

Technische Richtlinie / Handbuch

Toleranzen Glas, Isolierglas, Planline

Vorwort

Das „Handbuch Toleranzen“ regelt die entstehenden Toleranzen beim Zuschnitt von Basisgläsern (Substraten) und den daraus veredelten Produkten wie Einscheiben-sicherheitsgläser (ESG), Verbundsicherheitsgläser (VSG) und Mehrscheibenisoliertgläser (ISO). Die Grundlage hierfür stellen die derzeit gültigen DIN- bzw. EN-Normen und die Technischen Richtlinien des Bundesverbandes Flachglas dar, wie sie u.a. in den folgenden Kapiteln beschrieben werden. Hier ist ausdrücklich anzumerken, dass diese Normen und Richtlinien in der Praxis allerdings oft nicht ausreichen. Das Handbuch beschreibt deshalb weiterhin die in den Normen und Richtlinien nicht zweifelsfrei oder gar nicht beschriebenen Anwendungen.

Das „Handbuch Toleranzen“ ist Grundlage unserer Liefer- und Verkaufsbedingungen in seiner jeweils aktuellen Fassung.

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

Verwendungshinweis:

Die folgenden Kapitel 1-9 sind nach Verarbeitungsschritten bzw. Produkten geordnet, die jeweils innerhalb eines Kapitels beschrieben werden. Diese sind jeweils separat für das Endprodukt anzuwenden.

Bitte beachten Sie:

Die für unsere Glaserzeugnisse angegebenen Eigenschaften und Funktionswerte, sowie die lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Daten entsprechen den relevanten und gültigen DIN- und EN-Prüfnormen unter den dort geforderten bzw. beschriebenen Prüfabmessungen und Prüfbedingungen.

Alle Glasdicken, soweit sie nicht vom Kunden vorgegeben wurden, sind unverbindliche Empfehlungen auf der Basis der uns vorliegenden Informationen. Eine Überprüfung der statischen Erfordernisse kann nicht durch uns erfolgen.

Unsere Glasdickenempfehlungen ersetzen keinen Stabilitätsnachweis, der eine kostenpflichtige Ingenieurleistung darstellt. Diese kann bei Bedarf von uns gerne vermittelt werden. Da die dazu benötigten Daten i.d.R. recht umfangreich sind, ist ein direkter Kontakt zwischen Planer/Architekt und Statiker notwendig. Die errechneten Glasdicken sind sicherheitsrelevant und haben Vorrang vor allen anderen Glasfunktionen wie z.B. Schall-, Wärme- oder Sonnenschutz.

Bitte beachten Sie auch folgende Auswahl an Richtlinien (in der jeweils aktuellen Fassung), die den Einsatz von Glas in der Bundesrepublik maßgeblich regeln:

- TRLV, TRAV und TRPV
- Technische Richtlinien des Glaserhandwerks
- Richtlinien der Unfallversicherer (GUV) und der Berufsgenossenschaften (BG)
- Richtlinien für besondere Einsatzzwecke (z.B. Lärmschutzwände, Aufzüge usw.)

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Basisgläser	
Grundlagen	5
2. Zuschnitt	
2.1 Allgemein	6
2.1.1 Bei Float möglicher Abbruch	7
2.1.2 Bei ESG, VSG, ISO - Rückschnitt	7
2.2 Länge, Breite und Rechtwinkligkeit/Diagonaltoleranz	7
3. Bearbeitung	
3.1 Kantenbearbeitungsqualitäten	8
Geschnittene Kante (KG)	8
Gesäumte Kante (KGS)	8
Kante maß geschliffen oder justiert (KMG) – bei Ausschnitten	8
Geschliffene Kante (Feinjustiert, KGN)	8
Polierte Kante (KPO)	8
Gehrungskante (GK)	8
3.2 Kantenbearbeitung	9
3.2.1 Standardtoleranzen	9
3.2.2 Sonderformen	9
3.2.2.1 Kantenbearbeitungsformen	9
4. Einscheibensicherheitsglas ESG	
4.1 Generelle Verwerfung – gültig für Floatglas	10
4.2 Örtliche Verwerfung – gültig für Floatglas	10
4.2.1 Empfohlene Mindestglasdicken in Abhängigkeit des Scheibenaußenmaßes	10
4.3 Stempelung	10
4.4 Visuelle Beurteilung	10
4.5 Spontanbruch	10
5. Einscheibensicherheitsglas mit Heißlagerungstest (ESG-H)	
5.1 Generelle Verwerfung	11
5.2 Örtliche Verwerfung	11
6. Teilvorgespanntes Glas (TVG)	
6.1 Generelle Verwerfung	11
6.2 Örtliche Verwerfung	11
7. Siebdruck	
Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern	12-19
8. Verbundsicherheitsglas (VSG)	
8.1 Maßtoleranzen	20
8.2 Verschiebetoleranzen/Versatz	20
8.3 Dickentoleranz	21
8.4 Bearbeitung	21
8.5 Stempelung	21
8.6 Dichtstoffkompatibilität	21
8.7 Richtlinien zur visuellen Qualität von VSG	21
8.7.1 Anwendungsbereich	21
8.7.2 Normative Verweisungen	21
8.7.3 Definition	22

Inhaltsverzeichnis

Seite

8.7.3.1	Punktförmige Fehler	22
8.7.3.2	Lineare Fehler	22
8.7.3.3	Andere Fehler	22
8.7.3.4	Undurchsichtige Flecken	22
8.7.3.5	Blasen	22
8.7.3.6	Fremdkörper	22
8.7.3.7	Kratzer oder Schleifspuren	22
8.7.3.8	Kerben	22
8.7.3.9	Falten	22
8.7.3.10	Durch Inhomogenität der Zwischenschicht bedingte Streifen	22
8.7.4	Fehler in der Oberfläche	23
8.7.4.1	Punktförmige Fehler in der Sichtfläche	23
8.7.4.2	Lineare Fehler in der Sichtfläche	23
8.7.5	Fehler in der Kantenfläche bei gerahmten Rändern	24
8.7.6	Kerben	24
8.7.7	Falten und Streifen	24
8.7.8	Fehler an Kanten, die nicht gerahmt werden	24
8.7.9	Prüfverfahren	24
8.7.10	Farbfolien	24
8.7.11	VSG mit Stufen	25
9.	Isolierglas/PLANLINE	
9.1	Abmessungs- bzw. Größentoleranzen Rechteckscheiben zweischiebig	26
9.2	Größentoleranzen Modellscheiben für Isolierglas zweischiebig	26
9.3	Größentoleranzen Rechteckscheiben für Isolierglas dreischiebig	26
9.4	Größentoleranzen Modellscheiben für Isolierglas dreischiebig	26
9.5	Verschiebetoleranz/Versatz	27
9.6	Randverbund	27
9.7	Dickentoleranz Randverbund	27
9.8	Mittendicke – Planität	27
9.9	Randentschichtung	27
9.10	Abstandhalter	28
9.11	Stufenisolierglas	28
9.12	Isolierglas mit Siebdruck	28
9.13	Dichtstoffkompatibilität	28

1. BASISGLÄSER

Für die Basisgläser gelten folgende normative Grundlagen, in der Bauregelliste aufgeführte Normen und
 DIN EN 572 Teil 1 Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas
 Teil 1 – Definition und allgemein physikalische und mechanische Eigenschaften
 (Teilweise Ersatz für DIN 1249 Teil 10)

DIN EN 572 Teil 2 Glas im Bauwesen
 Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas Teil 2 – Floatglas
 (Ersatz für DIN 1249 Teil 3)

DIN EN 572 Teil 3 Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas
 Teil 3 – poliertes Drahtglas

DIN EN 572 Teil 4 Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas
 Teil 4 – gezogenes Flachglas (Ersatz für DIN 1249 Teil 1)

DIN EN 572 Teil 5 Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas
 Teil 5 – Ornamentglas (gemeinsam mit DIN EN 572 Teil 6, der Ersatz für DIN 1249 Teil 4)

DIN EN 572 Teil 6 Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas
 Teil 6 – Drahtornamentglas (gemeinsam mit DIN EN 572 Teil 5, Ersatz für DIN 1249 Teil 4)

In den oben angeführten Normen können die Grenzabmaße der Nenndicken für die unterschiedlichen
 Gläserzeugnisse herausgelesen werden.
 Des Weiteren sind darin die Anforderungen an die Qualität sowie die optischen und sichtbaren Fehler der
 Basisgläserzeugnisse beschrieben.
 Als Auszug aus der DIN 572 Teil 2 Floatglas sind hier die Grenzabmaße der Nenndicken genannt.

Nenndicke (mm)	Grenzabmaße (mm)
3	+/- 0,2
4	+/- 0,2
5	+/- 0,2
6	+/- 0,2
8	+/- 0,3
10	+/- 0,3
12	+/- 0,3
15	+/- 0,5
19	+/- 1,0

Tab. 1: Glasdickengrenzabmaße

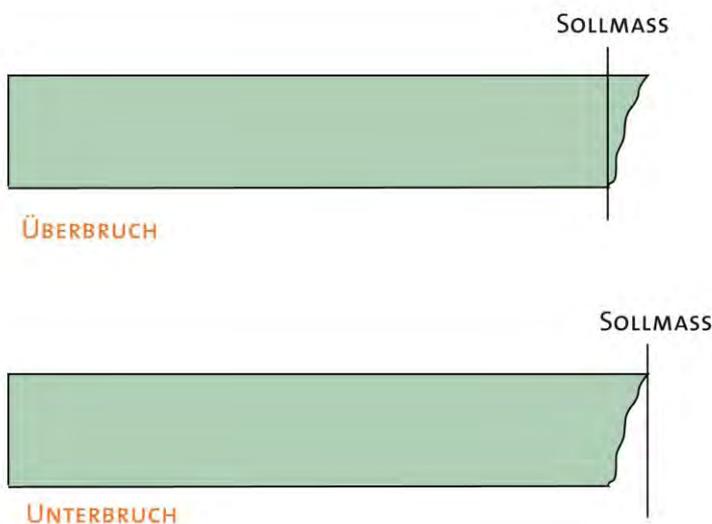
2. ZUSCHNITT

Ergänzend gilt: DIN EN 572

Generelle Längentoleranz je Einheit 0,5 mm. Einheiten > 2,5 m per lfdm. 0,2 mm - Messung auf der Schneidseite.

2.1 ALLGEMEIN

Zu berücksichtigen ist der so genannte Schrägbruch! Dieser ist abhängig von der jeweiligen Glasstärke und der Beschaffenheit des Basisglases (Sprödeheit etc.).



Glasdicke (mm)	Maximalwert (mm)
4,5,6	+/- 1
8,10	+/- 2
12	+/- 3
15	+5 / -3
19	+6 / -3

Tab. 2: Schrägbruchwerte

Dieser ist bei Toleranzangaben zu berücksichtigen. D. h. die Glasabmessungen können sich bei gesäumter Kante um den doppelten Schrägbruchwert ändern.

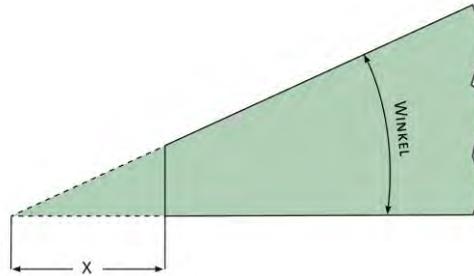
Bei nicht rechteckigen Elementen gilt, dass die nachstehend angeführten Toleranzen bei den angegebenen Winkeln anfallen können (ähnlich dem Rückschnitt). Die Geometrie der Elemente bleibt erhalten.

2. ZUSCHNITT

2.1.1 Bei Float möglicher Abbruch

Winkel	x
$\leq 12,5^\circ$	- 30 mm
$\leq 20^\circ$	- 18 mm
$\leq 35^\circ$	- 12 mm
$\leq 45^\circ$	- 8 mm

Tab. 3: Abbruch



2.1.2 Bei ESG, VSG, ISO – Rückschnitt

Winkel	x
$\leq 12,5$	- 65 mm
$\leq 20^\circ$	- 33 mm

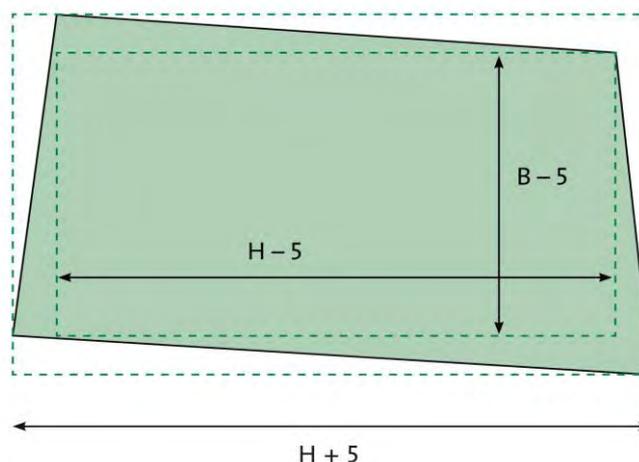
Tab. 4: Rückschnitt

Bei Winkel $> 20^\circ$ entspricht der Rückschnitt dem Abbruch.

2.2 Länge, Breite und Rechtwinkligkeit

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

Die Grenzabmaße für die Nennmaße der Länge H und Breite B betragen ± 5 mm.



3. BEARBEITUNG

3.1 Kantenbearbeitungsqualitäten

Grundlage der Kantenbearbeitung ist DIN 1249, Teil 11

Uns bleibt es aus produktionstechnischen Gründen überlassen, die fein geschliffenen Kanten auch poliert auszuführen.

Geschnittene Kante (KG)

Die geschnittene Kante (Schnittkante) ist die beim Schneiden von Flachglas entstandene unbearbeitete Kante. Die Ränder der Schnittkante sind scharfkantig.

Quer zu ihren Rändern weist die Schnittkante leichte Wellenlinien auf (Wallnerlinien).

Im Allgemeinen ist die Schnittkante glatt gebrochen, jedoch können, vornehmlich bei dickeren Scheiben und nicht geradlinigen Formscheiben, auch unregelmäßige Bruchstellen auftreten, durch z. B. Ansatzstellen des Schneidwerkzeuges.

Daneben können Bearbeitungsstellen (z.B. durch Brechen des Glases mit der Brechzange) entstehen. Ausmuschelungen, welche die Glasdicke der Einzelscheibe um nicht mehr als 15% reduzieren, sind zulässig. Der max. Radius der Ausmuschelung darf 3 mm nicht übersteigen.

Gesäumte Kante (KGS)

Die gesäumte Kante entspricht der Schnittkante, deren Ränder gebrochen sind. Dem Hersteller bleibt es aus produktionstechnischen Gründen überlassen, die Kanten zu schleifen bzw. zu polieren, die Qualität entspricht jedoch gesäumter Kanten.

Kante maß geschliffen oder justiert, KMG - bei Ausschnitten

Die Glasscheibe wird durch Schleifen der Kantenoberfläche auf das erforderliche Maß gebracht. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind zulässig.

Geschliffene Kante (Feinjustiert, KGN)

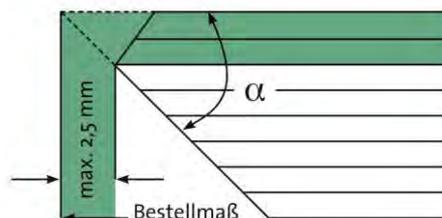
Die Kantenoberfläche ist durch Schleifen ganzflächig bearbeitet. Die geschliffene Kante hat ein schleifmattes Aussehen. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind unzulässig.

Polierte Kante (KPO)

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

Gehrungskante (GK)

Die Gehrungskante bildet mit der Glasoberfläche einen Winkel von $\alpha < 90^\circ$, α mindestens $\geq 45^\circ$. Das Bestellmaß beinhaltet den Saum der Gehrungskante, d.h. das Bestellmaß ist immer die größte Glasbreite und größte Glashöhe!



Wichtiger Hinweis:

Innerhalb eines Auftrages können je nach Anforderungsprofil (z.B. Rechtecke oder Modelle) unterschiedliche Bearbeitungsmaschinen zur Ausführung kommen – eventuell daraus resultierende Unterschiede in der visuellen Ansicht der bearbeiteten Kante sind produktionstechnisch bedingt und deshalb kein Reklamationsgrund.

Die Toleranzen sind abhängig von der jeweiligen Art der Kantenbearbeitung.
Ergänzend gilt:

EN 12150 Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Einscheiben-Sicherheitsglas
DIN 1249 T 11 Glas im Bauwesen – Glaskanten
EN 1863 Glas im Bauwesen Teilvorgespanntes Glas

3.1 KANTENBEARBEITUNG

3.1.1 Standardtoleranzen

Hier wird unterschieden zwischen den Kantenbearbeitungen gesäumt, geschliffen und poliert.

Daher werden 2 Toleranzklassen gebildet:

- a) gesäumt
- b) geschliffen/poliert

Für gesäumte Kanten gilt die unter Zuschnitt angegebene Toleranz mit Schrägbruch.

Für geschliffen/poliert gilt die nachfolgende Tabelle:

Kantenlänge (mm)	d ≤ 12 mm	d = 15 + 19 mm
≤ 1000	+/- 1,5	+/- 2
≤ 2000	+/- 2,0	+/- 2,5
≤ 3000	+ 2,0 / - 2,5	+/- 3
≤ 4000	+ 2,0 / - 3,0	+ 3,0 / - 4,0
≤ 5000	+ 2,0 / - 4,0	+ 3,0 / - 5,0
≤ 6000	+ 2,0 / - 5,0	+ 3,0 / - 5,0

Tab. 9: Rechteck Standardtoleranzen



Die Diagonaltoleranz ergibt sich aus $1,42 \times$ Rechtecktoleranz. (Bsp.: 2300 mm Kantenlänge daraus folgt $1,42 \times 2,3 = 3,3$ mm \rightarrow 3 mm Diagonaltoleranz)

4. ESG

Einscheiben-Sicherheitsglas, ergänzend gilt: DIN EN 12150-1/-2

4.1 Generelle Verwerfung – gültig für Floatglas

Standard 0,3 % der Mess-Strecke (3 mm/m).

(Es ist an den Kanten und der Diagonale zu prüfen, wobei keiner der gemessenen Werte über den 0,3 % der Mess-Strecke liegen darf.)

4.2 Örtliche Verwerfung – gültig für Floatglas

Standard 0,3 mm auf 300 mm Mess-Strecke.

Die Messung ist im Abstand von mind. 25 mm zur Kante durchzuführen.

4.2.1 Empfohlene Mindestglasdicken in Abhängigkeit des Scheibenaußenmaßes

Min. Glasdicke	Max. Scheibenaußenmaß	Max. Seitenverhältnis
4 mm	1500 mm x 2500 mm	1:6
5 mm	2000 mm x 3000 mm	1:10
6 mm	2800 mm x 6000 mm	1:10
8 mm	2800 mm x 6000 mm	1:10
10 mm	2800 mm x 6000 mm	1:10
12 mm	2800 mm x 6000 mm	1:10
15 mm	2000 mm x 5800 mm	1:10
19 mm	2000 mm x 5800 mm	1:10

Tab.16: Glasdickenübersicht

Bitte beachten Sie:

Die vorgenannten Abmessungen und Seitenverhältnisse beziehen sich ausschließlich auf die produktionstechnischen Möglichkeiten, die sich aus den betrieblichen Voraussetzungen der ESG-Fertigung ergeben. Die tatsächlich erforderlichen Glasdicken und -aufbauten müssen den einschlägigen Normen (DIN) und gesetzlichen Bestimmungen, insbesondere den „Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV)“ und den „Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV)“, in der jeweils gültigen Fassung, herausgegeben durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin, entsprechen.

4.3 Stempelung

Gemäß EN 12150 muss jede ESG und ESG-H-Verglasung als solche gekennzeichnet werden. Dies wird mittels eines Stempelaufdrucks, der in die Scheibenoberfläche eingebrannt wird, ausgeführt. Sollte allerdings ausdrücklich gewünscht werden, dass sich kein Stempel auf der Scheibe befindet, werden wir gerne versuchen, diesem Wunsch nachzukommen. Da wir allerdings als ESG-Hersteller dazu verpflichtet sind, die von uns gefertigten ESG-Scheiben zu stempeln, kann eine versehentlich gestempelte Scheibe grundsätzlich nicht als Grundlage für eine eventuelle Beanstandung dienen.

4.4 Visuelle Beurteilung

Es gilt hier ausschließlich die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“

4.5 Glasbruch

Wir weisen grundsätzlich darauf hin, dass es bei der Verwendung von ESG nicht ausgeschlossen ist, dass es eventuell zu Glasbrüchen aufgrund von Glasfehlern kommen kann. Das Risiko des Bruchs kann nur durch einen kostenpflichtigen Heißlagerungstest (H-Test) 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 (z.B. Nickelsulfideinschlüsse).

5. ESG-H

Heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG-H) ist aus Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) nach Bauregelliste A herzustellen, das aus Spiegelglas nach Bauregelliste A, lfd. Nr. 11.13 hergestellt wird. Ergänzend gilt: EN 14179.

5.1 Generelle Verwerfung

Standard 0,3 % der Mess-Strecke (3 mm/m).

(Es ist an den Kanten und der Diagonale zu prüfen, wobei keiner der gemessenen Werte über den 0,3 % der Mess-Strecke liegen darf)

Bei quadratischen Formaten mit einem Seitenverhältnis zwischen 1:1 und 1:1,3 und bei geringen Glasdicken ≤ 6 mm ist durch den Vorspannprozess die Abweichung von der Geradheit größer als bei schmalen rechteckigen Formaten.

5.2 Örtliche Verwerfung

Standard 0,3 mm auf 300 mm Mess-Strecke.

Die Messung ist im Abstand von mind. 25 mm zur Kante durchzuführen.

Wichtiger Hinweis:

Wir weisen grundsätzlich darauf hin, dass es bei der Verwendung von ESG nicht ausgeschlossen ist, dass es eventuell zu Glasbrüchen aufgrund von Glasfehlern kommen kann. Das Risiko des Bruchs kann nur durch einen kostenpflichtigen Heißlagerungstest (H-Test) 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 (z.B. Nickelsulfideinschlüsse).

6. TVG

Teilvorgespanntes Glas entspricht grundsätzlich den Anforderungen der bauaufsichtlichen Zulassung (ABZ). Ergänzend gilt: DIN EN 1863-1/-2

6.1 Generelle Verwerfung

Standard 0,3 % der Mess-Strecke (3 mm/m).

(Es ist an den Kanten und der Diagonale zu prüfen, wobei keiner der gemessenen Werte über den 0,3 % der Mess-Strecke liegen darf)

Bei quadratischen Formaten mit einem Seitenverhältnis zwischen 1:1 und 1:1,3 und bei geringen Glasdicken ≤ 6 mm ist durch den Vorspannprozess die Abweichung von der Geradheit größer als bei schmalen rechteckigen Formaten.

6.2 Örtliche Verwerfung

Standard 0,3 mm auf 300 mm Mess-Strecke.

Die Messung ist im Abstand von mind. 25 mm zur Kante durchzuführen.

7. Siebdruck

Ergänzend gilt:

DIN EN 12150 für ein Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG)

DIN EN 1863 für Teilvorgespanntes Glas

Bauregelliste A (ESG-H)

7.1 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern

7.1.1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von vollflächig bzw. teilflächig emaillierten und siebbedruckten Gläsern, die durch Auftragen und Einbrennen von anorganischen Farben als Einscheiben-Sicherheitsglas oder Teilvorgespanntes Glas hergestellt werden.

Zur Beurteilungseignung der Produkte ist es erforderlich, dem Hersteller mit der Bestellung den **konkreten Anwendungsbereich** bekannt zugeben.

Das betrifft insbesondere folgende Angaben:

- Innen- oder Außenanwendung
- Forderungen zum HST (H-Test) von bedrucktem oder emailliertem ESG
- Einsatz für den Durchsichtbereich
(Betrachtung von beiden Seiten, z. B. Trennwände, vorgehängte Fassaden usw.)
- Anwendung mit direkter Hinterleuchtung
- Kantenqualität und evt. freistehende Sichtkanten
(für freistehende Kanten muss die Kantenart geschliffen oder poliert sein)
- Weiterverarbeitung der Mono-Scheiben zu Isolierglas oder VSG
(nur für freigegebene Farben)
- Referenzpunkt bei siebbedruckten Gläsern

Werden emaillierte und/oder Siebdruckgläser zu VSG oder Isolierglas verbunden, wird jede Scheibe einzeln beurteilt (wie Monoscheibe).

7.1.2 Erläuterungen/Hinweise/Begriffe

7.1.2.1 Emaillierte Gläser und/oder siebbedruckte Gläser

Die Glasoberfläche ist durch verschiedene Auftragsarten vollflächig emailliert. Die Betrachtung erfolgt immer durch die nicht emaillierte Glasseite auf die Farbe, so dass die Eigenfarbe des Glases die Farbgebung beeinflusst. **Bei vorgesehener Betrachtung von beiden Seiten empfehlen wir eine Bemusterung 1:1.**

Die emaillierte Seite muss immer die von der Bewitterung abgewandte Seite (Ebene 2 oder mehr) sein und ist entsprechend vor Bewitterungseinflüssen zu schützen. Ausnahmen sind nur bei Innenanwendung und nach vorheriger Rücksprache zulässig.

Emaillierte Gläser weisen je nach Produktionsverfahren und Farbe eine mehr oder weniger hohe Restlichttransmission auf und sind daher nicht opak. Helle Farben besitzen immer eine höhere Transmission als dunkle. Bei großen Unterschieden der Leuchtdichten oder hohen Lichtintensitäten (Tageslicht) zwischen der normalen Betrachtungsseite und der Rückseite treten bei der Betrachtung von der Rückseite optische Hell-Dunkel-Schattierungen innerhalb einer Scheibe sichtbar auf.

Diese sind produktionstechnisch, bedingt durch Toleranzen der Schichtdicken, nicht vermeidbar, könnten aber als störend empfunden werden, wenn eine Betrachtung von beiden Seiten möglich oder vorgesehen ist.

Um eine bestmögliche Lösung für Anwendungen mit beidseitiger Betrachtung zu erzielen, stehen unterschiedliche Produktionsverfahren zur Verfügung, die sich im Einzelnen wie beschrieben charakterisieren:

Siebdruck:

- geringste Schichtdicke
- größte Lichttransmission (farbabhängig)
- beste Farbhomogenität – dennoch sind Pinholes, nuancierte Schattierungen und Raketstreifen nicht auszuschließen

Walzverfahren:

- mittlere Schichtdicke
- geringe Lichttransmission (farbabhängig)
- gute Farbhomogenität von außen, aber durch Mikroverzahnung der Walze in Ziehrichtung orientierte Oberflächenstruktur, welche bei Betrachtung von der Rückseite wahrnehmbar ist – bei Betrachtung im Gegenlicht als feine Streifen ersichtlich

Gießverfahren:

- höchste Schichtdicke
- geringste Lichttransmission (farbabhängig), gute Farbhomogenität von außen, aber durch absolut hohe Toleranzen der Beschichtungsdicke Schattenbildung, bei Betrachtung im Gegenlicht erkennbar.

Anwendungen im Durchsichtsbereich (Betrachtung von beiden Seiten) müssen **immer** mit dem Hersteller abgestimmt werden, da sich emaillierte Gläser generell **nicht** für hinterleuchtete Anwendungen eignen. In Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren ergeben sich Unterschiede und Besonderheiten, die nachfolgend genannt werden.

7.1.2.1.1 Walzverfahren

Die plane Glasscheibe wird unter einer gerillten Gummiwalze durchgeföhren, diese überträgt die Emailfarbe ohne Zugabe von Lösungsmitteln und damit umweltfreundlich auf die Glasoberfläche. Dadurch wird eine homogene Farbverteilung gewährleistet (Bedingung absolut plane Glasoberfläche, d. h. Gussgläser können in der Regel nicht gewalzt werden), die jedoch bezüglich Farbauftrag (Farbdicke, Deckkraft) nur bedingt einstellbar ist.

Typisch ist, dass die gerillte Struktur der Walze zu sehen ist (Farbseite). Im Normalfall sieht man diese "Rillen" jedoch von der Vorderseite (durchs Glas betrachtet – Betrachtungsweise siehe Punkt 7.1.3) nicht. Es muss berücksichtigt werden, dass bei hellen Farben ein direkt auf die Hinterseite (Farbseite) aufgebrachtes Medium (Dichtstoffe, Paneelkleber, Isolierungen usw.) durchscheint. Gewalzte Emailgläser sind in der Regel nicht für den Durchsichtsbereich geeignet, so dass diese Anwendungen unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen sind („Sternenhimmel“). Verfahrensbedingt ist ein leichter "Farbüberschlag" an allen Kanten, der insbesondere an den Längskanten (in Laufrichtung der Walzanlage gesehen) leicht wellig sein kann. Die Kantenfläche bleibt jedoch in der Regel sauber.

7.1.2.1.2 Gießverfahren

Die Glastafel läuft horizontal durch einen so genannten "Gießschleier" (Farbe mit Lösungsmittel angemischt) und bedeckt die Oberfläche mit Farbe. Durch Verstellen der Dicke des Gießschleiers und der Durchlaufgeschwindigkeit kann die Dicke des Farbauftrages in einem relativ großen Bereich gesteuert werden. Durch leichte Unebenheit der Gießlippe besteht jedoch Gefahr, dass in Längsrichtung (Gießrichtung) unterschiedlich dicke Streifen verursacht werden. Der "Farbüberschlag" an den Kanten ist wesentlich größer als beim Walzverfahren.

7.1.2.1.3 Siebdruckverfahren

Auf einem horizontalen Siebdrucktisch wird die Farbe durch ein engmaschiges Sieb mit einem Raketel auf die Glasoberfläche aufgedruckt, wobei die Dicke des Farbauftrages nur geringfügig durch die Maschenweite des Siebes beeinflusst werden kann. Der Farbauftrag ist dabei generell dünner als beim Walz- und Gießverfahren und erscheint je nach gewählter Farbe mehr oder weniger durchscheinend. Direkt auf die Hinterseite (Farbseite) aufgetragene Medien (Dichtstoffe, Paneelkleber, Isolierungen usw.) scheinen durch.

Typisch für den Fertigungsprozess sind je nach Farbe und Anwendung leichte Streifen sowohl in Druckrichtung, aber auch quer dazu sowie vereinzelt auftretende "leichte Schleierstellen" durch punktuelle Siebreinigung in der Fertigung mehr oder weniger bemerkbar.

Die Lage des Druckmusters ist für das Scheibenformat zu vereinbaren (0 Punkt + freier Rand).

Durch Toleranzen im Glas und Sieb kann es zu unbedruckten Rändern bis zu 3 mm kommen. Farbüberschlag auf der Glaskante ist fertigungstechnisch bedingt.

Das Bedrucken von **leicht** strukturierten Gläsern ist möglich, ist aber immer vorab mit uns abzuklären.

7.1.2.2 Kantenqualität

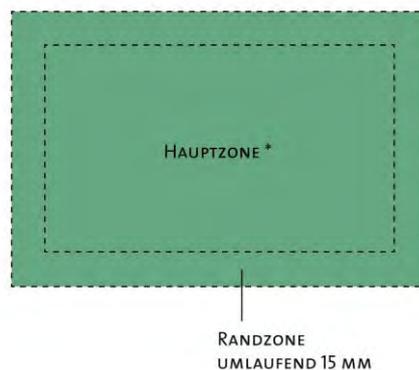
Sollte kein Farbüberschlag auf Kante und Fase gewünscht sein, so ist das vom Kunden zu bestellen und nur bei polierter Kante möglich.

7.1.3 Prüfungen

Die Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern erfolgt aus mindestens 3 m Entfernung und einer Betrachtungsweise von 90° zur Oberfläche bei normalem Tageslicht ohne direkte Sonneneinstrahlung oder Gegenlicht ohne künstliche Beleuchtung. Die Betrachtung erfolgt immer auf die nicht emaillierte bzw. siebbedruckte Seite bzw. bei Gläsern, die für den Durchsichtbereich bestellt wurden, von beiden Seiten. Hinter der Prüfscheibe befindet sich im Abstand von 50 cm ein mattgrauer lichtundurchlässiger Hintergrund. Dabei dürfen Fehler nicht markiert sein.

Fehler, die aus dieser Entfernung nicht erkennbar sind, werden nicht bewertet.

Für ESG-spezifische Fehler gilt die visuelle Richtlinie für Einscheiben-Sicherheitsglas. Bei der Beurteilung der Fehler wird entsprechend nachfolgender Skizze in Falzzone und Hauptzone unterschieden.



*Bei Forderungen von Sichtkanten mit der Auftragserteilung entfällt die Randzone und geht die Hauptzone bis zum Scheibenrand. Die Anforderungen an die visuelle Qualität sind in nachfolgenden Tabellen 17 und 18 angegeben.

7.1.4 Besonderer Hinweis

Ätzcharakterfarben, rutschhemmende Beschichtungen oder mehrfarbige Drucke können hergestellt werden. Die jeweiligen besonderen Eigenschaften oder das Aussehen des Produktes sind mit dem Hersteller zu klären. Die folgenden Toleranzen haben für diese Anwendungsfälle keine Gültigkeit. Wir empfehlen eine Bemusterung.

Fehlerart	Hauptzone	Falzzone
Fehlstellen im Email punktuell* oder/und linear	Fläche: max. 25 mm ² Anzahl: max. 3 Stück, davon keine ≥ 25 mm ²	Breite: max. 3mm, vereinzelt 5 mm Länge: keine Begrenzung
Haarkratzer (nur bei wechselndem Lichteinfall sichtbar)	zulässig bis 10 mm Länge	zulässig/keine Einschränkung
Wolken / Schleier / Schatten	unzulässig	zulässig/keine Einschränkung
Wasserflecken	unzulässig	zulässig/keine Einschränkung
Farbüberschlag an den Kanten	entfällt	zulässig
Toleranz der Abmessung bei Randemail und Teilemail ** siehe Abb. 9 Emailhöhe:	In Abhängigkeit von Breite der Emaillierung	
≤ 100 mm	+/- 1,5 mm	
≤ 500 mm	+/- 2,0 mm	
≤ 1000 mm	+/- 2,5 mm	
≤ 2000 mm	+/- 3,0 mm	
≤ 3000 mm	+/- 4,0 mm	
≤ 4000 mm	+/- 5,0 mm	
Email – Lagetoleranz ** (nur bei Teilemaillierung)	Druckgröße ≤ 200 cm: +/- 2 mm Druckgröße > 200 cm: +/- 4 mm	
Farbabweichungen	siehe Punkt 7.1.5	

Tab. 17: Fehlerarten/Toleranzen für vollflächig bzw. teilflächig emaillierte Gläser (ohne Dekor)



FEHLERARTEN/TOLERANZEN FÜR VOLLFLÄCHIG BZW. TEILFLÄCHIG EMAILLIERTE GLÄSER

* Fehler ≤ 0,5 mm ("Sternenhimmel" oder "Pinholes" = kleinste Fehlstellen im Email) 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, wobei jedoch organischer Lack nicht verwendet werden darf, wenn das Glas zu Isolierglas weiterverarbeitet wird und sich die Fehlstelle im Bereich der Randabdichtung des Isolierglases befindet. Die ausgebesserten Fehlstellen dürfen aus 3 m Entfernung nicht sichtbar sein.

** Die Emailagetoleranz wird vom Referenzpunkt aus gemessen.

Fehlerart	Hauptzone	Falzzone
Fehlstellen im Email punktuell* oder/und linear	Fläche: max. 25 mm ² Anzahl: max. 3 Stück, davon keine ≥ 25 mm ²	Breite: max. 3mm, vereinzelt 5 mm Länge: keine Begrenzung

Wolken / Schleier / Schatten	unzulässig	zulässig/keine Einschränkung
Wasserflecken	unzulässig	zulässig/keine Einschränkung
Farbüberschlag an den Kanten	entfällt	zulässig
Designtoleranz (b) Siehe Abb. 10 Druckfläche: ≤ 100 mm ≤ 500 mm ≤ 1000 mm ≤ 2000 mm ≤ 3000 mm ≤ 4000 mm	In Abhängigkeit von der Druckflächengröße: +/- 1,0 mm +/- 1,5 mm +/- 2,0 mm +/- 2,5 mm +/- 3,0 mm +/- 4,0 mm Siehe Abb. 12 und Abb. 13	keine Einschränkung
Fehler je Figur ***		
Design-Lagetoleranz (a) ** siehe Abb. 10	Druckgröße ≤ 200 cm: +/- 2 mm Druckgröße > 200 cm: +/- 4 mm	
Auflösegenauigkeit (c und d)**** Siehe Abb. 10 ≤ 30 mm ≤ 100 mm ≤ 100 mm	In Abhängigkeit von der Druckflächengröße: +/- 0,8 mm +/- 1,2 mm +/- 2,0 mm	
Farbabweichungen	Siehe Punkt 7.1.5	

Tab. 18: Fehlerarten/Toleranzen für siebbedruckte Gläser (mit Dekor)

* Fehler ≤ 0,5 mm ("Sternenhimmel" oder "Pinholes" = kleinste Fehlstellen im Siebdruck) sind zulässig und werden generell nicht berücksichtigt.
** Die Designtoleranz wird vom Referenzpunkt aus gemessen.

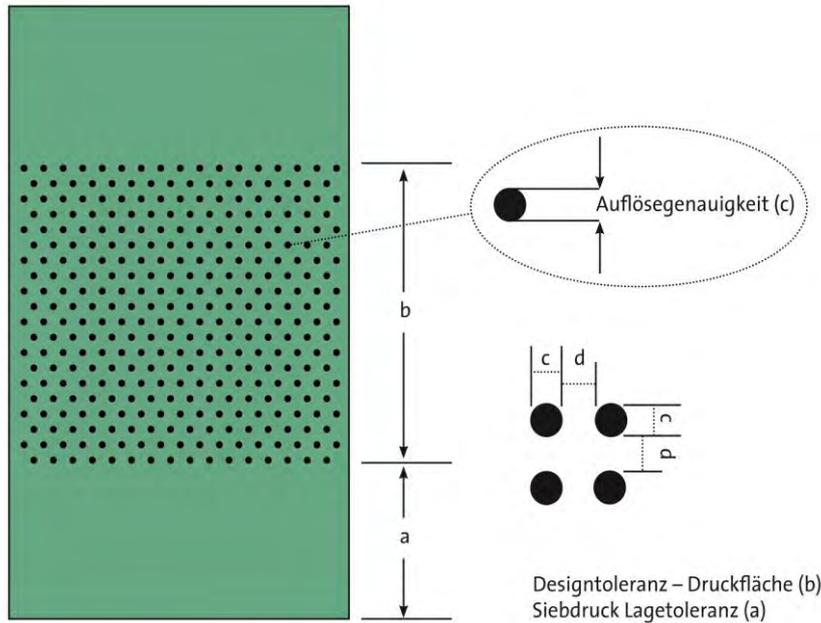
*** Fehler dürfen nicht näher als 250 mm zueinander liegen. Serienfehler sind nicht erlaubt (Wiederholung an gleicher Stelle von Scheibe zu Scheibe).
**** Die Toleranz d kann sich aufsummieren.

Serienfehler (Positionen gleicher Scheibenabmessung und Druck):

Bis zu 3 Scheiben je Position werden nicht als Serienfehler bewertet. Haben mehr als 3 Scheiben je Position an der gleichen Stelle den gleichen Fehler, wird dies als Serienfehler bewertet.

Für geometrische Figuren und/oder so genannte Lochmasken unter 3 mm Größe bzw. Verläufe von 0% - 100% und so genannte Filmstöße können obige Toleranzen als irritierend wahrgenommen werden. Wir empfehlen eine 1:1-Bemusterung:

- 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.

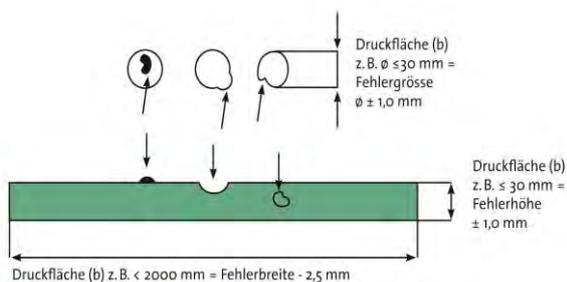


Fehlerarten/Toleranzen für siebbedruckte Gläser

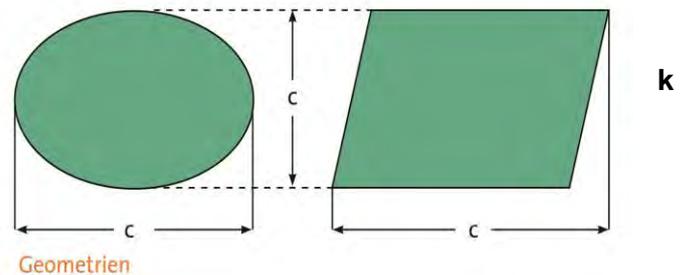
Grundsätzlich kann Tab. 18 auch zur Beurteilung von "Druckfehlern" herangezogen werden.

Geometrie der Figur (Auflösegenauigkeit)

Beurteilung Fehler je Figur



Geometrie der Figur (Auflösegenauigkeit) - Beurteilung Fehler je Figur



Geometrien

7.1.5 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 Betrachtungsverhältnissen ein erkennbarer Farbunterschied zwischen zwei emaillierten Glastafeln vorherrschen, der vom Betrachter sehr subjektiv als "störend" oder auch "nicht störend" eingestuft werden kann.

7.1.5.1 Art des Basisglases und Einfluss der Farbe

Das verwendete Basisglas ist in der Regel ein Floatglas, d. h. die Oberfläche ist plan, und es kommt zu einer hohen Lichtreflexion.

Zusätzlich kann dieses Glas mit verschiedensten Beschichtungen versehen sein, wie z. B.

Sonnenschutzschichten (Erhöhung der Lichtreflexion der Oberfläche), reflexionsmindernden Beschichtungen, oder auch leicht geprägt sein wie z. B. bei Strukturgläsern.
Dazu kommt die so genannte Eigenfarbe des Glases, die wesentlich von der Glasdicke und Glasart (z. B. durchgefärbte Gläser, entfärbte Gläser usw.) abhängt.

Nachlieferungen – Hinweis

Die Emailfarbe besteht aus anorganischen Stoffen, die für die Farbgebung verantwortlich sind und die geringen Schwankungen unterliegen. Diese Stoffe sind mit "Glasfluss" vermengt, damit sich während des Vorspannprozesses die Farbe mit der Glasoberfläche "vermengt" und mit dieser untrennbar verbunden wird. Erst nach diesem "Brennprozess" ist die endgültige Farbgebung zu sehen.

Die Farben sind so "eingestellt", dass sie bei einer Temperatur der Glasoberfläche von ca. 600 – 620° C innerhalb von 2 -4 Minuten in die Oberfläche "einschmelzen". Dieses "Temperaturfenster" ist sehr eng und insbesondere bei unterschiedlich großen Scheiben nicht immer reproduzierbar einzuhalten. Darüber hinaus ist auch die Auftragsart entscheidend für den Farbeindruck. Ein Siebdruck bringt auf Grund des dünnen Farbauftrages weniger Deckkraft der Farbe als ein im Walzverfahren hergestelltes Produkt mit dickerem und somit dichterem Farbauftrag.

7.1.5.2 Lichtart, bei der das Objekt betrachtet wird

Die Lichtverhältnisse sind in Abhängigkeit von der Jahreszeit, 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 auftreffen, im Bereich des sichtbaren Spektrums (400 – 700 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 unterschiedlich.

7.1.5.3 Betrachter bzw. Art der Betrachtung

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

Weitere Einflussgrößen sind der Betrachtungswinkel, die Größe des Objektes und vor allem auch die Art, wie nahe zwei zu vergleichende Objekte zueinander angeordnet sind.

Eine objektive visuelle Einschätzung und Bewertung von Farbunterschieden ist aus den o. g. Gründen nicht möglich. Die Einführung eines objektiven Bewertungsmaßstabs erfordert deshalb die Messung des Farbunterschiedes unter vorher exakt definierten Bedingungen (Glasart, Farbe, Lichtart).

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 mehrer Farben
- Auswahl einer oder mehrer Farben
 - Festlegung von Toleranzen je Farbe durch den Kunden z. B. erlaubte Farbabweichung:
 $\Delta L^* \leq \dots \Delta C^* \leq \dots \Delta H^* \leq \dots$ im CIELAB- Farbsystem, gemessen bei Lichtart D 65 (Tageslicht) mit $d/8^\circ$ Kugelgeometrie, 10° Normalbeobachter, Glanz eingeschlossen
- Überprüfung der Machbarkeit durch den Lieferanten bezüglich Einhaltung der vorgegeben Toleranz (Auftragsumfang, Rohstoffverfügbarkeit usw.)

- Herstellung eines 1:1-Produktionsmusters und Freigabe durch den Kunden
- Fertigung des Auftrages innerhalb der festgelegten Toleranzen

Wird kein besonderer Bewertungsmaßstab vereinbart gilt $\Delta E^* \leq 2,90$ wie mit dem obigen Messverfahren beschrieben gemessen.

7.1.6 Anwendungshinweise

- Anwendungen mit Email bzw. Teilemail und Siebdruck bzw. Teilsiebdruck zur Folie bei VSG müssen mit dem Hersteller auf Machbarkeit geprüft werden. Das gilt insbesondere bei Verwendung von Ätzton zur Folie, da die optische Dichte des Ätztones stark herabgesetzt werden kann und die Wirkung des Ätztones nur bei Verwendung auf Ebene 1 oder 4 erhalten bleibt.
- Emaillierte und siebbedruckte Gläser mit anorganischen Farben können nur in Ausführung Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) oder Teilvorgspanntes 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 oder in Verbindung zu Verbund-Sicherheitsglas oder Isolierglas eingesetzt werden. In diesem Fall sind die jeweiligen Bestimmungen, Normen und Richtlinien vom Anwender zu berücksichtigen.
- Emaillierte Gläser in Ausführung Einscheiben-Sicherheitsglas HST können Heat-Soak-getestet werden. Die jeweilige Notwendigkeit des Heat-Soak-Test ESG ist vom Anwender zu prüfen und dem Hersteller mitzuteilen.
- Die Statikwerte emaillierter Gläser sind nicht mit einem nicht bedruckten oder emaillierten Glas gleichzusetzen (siehe TRLV, bzw. ZIE).

7.2 Wie verhält es sich mit der Witterungsbeständigkeit?

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

Abhängig von Beregnungsintensität und Luftverunreinigung durch aggressive Stoffe wie SO_2 , NO_2 , Cl und Flugstaub können Glas- und Glasemalioberflächen schon nach wenigen Monaten verhältnismäßig unansehnlich werden (Glanzverlust der Farboberfläche).

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

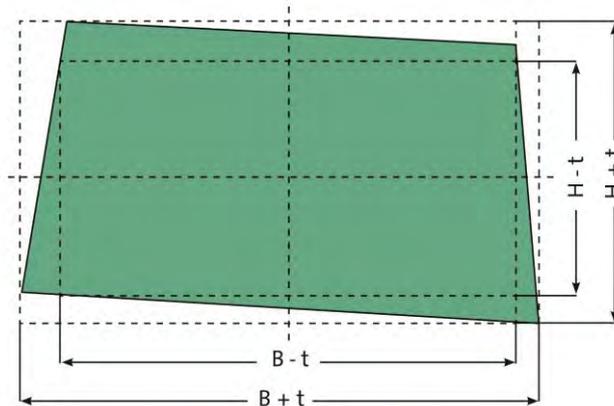
8. VSG

Verbund-Sicherheitsglas, ergänzend gilt: DIN EN 12543.

8.1 Maßtoleranzen

Die Toleranzen entsprechen grundsätzlich DIN EN ISO 12543.

Gültig sind die entsprechenden Maßtoleranzen der eingesetzten Vorprodukte, wie z.B. Float, ESG oder TVG im VSG- Element plus zusätzlich die zulässigen Versatztoleranzen wie in Tabelle 19 und 20 angeführt.



Grenzmasse für Masse rechteckiger Scheiben

Beispiel:

VSG bestehend aus:
6 mm ESG / 0,76 PVB / 6 mm ESG; Kanten
jeweils poliert

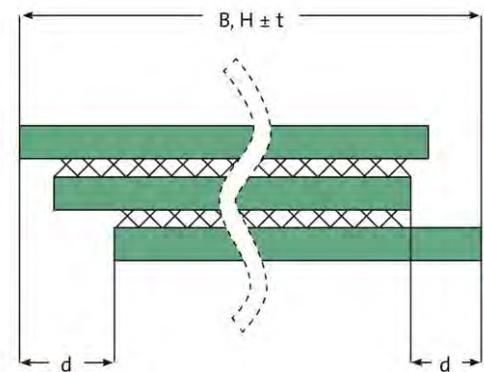
Maßtoleranz der Einzelscheibe: +/- 1,5 mm
Zusätzliche Versatztoleranz: +/- 2 mm

Ergibt eine Summe der zulässigen Versatztoleranz
= +/- 3,5 mm

8.2 Verschiebetoleranz (Versatz)

Die Einzelscheiben können sich aus fertigungstechnischen Gründen im Verbundprozess gegeneinander verschieben.

Bei VSG aus zwei oder mehreren Gläsern wird standardmäßig jede Einzelscheibe nach DIN 1249, Teil 11 bearbeitet. Zu den Verschiebetoleranzen addieren sich die Zuschnitttoleranzen. Die längste Kante des Elements findet in der Tabelle 19 oder 20 Anwendung.



Versatz

Für Rechtecke gilt:

Für Sonderformen gilt:

Scheibe bis	Zulässiges Höchstmaß für den Versatz je VSG Nenndicke			Scheibe bis	Zulässiges Höchstmaß für den Versatz je VSG Nenndicke		
	≤ 8 mm	≤ 20 mm	> 20 mm		≤ 8 mm	≤ 20 mm	> 20 mm
≤ 2000	1,0	2,0	3,0	≤ 2000	1,5	3,0	4,5
> 2000 - 4000	2,0	2,5	3,5	> 2000 - 4000	3,0	4,0	5,5
> 4000	3,0	3,0	4,0	> 4000	4,5	5,0	6,0

Tab. 19

Tab. 20

8.3 Dickentoleranz

Das Dickenabmaß für VSG darf die Summe der einzelnen Glasscheiben, die in den Normen für Basisglas (EN 572) festgelegt sind, nicht übersteigen. Das Grenzabmaß der Zwischenschicht darf nicht berücksichtigt werden, wenn die Dicke der Zwischenschicht < 2 mm ist. Für Zwischenschichten ≥ 2 mm wird ein Abmaß von ≤ 0,2 mm berücksichtigt.

Beispiel: Verbundglas, hergestellt aus 2 x Floatglas mit einer Nenndicke von 3 mm und einer Zwischenschicht von 0,5 mm.

Nach EN 572-2 betragen bei Floatglas mit 3 mm Nenndicke die Grenzabmaße + 0,2 mm. Deshalb ist die Nenndicke 6,5 mm und die Grenzabmaße +/- 0,4 mm.

8.4 **Bearbeitung**

Bei VSG-Elementen aus zwei oder mehreren Gläsern, können Kanten der Einzelscheiben nach DIN 1249, Teil 11 KG, KGS, KMG, KGN, oder KPO ausgeführt sein. Es kann auch das Gesamtpaket an der Glaskante bearbeitet sein. Bei ESG oder TVG- Gläsern ist keine nachträgliche Egalisierung des Kantensatzes möglich. Bei Kombinationen aus nicht vorgespannten Gläsern ist eine Nachbearbeitung zulässig.

8.5 **Stempelung**

Grundsätzlich werden alle VSG-, durchwurf- und durchbruchhemmenden Kombinationen aus Floatglas ohne Stempel geliefert – falls eine Stempelung erwünscht ist, so ist dies bei der Bestellung ausdrücklich anzugeben.

8.6 **Dichtstoffkompatibilität**

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass kompatible Verglasungs- und Versiegelungsmaterialien zu unseren PVB-Folien verwendet werden. Dies ist mit Ihrem Dichtstofflieferanten bauseits zu klären.

8.7 **Richtlinien zur visuellen Beurteilung von VSG**

DIN EN 12543:1998; ergänzend gilt die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“

8.7.1 **Anwendungsbereich**

Die Norm legt Fehler in der Glasscheibe, der Zwischenschicht und Prüfverfahren in Bezug auf das Aussehen fest. Besondere Aufmerksamkeit gilt den Annahmekriterien im Sichtfeld. Diese Kriterien werden auf Erzeugnisse zum Zeitpunkt der Lieferung angewendet.

8.7.2 **Normative Verweisungen**

Die Norm enthält durch datierte und undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei starren (datierten) Verweisungen gehört die Publikation in der datierten Form zur Norm, spätere Änderungen der Publikation müssen ausdrücklich in diese Norm eingearbeitet werden. Bei undatierten Verweisungen gilt die jeweils letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN EN ISO 12543-1 und -5:

Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas – Teil 1 und 5:
Definition und Beschreibung von Bestandteilen / Maße und Bearbeitung

8.7.3 **Definition**

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Definitionen der EN ISO 12543-1, sowie die folgenden:

8.7.3.1 **Punktförmige Fehler**

Diese Fehlerart umfasst undurchsichtige Flecken, Blasen und Fremdkörper.

8.7.3.2 **Lineare Fehler**

Diese Fehlerart umfasst Fremdkörper und Kratzer oder Schleifspuren.

8.7.3.3 **Andere Fehler**

Glasfehler wie Kerben und Fehler der Zwischenschicht wie Falten, Schrumpfung und Streifen.

8.7.3.4 **Undurchsichtige Flecken**

Sichtbare Fehler im Verbundglas (z.B. Zinnflecken, Einschlüsse im Glas in der Zwischenschicht).

8.7.3.5 **Blasen**

Üblicherweise Luftblasen, die sich im Glas oder in der Zwischenschicht befinden können.

8.7.3.6 **Fremdkörper**

Jeder unerwünschte Gegenstand, der während der Herstellung in das Verbundglas eingedrungen ist.

8.7.3.7 **Kratzer oder Schleifspuren**

Lineare Beschädigung der äußeren Oberfläche des Verbundglases.

8.7.3.8 **Kerben**

Scharf zugespitzte Risse oder Sprünge, die von einer Kante in das Glas verlaufen.

8.7.3.9 **Falten**

Beeinträchtigungen, die durch Falten in der Zwischenschicht entstehen und nach der Herstellung sichtbar sind.

8.7.3.10 **Durch Inhomogenität der Zwischenschicht bedingte Streifen**

Beeinträchtigungen, die durch Falten in der Zwischenschicht entstehen und nach der Herstellung sichtbar sind.

8.7.4 **Fehler in der Oberfläche**

8.7.4.1 **Punktförmige Fehler in der Sichtfläche**

Bei Überprüfung nach dem in Abschnitt 7.1.3 angegebenen Prüfverfahren hängt die Zulässigkeit von punktförmigen Fehlern von folgendem ab:

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

Dies wird in Tabelle 21 dargestellt.

Fehler, die kleiner als 0,5 mm sind, werden nicht berücksichtigt.
Fehler, die größer als 3 mm sind, sind unzulässig.

ANMERKUNG: Die Zulässigkeit von punktförmigen Fehlern im Verbundglas ist von der Dicke des einzelnen Glases unabhängig.

ANMERKUNG: Eine Anhäufung von Fehlern entsteht, wenn vier oder mehr Fehler in einem Abstand < 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.

Die Anzahl der zugelassenen Fehler in Tabelle 21 ist zu erhöhen um 1 für einzelne Zwischenschicht, die dicker als 2 mm ist.

Fehlergröße d in mm		0,5 < d ≤ 1,0	1,0 < d ≤ 3,0			
			A ≤ 1	1 < A ≤ 2	2 < A ≤ 8	A > 8
Scheibengröße A in m ²		Für alle Größen				
Anzahl der zugelassenen Fehler	2 Scheiben	Keine Begrenzung, jedoch keine Anhäufung von Fehlern	1	2	1/m ²	1,2/m ²
	3 Scheiben		2	3	1,5/m ²	1,8/m ²
	4 Scheiben		3	4	2/m ²	2,4/m ²
	≥5 Scheiben		4	5	2,5/m ²	3/m ²

Tab. 21: Zulässige punktförmige Fehler in der Sichtfläche

21: Zulässige

8.7.4.2 Lineare Fehler in der Sichtfläche

Bei Überprüfung nach dem in Abschnitt 8.7.9 angegebenen Prüfverfahren sind lineare Fehler erlaubt wie in Tabelle 22 angegeben.

Scheibengröße	Anzahl der erlaubten Fehler mit ≥ 30 mm Länge
≤ 5 m ²	Nicht erlaubt
5 – 8 m ²	1
> 8 m ²	2

Tab. 22: Zulässige lineare Fehler in der Sichtfläche

Lineare Fehler von weniger als 30 mm Länge sind erlaubt.

8.7.5 Fehler in der Kantenfläche bei gerahmten Rändern

Bei Prüfung nach dem Verfahren von Abschnitt 8.7.9 sind Fehler, die 5 mm im Durchmesser nicht überschreiten, in der Kantenfläche zulässig. Bei Scheibenmaßen ≤ 5 m² beträgt die Breite der Kantenfläche 15 mm. Die Breite der Kantenfläche nimmt bei Scheibengrößen > 5 m² um 20 mm zu. Sind Blasen vorhanden, darf die mit Blasen versehene Fläche 5 % der Kantenfläche nicht übersteigen.

8.7.6 Kerben

Kerben sind nicht zulässig.

8.7.7 Falten und Streifen

Falten und Streifen sind in der Sichtfläche nicht erlaubt.

8.7.8 Fehler an Kanten, die nicht gerahmt werden

Verbundglas wird üblicherweise im Rahmen eingebaut; ist es ausnahmsweise ungerahmt, dann dürfen nur folgende Kantenausführungen vorhanden sein:

- geschliffene Kante
- polierte Kante
- Gehrungskanten

Nach DIN EN ISO 12543-5

Unter diesen Bedingungen sind Ausmuschelungen, Blasen, Fehler in der Zwischenschicht und Einziehungen der Zwischenschicht zulässig, wenn sie bei der Prüfung (s.Punkt 8.7.9) nicht sichtbar werden.

Sichtkanten sind bei der Bestellung vorzugeben, um eine bestmögliche Kantenqualität zu erreichen, die produktionsbedingte Abstellkante bleibt jedoch erkennbar, sowie Folienreste im Saumbereich. Ist keine Sichtkante vorgegeben, sind Folienrückstände an der Kante erlaubt.

Bei Außenverglasungen mit freier Bewitterung der Glaskanten können durch die hygros-kopische Eigenschaft der PVB-Folie in der Randzone von 15 mm Veränderungen des Farb-eindruckes produktspezifisch je nach Umgebungsbedingungen auftreten. Diese Veränderungen sind zulässig.

Bei Festmaßherstellungen von VSG können Folienüberstände insbesondere an der Stand-kante vorhanden sein.

8.7.9 Prüfverfahren

Das zu betrachtende Verbundglas wird senkrecht vor und parallel zu einem matt-grauem Hintergrund aufgestellt und diffusem Tageslicht oder gleichwertigem Licht ausgesetzt.

Der Betrachter befindet sich in einem Abstand von 2 m von der Scheibe und betrachtet sie im Winkel von 90° (wobei sich der matte Hintergrund auf der anderen Seite der Glasscheibe befindet). Fehler, die bei dieser Betrachtungsweise störend sind, müssen gekennzeichnet werden. Anschließend erfolgt die Beurteilung nach Spezifikation.

8.7.10 Farbfolien

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

Bei Nachlieferungen können Farbunterschiede auftreten.

8.7.11 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.

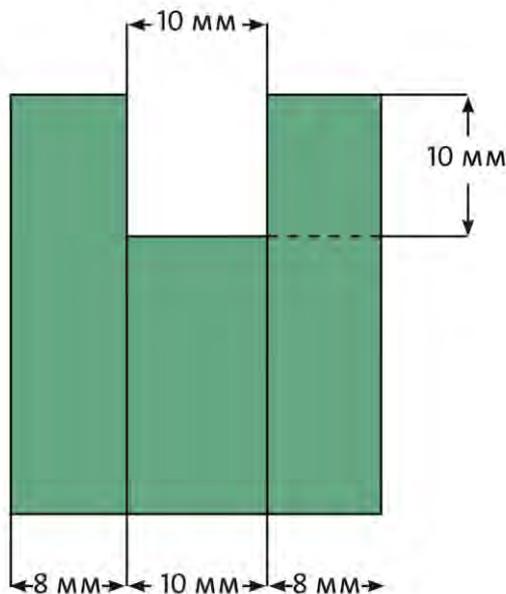
Bei VSG- Gläsern, die aus drei oder mehr Gläsern bestehen und bei denen die mittlere(n) Scheibe(n) zu den äußeren Gläsern zurückversetzt ist (sind), wird die Folie abgeschnitten, wenn die Stufenbreite gleich der

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 machbar ist, sind Rückstände produktionstechnisch nicht gänzlich zu vermeiden und stellen keinen Reklamationsgrund dar. Bei allen nicht wie oben beschriebenen Stufenausbildungen können Folienreste bei den Stufen nicht entfernt werden, dies stellt keinen Reklamationsgrund dar.

Vom Kunden sollte ein Gegenstück, das in das VSG- Element geschoben wird, bekannt gegeben werden (Breite, Tiefe...).

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



9. Isolierglas / PLANLINE (einschließlich Trockenbaurahmen)

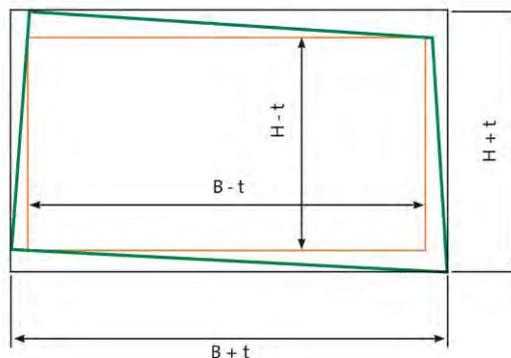
DIN EN 1279 Teil 1-6; ergänzend gilt die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“

Diese Richtlinie regelt ausschließlich Toleranzen der äußeren Beschaffenheit von Isolierglas.

**9.1 Abmessungs- bzw. Größentoleranzen Rechteckscheiben zweischiebig
(Kantenlänge)**

Kantenlänge in mm	Toleranz t bei Isolierglas aus Floatglas, ESG oder VSG 2-schiebig		
	Einzelglas- Nenndicke ≤ 8 mm	Einzelglas- Nenndicke > 8 mm	
		Jede Glasscheibe < 12 mm Nenndicke	Wenigstens eine Glasscheibe ≥ 12 mm Nenndicke
bis 500 mm	+ 1,5 / - 1,5 mm	+ 2,5 / - 1,5 mm	+ 3,0 / - 2,0 mm
bis 1000 mm	+ 2,0 / - 1,5 mm	+ 3,0 / - 1,5 mm	+ 3,0 / - 2,0 mm
bis 2000 mm	+ 2,0 / - 1,5 mm	+ 3,0 / - 1,5 mm	+ 3,0 / - 2,0 mm
bis 3000 mm	+ 2,0 / - 1,5 mm	+ 3,0 / - 2,5 mm	+ 3,5 / - 3,0 mm
bis 4000 mm	+ 2,0 / - 1,5 mm	+ 3,0 / - 2,5 mm	+ 4,0 / - 3,5 mm
bis 5000 mm	+ 3,0 / - 1,5 mm	+ 4,0 / - 3,0 mm	+ 4,5 / - 4,0 mm
bis 6000 mm	-	+ 5,0 / - 4,0 mm	+ 5,0 / - 5,0 mm

Kantenlänge in mm	Toleranz t bei Isolierglas aus VSG mehrscheibig oder Panzerglas		
	Einzelglas- Nenndicke ≤ 25 mm	Einzelglas- Nenndicke ≤ 40 mm	Einzelglas- Nenndicke > 40 mm
bis 500 mm	+ 3,0 / - 2,0 mm	+ 4,0 / - 3,0 mm	+ 4,0 / - 3,0 mm
bis 1000 mm	+ 3,0 / - 2,0 mm	+ 4,0 / - 3,0 mm	+ 4,0 / - 3,0 mm
bis 2000 mm	+ 3,0 / - 2,0 mm	+ 4,0 / - 3,0 mm	+ 4,0 / - 3,0 mm
bis 3000 mm	+ 3,5 / - 3,0 mm	+ 4,5 / - 4,0 mm	+ 4,5 / - 4,0 mm
bis 4000 mm	+ 4,0 / - 3,5 mm	+ 5,0 / - 4,5 mm	+ 5,0 / - 4,5 mm
bis 5000 mm	+ 4,5 / - 4,0 mm	+ 5,5 / - 5,0 mm	+ 5,5 / - 5,0 mm
bis 6000 mm	+ 5,0 / - 5,0 mm	+ 6,0 / - 5,0 mm	+ 6,0 / - 5,0 mm



9.2 Größentoleranzen Modellscheiben für Isolierglas zweischiebig

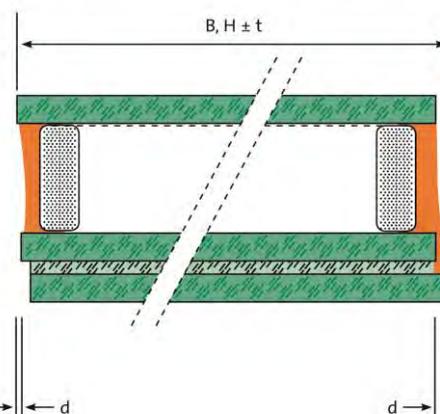
Die Größentoleranzen betragen bei Modellscheiben das Zweifache der Größentoleranzen Rechteckscheiben für Isolierglas zweischiebig, jedoch mindestens +/- 5 mm.

9.3 Größentoleranzen Rechteckscheiben für Isolierglas dreischiebig

Die Größentoleranzen betragen bei Rechteckscheiben das 1,5 fache der Größentoleranzen Rechteckscheiben für Isolierglas zweischiebig.

9.4 Größentoleranzen Modellscheiben für Isolierglas dreischiebig

Die Größentoleranzen betragen bei Modellscheiben das Zweifache der Größentoleranzen Rechteckscheiben für Isolierglas dreischiebig, jedoch mindestens +/- 6 mm.



9.5 Verschiebetoleranz / Versatz

Aus produktionstechnischen Gründen können sich die Einzelgläser beim Isolierglasverbundprozess

gegeneinander verschieben. Deshalb ist ein Versatz (d) möglich. Die Größertoleranz (t) schließt die mögliche Verschiebetoleranz/Versatz (d) ein.

Kantenlänge in mm	Höchstmaß für den Versatz d (mm)		
	Einzelglasdicke		
	≤ 8 mm	≤ 25 mm	> 25 mm
bis 1000 mm	1,5	2,0	2,5
bis 2000 mm	2,0	2,0	2,5
bis 3000 mm	2,0	2,5	3,0
bis 4000 mm	2,5	3,0	3,5
bis 5000 mm	2,5	3,0	3,5
über 5000 mm	3,0	3,5	4,0

9.6 Randverbund

Die Ausführung des Randverbundes entspricht der Systemspezifikation „Mehrscheiben-Isolierglas“ nach EN 1279. Die Toleranz für die Randverbundbreite beträgt + 2,5 mm (bei Scheibenabmessungen > 8 m² gilt: + 4 mm)

9.7 Dickentoleranz am Randverbund

Aufbau/Glasart	Einzeldicke	Dickentoleranz
Isolierglas zweischiebig aus 2 x Floatglas nach EN 572	≤ 10 mm	Basis +/- 1,0 mm
Isolierglas dreischiebig aus 3 x Floatglas nach EN 572	≤ 10 mm	Basis +/- 1,5 mm
Kombination aus Floatglas nach EN 572	> 10 mm	additiv + 0,5 mm
Kombination mit 1 x ESG nach EN 12150 aus Floatglas	≤ 10 mm	additiv + 0,5 mm
Kombination mit 1 x ESG nach EN 12150 aus Floatglas	> 10 mm	additiv + 1,0 mm
Kombination mit 1 x ESG nach EN 12150 aus Gußglas	≤ 8 mm	additiv + 1,0 mm
Kombination mit 1 x VSG 2-schiebig nach EN 12543 aus Floatglas	≤ 12 mm	additiv + 0,5 mm
Kombination mit 1 x VSG 2-schiebig nach EN 12543 aus Floatglas	≤ 24 mm	additiv + 1,0 mm
Kombination mit Sicherheitsglas	≤ 25 mm	additiv + 1,0 mm
Kombination mit Sicherheitsglas	≤ 40 mm	additiv + 1,5 mm
Kombination mit Sicherheitsglas	> 40 mm	additiv + 2,5 mm

Tab. 23

9.8 Mittendicke/Planität

Bei der Fertigung darf die Durchbiegung je Scheibe im Schnittpunkt der Diagonalen von der Rand-dicke um nicht mehr als +/- 2 mm abweichen. Abweichend von den Herstellungsbedingungen können aufgrund des Doppelscheibeneffekts (siehe 4.2.2 der Richtlinie) zusätzliche Verformungen auftreten.

9.9 Randentschichtung

In Abhängigkeit vom Schichtsystem („Low E-Beschichtungen“) wird im Randverbundbereich einer Isolierglaseinheit die Beschichtung in der Regel durch Schleifen entfernt. Dadurch können Bearbeitungsspuren sichtbar werden, so dass sich diese Glasfläche vom nicht entschichteten Bereich unterscheidet. Dies gilt auch für den Glasüberstand bei Stufenisolierglas (s.a. Punkt 9.11).

9.10 Abstandhalter

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

Nach gesetzlichen Vorgaben muss Isolierglas im Abstandhalter gekennzeichnet werden. Farbe, Größe, Art und Anbringung können fertigungstechnisch bedingt jedoch unterschiedlich sein.

9.11 Stufenisoliertglas

Der ungeschützte Standardrandverbund (Polysulfid) beim Stufenisoliertglas ist grundsätzlich bauseits (z.B. durch ein entsprechendes Schattenblech) zu schützen. Als Alternative ist hier eine Fertigung mit UV-beständigem Silikon-Randverbund möglich - dieser behält auch bei direkter Sonnenbestrahlung seine Dichtungsfunktion. Allerdings weist ein UV-Randverbund eine deutlich höhere Gasdiffusionsrate für die üblicherweise verwendeten Füllgase (Argon) auf, deshalb ist der Scheibenzwischenraum (SZR) grundsätzlich nur mit Luft befüllt (Verschlechterung des U_g -Wertes). Die Maßtoleranzen des Stufenüberstandes bei Isoliertverglasungen betragen +/- 2 mm bei einem Stufenüberstand bis 100 mm und +/- 4 mm bei einem Stufenüberstand bis 250 mm.

Hinweis: Wir empfehlen bei einem Stufenüberstand > 100 mm die Außenscheibe grundsätzlich in ESG auszuführen.

9.12 Isoliertglas mit Siebdruck

Die Licht- und Gesamtenergiedurchlässigkeit ist im Wesentlichen vom Bedruckungsgrad (BDG) der ESG-Scheibe abhängig. Je höher der BDG und je dunkler die gewünschte Farbe, desto geringer ist der Strahlungsdurchlassgrad. Ein BDG von 60 % sollte im Fensterbereich nicht überschritten werden, da ansonsten durch die sehr hohe Absorption der Sonnenstrahlung die Randverbundbelastung durch den entstehenden Pumpeffekt sehr hoch ist. Es ist daher von einer deutlich verminderten Lebensdauer für das Isoliertglas auszugehen; die übliche Isoliertglasgarantie entfällt. Bei großflächiger Bedruckung kann es bei Einbau vor hellem Hintergrund zur Beeinträchtigung der Optik (Stichwort „Streifenbildung“) kommen. Dies ist ausschließlich produktionsbedingt und deshalb kein Reklamationsgrund.

Der Scheibenzwischenraum (SZR) sollte bei einem BDG > 25 % nicht mehr als 12 mm betragen. Bei geringeren BDG (≤ 25 %) ist maximal 16 mm SZR möglich.

9.13 Dichtstoffkompatibilität

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass kompatible Verglasungs- und Versiegelungsmaterialien zu unserem Randverbund verwendet werden. Dies ist mit Ihrem Dichtstofflieferanten bauseits zu klären.