.4 Weitere visuelle Aspekte zur visuellen Beurteilung von Glas im Bauwesen

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

Eigenschaftswerte von Glaserzeugnissen, wie z. B. Schalldämm-, Wärmedämm- und Lichttransmissionswerte etc., die für die entsprechende Funktion angegeben werden, beziehen sich auf Prüfscheiben nach der entsprechend anzuwendenden Prüfnorm. Bei anderen Scheibenformaten, Kombinationen sowie durch

den Einbau und äußere Einflüsse können sich die angegebenen Werte und optischen Eindrücke ändern.

Die Vielzahl der unterschiedlichen Glaserzeugnisse lässt nicht zu, dass die Tabellen nach Abschnitt 9.1.3 uneingeschränkt anwendbar sind. Unter Umständen ist eine produktbezogene Beurteilung erforderlich. In solchen Fällen, z. B. bei Sonderverglasungen, sind die besonderen Anforderungsmerkmale in Abhängigkeit der Nutzung und der Einbausituation zu bewerten. Bei Beurteilung bestimmter Merkmale sind die produktspezifischen Eigenschaften zu beachten.

### 9.1.4.1 Visuelle Eigenschaften von Glaserzeugnissen

#### 9.1.4.1.1 Eigenfarbe

Alle bei Glaserzeugnissen verwendeten Materialien haben rohstoffbedingte Eigenfarben, die mit zunehmender Dicke deutlicher werden können. Aus funktionellen Gründen werden beschichtete Gläser eingesetzt. Auch beschichtete Gläser haben eine Eigenfarbe. Diese Eigenfarbe kann in der Durchsicht und/oder in der Aufsicht unterschiedlich erkennbar sein.

Schwankungen des Farbeindrucks sind aufgrund des Eisenoxidgehalts des Glases, des Beschichtungsprozesses, der Beschichtung sowie durch Veränderungen der Glasdicken und des Scheibenaufbaus möglich und nicht zu vermeiden.

#### 9.1.4.1.2 Farbunterschiede bei Beschichtungen

Eine objektive Bewertung des Farbunterschiedes bei Beschichtungen erfordert die Messung bzw. Prüfung des Farbunterschiedes unter vorher exakt definierten Bedingungen (Glasart, Farbe, Lichtart). Eine derartige

Bewertung kann nicht Gegenstand dieser Richtlinie sein. (Weitere Informationen dazu finden sich in dem VFF Merkblatt „Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen“.)

## 9.1.4

**9.1.4.1.3 Bewertung des sichtbaren Bereiches des Isolierglas-Randverbundes, Geradheit der Abstandhalter**

Im sichtbaren Bereich des Randverbundes und somit außerhalb der lichten Glasfläche können bei Isolierglas an Glas und Abstandhalterrahmen fertigungsbedingte Merkmale erkennbar sein.

Diese Merkmale können sichtbar werden, wenn der Isolierglas-Randverbund konstruktionsbedingt an einer oder mehreren Seiten nicht abgedeckt ist.

Die zulässigen Abweichungen der Parallelität der/des Abstandhalter(s) zur geraden Glaskante oder zu weiteren Abstandhaltern (z. B. bei Dreifach-Wärmedämmglas) betragen bis zu einer Kantenlänge von:

< 2,5 m	3 mm
2,5 m – 3,5 m	4 mm
> 3,5 m	5 mm

Die Abweichungen dürfen nicht 2 mm je 20 cm Kantenlänge überschreiten.

Wird der Randverbund des Isolierglases konstruktionsbedingt nicht abgedeckt, können typische Merkmale des Randverbundes sichtbar werden, die nicht Gegenstand der Richtlinie sind und im Einzelfall zu vereinbaren sind.

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

**9.1.4.1.4 Isolierglas mit innenliegenden Sprossen**

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

Sichtbare Sägeschnitte sind herstellungsbedingt. Größere Farbablösungen sind im Schnittbereich nicht zulässig.

Abweichungen von der Rechtwinkligkeit und Versatz innerhalb der Feldeinteilungen sind unter Berücksich-

tigung der Fertigungs- und Einbautoleranzen und des Gesamteindrucks zu beurteilen.

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

**9.1.4.1.5 Außenflächenbeschädigung**

Bei mechanischen oder chemischen Außenflächenverletzungen, die nach dem Verglasen erkannt werden, ist die Ursache zu klären. Solche Beanstandungen können auch nach Abschnitt 9.1.3 beurteilt werden.

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

- Technische Richtlinien des Glaserhandwerks
- VOB/C ATV DIN 18361 „Verglasungsarbeiten“

- Produktnormen für die betrachteten Glasprodukte
- Merkblatt zur Glasreinigung, herausgegeben u. a. vom Bundesverband Flachglas e. V.
- Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas, herausgegeben u. a. vom Bundesverband Flachglas e. V.

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

**9.1.4.1.6 Physikalische Merkmale**

Für eine Reihe unvermeidbarer physikalischer Phänomene, die sich in der lichten Glasfläche bemerkbar machen können, können keine Beurteilungskriterien im Rahmen dieser Richtlinie definiert werden.

Dazu zählen:

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

### 9.1.4.2 Begriffserläuterungen

#### 9.1.4.2.1 Interferenzerscheinungen

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

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

#### 9.1.4.2.2 Isolierglaseffekt

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

Auch Mehrfachspiegelungen können unterschiedlich stark an Oberflächen von Glas auftreten.

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

Diese Erscheinung ist eine physikalische Gesetzmäßigkeit.

#### 9.1.4.2.3 Anisotropien

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

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

#### 9.1.4.2.4 Kondensation auf Scheiben-Außenflächen (Tauwasserbildung)

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

kulation, z. B. durch tiefe Laibungen, Vorhänge, Blumentöpfe, Blumenkästen, Jalousetten sowie durch ungünstige Anordnung der Heizkörper, mangelnde Lüftung o. ä. gefördert.

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

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

Die Tauwasserbildung auf der raumseitigen Scheibenoberfläche wird bei Behinderung der Luftzir-

#### 9.1.4.2.5 Benetzbarkeit von Glasoberflächen

Die Benetzbarkeit der Glasoberflächen kann z. B. durch Abdrücke von Rollen, Fingern, Etiketten, Papiermaserungen, Vakuumsaugern, durch Dichtstoffreste, Silikonbestandteile, Glättnmittel, Gleitmittel oder

Umwelteinflüsse unterschiedlich sein. Bei feuchten Glasoberflächen infolge Tauwasser, Regen oder Reinigungswasser kann die unterschiedliche Benetzbarkeit sichtbar werden.

Diese Richtlinie wurde erarbeitet von: Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar · VFF Verband Fenster + Fassade, Frankfurt/Main · Bundesverband Flachglas e. V., Troisdorf.

© Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, VFF Verband Fenster + Fassade und Bundesverband Flachglas e. V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung ist es nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.



## 9.2

## 9.2 Visuelle Beurteilung von Ornamentgläsern

Für die Beurteilung von Ornamentgläsern ist nachfolgende Tabelle zur verwenden. Darüber hinaus sind die Produktspezifikationen der jeweiligen Hersteller zu beachten.

Bei Ornamentgläsern kann eine Symmetrie der Struktur bei Verwendung mehrerer Scheiben nebeneinander in einer Fläche grundsätzlich nicht gewährleistet

werden. Der Strukturverlauf sollte in der Bestellung angegeben werden. Wenn diese Angabe fehlt, erfolgt die Fertigung des Glases mit dem Strukturverlauf parallel zur Höhenkante. Aus fertigungstechnischen Gründen sind bei Ornament- und Farbgläsern Designverschiebungen bzw. geringfügige Farbunterschiede möglich.

Zulässigkeit pro Einheit bzw. m <sup>2</sup> Ornamentglas, klar und in der Masse eingefärbt sowie emailliert oder oberflächenbehandelt						
Einheit	Haarkratzer**	Ziehblase	Kugelblase	Einschlüsse	flache Randbeschädigung*	leichte Ausmuschelung*
	nicht spürbar	geschlossen	geschlossen	kristallin	gesäumte Kante	gesäumte Kante
pro m <sup>2</sup> Glasfläche	zulässig auf Gesamtfläche	L ≤ 20 mm B ≤ 1 mm zulässig 1 Stück	≥ 3 mm bis 5 mm zulässig 1 Stück	≥ 3 mm bis 5 mm	zulässig	zulässig
		L ≤ 10 mm B ≤ 1 mm zulässig auf Gesamtfläche, jedoch nicht in gehäufte Form	< 3 mm zulässig auf Gesamtfläche, jedoch nicht in gehäufte Form	zulässig auf Gesamtfläche, jedoch nicht in gehäufte Form		

\* Nicht tiefer als 15 % der Scheibendicke in das Glasvolumen.

\*\* Haarkratzer, d. h. mit Fingernagel nicht spürbare Oberflächenbeschädigungen.

Tabelle 28: Toleranzen für Ornamentglas

Da Ornamentglas einem individuellen Herstellungsprozess unterliegt, sind kugel- oder linienförmige Einschlüsse und Bläschenbildung Ausdruck der charakteristischen Gütebeschaffenheit.

Strukturabweichungen infolge Walzenwechsels und Musterversatz sind nicht immer auszuschließen und damit nicht reklamationsfähig.



## 10 Lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte

Die Berechnung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Nennwerte erfolgt nach EN 410, die Berechnung des  $U_g$ -Wertes nach EN 673. In der EN 1096-4 sind die zul. Toleranzen für die deklarierten Werte für beschichtetes Glas angegeben. Für die lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Nennwerte ist eine Toleranz von  $\pm 3\%$  absolut zulässig. Nach EN 1096, Teil 4, gilt für die Emissivität des beschichteten Glases eine Tole-

ranz von  $+0.01$  für Emissivitäten  $< 0.10$  und  $+0.02$  für Emissivitäten  $\geq 0.10$ . Nach RAL GGF Güte-Prüfbestimmungen wird ebenfalls eine Toleranz von  $+0.01$  berücksichtigt.

Die von AGC INTERPANE angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.

10

### 10.1 Isolierglas

Toleranzen für die lichttechnischen- und strahlungsphysikalischen Nennwerte für Mehrscheiben-Isolierglas sind in der EN 1279 „Glas im Bauwesen – Mehrscheiben-Isolierglas“ nicht angegeben.

Unter Berücksichtigung der zul. Toleranzen für das beschichtete Glas gemäß EN 1096 kann für das Mehrscheiben-Isolierglas in Abhängigkeit vom Aufbau die zulässige Toleranz auf der Basis der EN 410 berechnet werden.

Nach Abschnitt 4.2.2.12 der EN 1279-5 "Energieeinsparung und Wärmeschutz – Thermische Eigenschaften" ist der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) folgendermaßen zu bestimmen:

- a) Durch Berechnung nach EN 673, mit
- dem normalen Emissionsgrad  $\varepsilon$ : vom Glashersteller angegebener Wert. Liegen keine Angaben vor, so ist der Emissionsgrad nach EN 12898 zu bestimmen oder mit 0,89 anzunehmen;
  - der Nenndicke der Glasscheiben;
  - der Nenndicke jeglicher weiterer Werkstofflagen, sofern vorhanden;
  - der Nennbreite der Scheibenzwischenräume unter der Annahme der parallelen Ausrichtung der Scheiben;

*ANMERKUNG 1 In EN 673 wird die Nennbreite der Scheibenzwischenräume als „Breite des gasgefüllten Zwischenraums“ bezeichnet.*

- Der Nenngaskonzentration  $c_{i,o}$  bei gasgefüllten Einheiten. Der anzugebende U-Wert muss den in Anhang B festgelegten Regeln entsprechen.

*Die zulässige Abweichung für den errechneten Wärmedurchgangskoeffizienten leitet sich ab von den zulässigen Abweichungen der Merkmale der Komponenten, der Geometrie der Glaseinheit und der Gaszusammensetzung. Die zulässige Abweichung des Wärmedurchgangskoeffizienten darf in der Leistungserklärung nicht angegeben werden.*

Für den  $U_g$ -Wert gilt  $\pm 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

## GLOSSAR

## 11. Glossar

## 11.1 Definition von Fehlern gemäß der Normen

Fehler	VG/VSG EN 12543-6 Sept. 2012	Beschichtetes Float EN 1096-1 April 2012	Float EN 572-2 Nov. 2012	Ornament EN 572-5 Nov. 2012
Homogenitätsfehler		Noch erkennbare Abweichungen in Farbe, Reflexionsgrad oder Transmissionsgrad innerhalb einer Glasscheibe oder von Scheibe zu Scheibe.		
Flecken		Fehler in der Beschichtung, die größer als punktförmige Fehler sind; sie sind oft unregelmäßig geformt und teilweise von gesprenkelter Struktur.		
Punktförmiger Fehler	Diese Fehlerart umfasst undurchsichtige Flecken, Blasen und Fremdkörper	Punktförmige Störungen sowohl bei Durchsicht durch das Glas als auch bei Ansicht des Glases. ANMERKUNG: Schmutzstellen, nagelstichförmige Fehler und Kratzer sind punktförmige Fehler	Kern, der allgemein von einem Hof aus verzerrten Glas umgeben ist. ANMERKUNG: Punktfehler können feste Einschlüsse, Blasen usw. sein.	
Hof			Lokal verzogener Bereich, der üblicherweise einen punktförmigen Fehler umgibt.	
Nestbildung		Ansammlung von sehr kleinen Fehlern, die den Eindruck von Flecken entstehen lassen.		
Nadelstichförmiger Fehler		Punktförmige Fehler in der Beschichtung mit teilweiser oder totaler Abwesenheit der Beschichtung, wobei sich diese bei Durchsicht im Allgemeinen gegen die Beschichtung klar abheben.		
Kratzer	Lineare Beschädigung der äußeren Oberfläche des Verbundglases.	Vielzahl linear ausgehneter Kerben, deren Sichtbarkeit von ihrer Länge, Tiefe, Breite, Lage und Anordnung abhängt.		
Schmutzstellen		Fehler, die bei Durchsicht im Allgemeinen dunkel gegen die umgebene Beschichtung erscheinen.		

Fehler	VG/VSG EN 12543-6 Sept. 2012	Beschichtetes Float EN 1096-1 April 2012	Float EN 572-2 Nov. 2012	Ornament EN 572-5 Nov. 2012
Kerben	Scharf zugespitzter Riss oder Sprung, der von einer Kante in das Glas hinein verläuft.			
Falten	Verzerrung, die durch Falten in der Zwischenschicht entsteht und nach der Herstellung sichtbar ist.			
Fremdkörper	Unerwünschter Gegenstand, der während der Herstellung in das Verbundglas eingedrungen ist.			
Lineare Fehler	Diese Fehlerart umfasst Fremdkörper und Kratzer oder Schleifspuren.		<b>Lineare/ langgestreckte Fehler)</b> Fehler in Form von Ablagerungen, Flecken oder Kratzern, die eine bestimmte Länge oder Fläche einnehmen und die sich in oder auf dem Glas befinden können.	<b>Lineare/ langgestreckte Fehler)</b> Fehler in Form von Ablagerungen, Flecken oder Kratzern, die eine bestimmte Länge oder Fläche einnehmen und die sich in oder auf dem Glas befinden können.
Blasen	Üblicherweise Luftblasen, die sich im Glas oder in der Zwischenschicht befindet.			
Undurchsichtiger Fleck	Sichtbare Fehler im Verbundglas (z. B. Zinnflecken, Einschlüsse im Glas oder in der Zwischenschicht).			
Andere Fehler	Glasfehler wie Kerben und Fehler in der Zwischenschicht wie Falten, Schrumpfung und Streifen.			
Schleifspur	Beschädigung der äußeren Oberfläche des Verbundglases.			
Optischer Fehler			Fehler, der zu Verzerrungen im Erscheinungsbild von durch das Glas betrachteten Gegenständen führt.	

## GLOSSAR

Fehler	VG/VSG EN 12543-6 Sept. 2012	Beschichtetes Float EN 1096-1 April 2012	Float EN 572-2 Nov. 2012	Ornament EN 572-5 Nov. 2012
Sichtbarer Fehler			Fehler, der die visuelle Qualität des Glases verändert. ANMERKUNG: Zu den sichtbaren Fehlern zählen punktförmige Fehler und lineare/langgestreckte Fehler.	Fehler, der die visuelle Qualität des Glases verändert. ANMERKUNG: Zu den sichtbaren Fehlern zählen punktförmige Fehler und lineare/langgestreckte Fehler im Dessin.
Durch Inhomogenität der Zwischenschicht bedingter Streifen	Verzerrung in der Zwischenschicht, die durch Herstellungsfehler in der Zwischenschicht hervorgerufen wurde und nach der Herstellung sichtbar ist.			
Kugelförmiger oder quasi-kugelförmiger Punktfehler				Fehler, dessen größeres Maß kleiner oder gleich dem Doppelten des kleineren Maßes ist.
Länglicher punktförmiger Fehler				Fehler, dessen größeres Maß mehr als doppelt so groß ist wie das kleinere Maß.
Fehler im Design				Abweichungen des Designs, bezogen z. B. auf eine Linie oder eine gerade Kante.
Abweichung des Design				Abweichung x des Designs.

Tabelle 29: Definitionen von Fehlern gemäß Produktnormen

## 11.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schrägbruch	8	Abbildung 19:	Messung der Unebenheit der Kanten	23
Abbildung 2:	Rückschnitt	9	Abbildung 20:	Lage- und Designtoleranzen bei bedruckten Gläsern	30
Abbildung 3:	Gesäumte Kante	10	Abbildung 21:	Grenzabmaße für Maße rechtwinkliger Scheiben	34
Abbildung 4:	Maßgeschliffene Kante	10	Abbildung 22:	Versatz	35
Abbildung 5a:	Geschliffene Kante	11	Abbildung 23:	Definition der Zonen im VG und VSG	36
Abbildung 5b:	Runde Kante (RK), linkes Bild halbrund (RK1), rechtes Bild flachrund (RK2)	11	Abbildung 24:	VSG mit Stufen-Rückschnitt	38
Abbildung 6:	Polierte Kante	11	Abbildung 25:	Beispiel zur Messung an mindestens drei Punkten in jedem Bereich mit Farbunterschieden.	40
Abbildung 7:	Gehrungskante	11	Abbildung 26:	Beispiel zur Messung an mindestens drei Punkten in jeder Scheibe mit Farbunterschied	41
Abbildung 8:	Toleranz des Saums	12	Abbildung 27:	Winkelbeschränkung bei der Bewertung der Farbhomogenität	42
Abbildung 9:	Darstellung von Eckabschnitten, Eck- und Randausschnitten	13	Abbildung 28:	Darstellung des dreidimensionalen Farbraums	43
Abbildung 10:	Lage des Ausschnitts in der Fläche	16	Abbildung 29:	Abmessungs-/Versatztoleranz bei 2fach und 3fach-Isolierglas, Rechtecke	45
Abbildung 11:	Lage der Lochbohrung	17	Abbildung 30:	Silikonauftrag bei Glasstufen	47
Abbildung 12:	Abstände der Lochbohrung zu den Glaskanten	18	Abbildung 31:	Ausführungsbeispiel und Toleranzen von U-Profilen	49
Abbildung 13:	Abstände zwischen den Lochbohrungen	19	Abbildung 32:	Zoneneinteilung für die visuelle Qualität	51
Abbildung 14:	Lage und Toleranz der Lochbohrungen in monolithischen Gläsern	19			
Abbildung 15:	Skizze Senklochtoleranz	20			
Abbildung 16:	Skizze Senklochtoleranz im VG/VSG	21			
Abbildung 17:	Prüfung der generellen Verwerfung	22			
Abbildung 18:	Messung der Welle oder der Verwerfung durch Roller Waves	23			

## 11.2

### 11.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Grenzabmaße der Nenndicken für Float- und Ornamentglas	7	Tabelle 15:	Fehlerarten/Toleranzen für emailierte Gläser	29
Tabelle 2:	Grenzabmaße (t) der Breite (B) und der Länge (H) für Float- und Ornamentglas	7	Tabelle 16:	Grenzabmaße der Breite und der Länge für VG und VSG aus nicht vorgespanntem Glas in Anlehnung an EN ISO 12 543 Teil 5	34
Tabelle 3:	Grenzwerte Diagonalendifferenz (v) für Float- und Ornamentglas	7	Tabelle 17:	Grenzabmaße der Breite und der Länge für VG und VSG aus thermisch vorgespanntem Glas in Anlehnung an EN ISO 12 543 Teil 5	34
Tabelle 4:	Grenzabmaß (t) der Nennmaße für die Länge (H) oder Breite (B) für Festmaße, sowie Grenzwerte der Diagonalendifferenz (v)	8	Tabelle 18:	Größter zulässiger Versatz d	35
Tabelle 5:	Grenzabmaß (t) von Schrägbrüchen	8	Tabelle 19:	Zulässige punktförmige Fehler im VG und VSG	37
Tabelle 6:	Grenzabmaß (t) der Nennmaße für die Länge (H) oder Breite (B), sowie Grenzwerte der Diagonalendifferenz (v)	12	Tabelle 20:	Beispiel zur Bestimmung des Durchschnittswertes für $L^*$ , $a^*$ und $b^*$ für eine Scheibe (z. B. Y)	40
Tabelle 7:	Randausschnitttoleranz für Handbearbeitung gesäumt	14	Tabelle 21:	Anforderungen an Farbe	41
Tabelle 8:	Randausschnitttoleranz CNC-Bearbeitungszentrum gesäumt	15	Tabelle 22:	Beurteilung der visuellen Qualität von beschichtetem Glas nach EN 1096	44
Tabelle 9:	Abstände der Bohrungen zu den Glaskanten	18	Tabelle 23:	Grenzabmaße (t) in mm für MIG	45
Tabelle 10:	Abstände zwischen den Lochbohrungen	19	Tabelle 24:	Dickentoleranz von Mehrscheiben-Isolierglas nach EN 1279-1	46
Tabelle 11:	Zulässige Höchstwerte der generellen Verwerfung, Roller Waves und Unebenheit der Kanten für thermisch vorgespannte Gläser	23	Tabelle 25:	Zulässige Anzahl punktförmiger Fehler	52
Tabelle 12:	Max. Scheibenaußenmaße thermisch vorgespannter Gläser	24	Tabelle 26:	Zulässige Anzahl von Rückständen (Punkte und Flecken)	52
Tabelle 13:	Zulässige Höchstwerte der generellen Verwerfung, Roller Waves und Unebenheit der Kanten für thermisch vorgespannte Gläser (Sondertoleranzen)	24	Tabelle 27:	Zulässige Anzahl von Kratzern	52
Tabelle 14:	Glasdickenübersicht für Sondertoleranzen	25	Tabelle 28:	Toleranzen für Ornamentglas	56
			Tabelle 29:	Definitionen von Fehlern gemäß Produktnormen	58, 59, 60

**Impressum und Haftungsausschluss**

© Bitte beachten Sie, dass die Zeichnungen und Bilder urheberrechtlich geschützt sind. Das Handbuch wurde nach bestem Wissen erstellt.  
Für evtl. Fehler übernimmt AGC INTERPANE keine Haftung. Änderungen im Rahmen des technischen Fortschritts sind möglich.  
Redaktionsschluss: April 2020



#### IM DEUTSCHSPRACHIGEM RAUM

Mit Sitz in Lauenförde, ist AGC INTERPANE strategischer Allianzpartner von AGC Glass Europe, dem europäischen Zweig des weltweit führenden Flachglasherstellers AGC. AGC INTERPANE produziert Float- und Weißglas, hochwertiges beschichtetes Wärmedämmglas, Schallschutz- und Sonnenschutz-Isolierglas, Sicherheitsglas, Solarglas und Glas für dekorative Anwendungen. Das industrielle Netzwerk umfasst elf Werke in Europa. Weitere Informationen finden Sie unter [www.interpane.com](http://www.interpane.com) oder [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).

#### INTERPANE GLAS INDUSTRIE AG

Zentrale Service-Abteilungen:  
DV, Marketing, Finanzen, Controlling  
Sohnreysstraße 2'  
D-37697 Lauenförde  
Tel.: +49 5273 8090  
Fax: +49 5273 809 238  
[ag@interpane.com](mailto:ag@interpane.com)

#### INTERPANE Glasgesellschaft mbH

Isolierglas, Glasbeschichtung  
Sohnreysstraße 2'  
D-37697 Lauenförde  
Tel.: +49 5273 8090  
Fax: +49 5273 8547  
[gg@interpane.com](mailto:gg@interpane.com)

#### INTERPANE Entwicklungs und Beratungsgesellschaft mbH (E & B)

Schichtentwicklung, Anwendungstechnik,  
Anlagenbau  
Sohnreysstr. 2'  
D-37697 Lauenförde  
Tel.: +49 5273 809 402  
Fax: +49 5273 809 411  
[eub@interpane.com](mailto:eub@interpane.com)

#### INTERPANE Glasgesellschaft mbH

Isolierglas  
Liebersee 54  
D-04874 Belgern  
Tel.: +49 34224 4330  
Fax: +49 34224 43311  
[belgern@interpane.com](mailto:belgern@interpane.com)

#### AGC BLUHM & PLATE Glas Vertrieb GmbH

Kisterware, dekorative Produkte, Fix-in-System  
Mercatorstraße 65a  
D-21502 Geesthacht  
Tel.: +49 40 670 8840  
Fax: +49 40 670 88 430  
[info@bluhm.de](mailto:info@bluhm.de)

#### INTERPANE Beratungszentrum (IBC/TAS)

Anwendungstechnische Beratung  
für Architekten und Verarbeiter

Robert-Bosch-Straße 2  
D-94447 Plattling  
Tel.: +49 9931 950 229  
Fax: +49 9931 950 236  
[ibc@interpane.com](mailto:ibc@interpane.com)  
[tas@eu.agc.com](mailto:tas@eu.agc.com)

Sohnreysstraße 2'  
D-37697 Lauenförde  
Tel.: +49 5273 8090  
Fax: +49 5273 809 599126  
[ibc@interpane.com](mailto:ibc@interpane.com)

#### AGC INTERPANE Glas Deutschland GmbH

Basisglasvertrieb  
Appendorfer Weg 5  
D-39171 Stülzetal/OT Osterweddingen  
Tel.: +49 39205 450 440  
Fax: +49 39205 450 449  
[igd@interpane.com](mailto:igd@interpane.com)

#### INTERPANE Sicherheitsglas GmbH

Interieur, gestaltete Verglasungen,  
Sicherheitsglas  
Maybachstr. 5  
D-31135 Hildesheim  
Tel.: +49 5121 76 230  
Fax: +49 5121 557 64  
[hildesheim@interpane.com](mailto:hildesheim@interpane.com)

#### INTERPANE Glasgesellschaft mbH

Isolierglas  
Böswipper 22  
D-51688 Wipperfürth  
Tel.: +49 2269 5510  
Fax: +49 2269 551155  
[wipperfuerth@interpane.com](mailto:wipperfuerth@interpane.com)

#### INTERPANE Glasgesellschaft mbH

Isolierglas, Glasbeschichtung  
Robert-Bosch-Straße 2  
D-94447 Plattling  
Tel.: +49 9931 9500  
Fax: +49 9931 6904  
[plattling@interpane.com](mailto:plattling@interpane.com)

#### INTERPANE Glasgesellschaft mbH

Isolierglas  
Timpbergstraße 5  
D-16775 Löwenberger Land/OT Häsen  
Tel.: +49 33084 7980  
Fax: +49 33084 798 23  
[haesen@interpane.com](mailto:haesen@interpane.com)

#### INTERPANE Isolierglasgesellschaft mbH & Co. KG

Isolierglas, ESG  
Heidegasse 45  
A-7111 Parndorf  
Tel.: +43 2166 23250  
Fax: +43 2166 2325 30  
[parndorf@interpane.com](mailto:parndorf@interpane.com)

#### INTERPANE Solvensko s.r.o.

Priemyselná 5874  
SVN-90101 Malacky  
Tel.: +43 664 310 011

#### INTERPANE S.A.

Isolierglas  
2, rue de l'Industrie  
F-67720 Hoerdt  
Tel.: +33 38864 5959  
Fax: +33 38851 3990  
[hoerdt@interpane.com](mailto:hoerdt@interpane.com)

#### AGC INTERPANE Glass France S.A.S

Floatglas, Glasbeschichtung, VSG  
Mégazone de Moselle Est  
F-57455 Seingbouse  
Tel.: +33 38700 2690  
Fax: +33 38700 0130  
[igf@interpane.com](mailto:igf@interpane.com)