



glaströsch

TOLERANZEN HANDBUCH

Richtlinien zur Beurteilung der Basiserzeugnisse und Veredelungsprodukte





1. Auflage 11/2011

Herausgeber:

Glas Trösch Holding AG, CH-4922 Bützberg

Die in diesem Handbuch aufgeführten Daten entsprechen dem aktuellen Stand bei Drucklegung und können sich ohne vorherige Ankündigung ändern.

Eine Veröffentlichung ist ohne ausdrückliche Zustimmung nicht gestattet.

Vorwort

Das Handbuch dient zur Beurteilung von Toleranzen und physikalischen Erscheinungen im Glas. Die Schwerpunkte liegen im Bereich Floatglas und den daraus veredelten Produkten Einscheibensicherheitsglas (ESG), Verbundsicherheitsglas (VSG) und Isolierglas (ISO). Die Grundlagen dafür bilden die derzeit gültigen SN EN Normen, die Glasnormen vom Schweizerischen Institut für Glas am Bau (SIGAB) sowie ergänzend die Richtlinien zur visuellen Beurteilung des Bundesverband Flachglas e.V. Troisdorf und des BIV des Glaserhandwerks Hadamar.

Die Vielzahl der Normen stellen in der Praxis grosse Anforderungen an den Anwender, da sie spezifisch angewendet werden und teilweise schwierig zu interpretieren sind. Dieses Handbuch soll helfen, Schwierigkeiten zu überwinden und Unklarheiten zu beseitigen, damit Unstimmigkeiten sicher und korrekt beurteilt werden können. Die nachfolgende Tabelle zeigt, in welchen Kapiteln die spezifischen Beurteilungsgrundlagen zu finden sind und soll dem Anwender als Übersicht dienen:

Glaserzeugnisse im	Gegenstand der Beurteilung	Glaserzeugnis	Kapitel
uneingebauten Zustand	▪ Dickentoleranzen	▪ Basisgläser: Bandmasse, Festmasse	1
	▪ Zuschnittstoleranzen	▪ Basisgläser: Festmasse	2
	▪ Kantenbearbeitungs- Lochbohrungs- ▪ Ausbruchstoleranzen	▪ Basisgläser: Festmasse	3
	▪ visuelle Qualitätsprüfung	▪ Basisgläser: Festmasse	3.3
	▪ Dicken- und Masstoleranzen ▪ spezifische Toleranzen	▪ ESG ▪ ESG-H ▪ TVG	4
	▪ spezifische Toleranzen von Glas mit Siebdruck oder Emaillierung	▪ ESG ▪ ESG-H ▪ TVG	5
	▪ Dicken- und Masstoleranzen ▪ spezifische Toleranzen	▪ VSG ▪ ISO	6 7
	eingebauten Zustand	▪ visuelle Qualitätsprüfung	▪ ESG ▪ ESG-H ▪ TVG ▪ VSG ▪ ISO
▪ visuelle Qualitätsprüfung von Glas mit Siebdruck oder Emaillierung		▪ ESG ▪ ESG-H ▪ TVG ▪ VSG ▪ ISO	5.2

Das Handbuch Toleranzen ist die Grundlage unserer Liefer- und Verkaufsbedingungen.
Die aktuelle Version finden Sie im Internet unter www.glastroesch.ch.



Tab. 1: Kapitelaufteilung

Inhaltsverzeichnis

1	BASISGLÄSER	9
1.1	Dickentoleranzen für Basisgläser	10
1.2	Visuelle Qualität Bandmasse	10
2	ZUSCHNITT	11
2.1	Kanten (Abschrägung).....	11
2.2	Rückschnitt bei Floatglas.....	12
2.2.1	Rückschnitt bei ESG, VSG, ISO	12
2.3	Verfahren zur Bestimmung von Massen und Rechtwinkligkeit	13
2.3.1	Toleranz für Floatglas Festmasse	14
2.3.2	Toleranz für Ornamentglas Festmasse	14
2.4	Zurückliegende und hervortretende Fehler	14
3	BEARBEITUNG.....	19
3.1	Kantenbearbeitung.....	19
3.1.1	Schnittkante (KG).....	19
3.1.2	Kante gesäumt (KGS)	20
3.1.3	Kante rodiert (KGN).....	21
3.1.4	Kante poliert (KPO).....	21
3.1.5	Kantenbearbeitungstoleranzen	22
3.2	Toleranzen für Bohrungsdurchmesser und Ausbrüche	23
3.2.1	Lochbohrungslagen.....	24
3.3	Visuelles Prüfverfahren von Festmassen	25
3.3.1	Beurteilung Floatglas.....	25
3.3.2	Beurteilung Ornamentglas.....	26
4	SWISSDUREX ESG/ESG-H/TVG	27
4.1	Physikalische Eigenschaften.....	27
4.2	Verfahren zur Bestimmung von Massen und Rechtwinkligkeit	28
4.3	Verwerfung von ESG, ESG-H und TVG.....	29
4.4	Bearbeitungen	31
4.5	Beurteilung der Bruchbilder von vorgespanntem Glas ESG und TVG	31
4.5.1	Bruchverhalten ESG	31
4.5.2	Bruchverhalten TVG	31
4.6	Glasdicken in Abhängigkeit der Grösse	32
4.7	Heisslagerungstest (Heat-Soak-Test)	33
4.8	Visuelles Prüfverfahren ESG, ESG-H und TVG am Bau	33

5	SWISSDUREX DECO	35
5.1.1	Übersicht der Auftragsverfahren und deren Eigenschaften	35
5.2	Visuelles Prüfverfahren von bedrucktem Glas am Bau	36
5.2.1	Geltungsbereich.....	36
5.2.2	Prüfung	37
5.2.3	Beurteilungszonen.....	37
5.2.4	Fehlerarten/Toleranzen für vollflächig/teilflächig emailierte Gläser	38
5.2.5	Fehlerarten/Toleranzen für bedruckte Gläser mit Dekor	39
5.2.6	Beurteilung des Farbeindruckes am Bau	39
6	SWISSLAMEX VSG	41
6.1	Dickentoleranzen.....	41
6.2	Masstoleranzen	41
6.3	Verschiebetoleranz/Versatz.....	41
6.4	Bearbeitung	42
6.5	Richtlinien zur Beurteilung der visuellen Qualität	42
6.5.1	Punktförmige Fehler in der Sichtfläche	43
6.5.2	Linienartige Fehler in der Sichtfläche	43
6.5.3	Fehler in der Kantenfläche (Falzzone) bei gerahmten Rändern.....	43
6.5.4	Fehler bei Glas mit sichtbarer Kante	44
6.5.5	Farbfolien.....	44
6.5.6	VSG mit Stufen	44
6.6	Visuelles Prüfverfahren VSG am Bau	44
7	ISOLIERGLAS SILVERSTAR	45
7.1	Dickentoleranzen.....	45
7.1.1	2-fach-Isolierglas	46
7.1.2	3-fach-Isoliergläser	46
7.2	Planität.....	46
7.3	Verfahren zur Bestimmung von Massen und Rechtwinkligkeit	47
7.4	Randentschichtung	48
7.5	Abstandhalter	48
7.6	Anisotropien bei Isolierglas	49
7.7	Visuelles Prüfverfahren Isolierglas am Bau	49

8	BEURTEILUNG DER VISUELLEN QUALITÄT VON GLAS AM BAU	51
8.1	Richtlinien zur Beurteilung der visuellen Qualität	51
8.2	Geltungsbereich	51
8.3	Visuelles Prüfverfahren	52
8.3.1	Beurteilungszonen	53
8.3.2	Fehlerarten/Toleranzen	54
8.4	Funktionelle Eigenschaften der Glaserzeugnisse	55
8.5	Visuelle Eigenschaften von Glas	55
8.5.1	Eigenfarbe	55
8.5.2	Farbunterschiede bei Beschichtungen	55
8.5.3	Bewertung des sichtbaren Bereichs des Isolierglas-Randverbundes	55
8.5.4	Isolierglas mit innenliegenden Sprossen	56
8.5.5	Aussenflächenbeschädigungen	56
8.5.6	Physikalische Merkmale	57
8.6	Begriffserläuterungen.....	57
8.6.1	Interferenzerscheinungen.....	57
8.6.2	Isolierglaseffekt (Doppelscheibeneffekt).....	57
8.6.3	Anisotropien (Irisation).....	58
8.6.4	Kondensation auf Scheiben-Aussenflächen (Tauwasserbildung)	58
8.6.5	Benetzbarkeit von Glasoberflächen	59
9	QUALITÄTSMANAGEMENT GLAS TRÖSCH SCHWEIZ	61
10	MERKBLÄTTER.....	63
11	TABELLENVERZEICHNIS	64
12	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	65
13	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	66

Das Toleranzenhandbuch sowie weitere informative Broschüren finden Sie auch auf unserer Internetseite:
www.glastroesch.ch



1 Basisgläser

Für Basisgläser gelten folgende Normen:

SN EN 572-1 Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas
Teil 1 – Definition und allgemein physikalische und mechanische Eigenschaften

SN EN 572-2 Glas im Bauwesen, Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas
Teil 2 – Floatglas

SN EN 572-5 Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas
Teil 5 – Ornamentglas

SN EN 572-8 Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas
Teil 8 – Liefermasse und Festmasse

1.1 Dickentoleranzen für Basisgläser

Aus den erwähnten Normen lassen sich die Toleranzen der Nenndicken für die unterschiedlichen Glassorten bestimmen.

Nenndicke [mm]	Grenzen und Toleranzen der Dicke [mm]	
	Floatglas	Ornamentglas
3	± 0,2	± 0,5
4	± 0,2	± 0,5
5	± 0,2	± 0,5
6	± 0,2	± 0,5
8	± 0,3	± 0,8
10	± 0,3	± 1,0
12	± 0,3	
15	± 0,5	
19	± 1,0	
25	± 1,0	

wird nicht
hergestellt

1.2 Visuelle Qualität Bandmasse

Für die visuelle Beurteilung der Basisgläser in Bandmassen und Liefermassen gelten die jeweiligen Normen (SN 572-2 bis 572-8) der entsprechenden Glasart. Die Beurteilung der Bandmasse wird hier nicht behandelt. Die Beurteilung der Festmasse folgt in Kapitel 2.



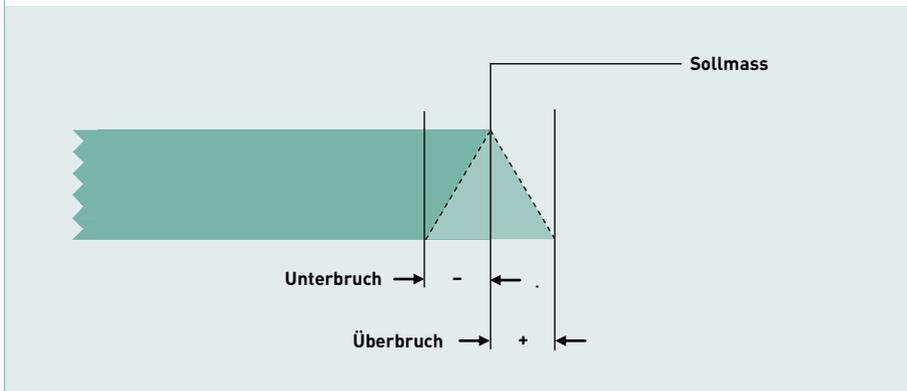
Tab. 2: Dickentoleranzen

2 Zuschnitt

Für den Zuschnitt gilt: SN EN 572-8

2.1 Kanten (Abschrägung)

Das Brechen von Floatglas kann zu einem Schrägbruch führen, dessen Toleranzbereich von der jeweiligen Glasdicke abhängig ist.



Glasdicke [mm]	Toleranz Über- bzw. Unterbruch [mm]
4	< 1,0
5	< 1,25
6	< 1,5
8	< 2,0
10	< 2,5
12	< 3,0
15	< 3,75
19	< 4,75
25	< 6,25



Abb. 1: Skizze Schrägbruch



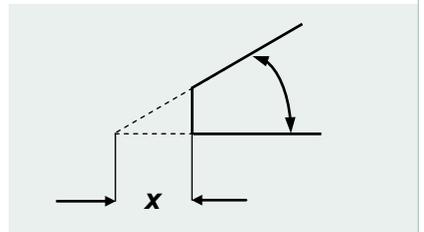
Tab. 3: Schrägbruchtoleranzen



2.2 Rückschnitt bei Floatglas

Bei Skizzenscheiben (nicht rechteckig – spitze Winkel) kommen folgende Rückschnitte zur Anwendung:

Winkel [Grad]	Rückschnitt x [mm]
$\leq 12,5^\circ$	- 30,0
$\leq 20^\circ$	- 10,0
$\leq 35^\circ$	- 12,0
$\leq 45^\circ$	- 8,0



2.2.1 Rückschnitt bei ESG, VSG, ISO

Winkel [Grad]	Rückschnitt x in [mm]
$\leq 12,5^\circ$	- 65,0
$\leq 20^\circ$	- 33,0



Abb. 2: Beispiel eines Schrägbruches



Tab. 4: Rückschnitt bei Floatglas



Abb. 3: Skizze Rückschnitt



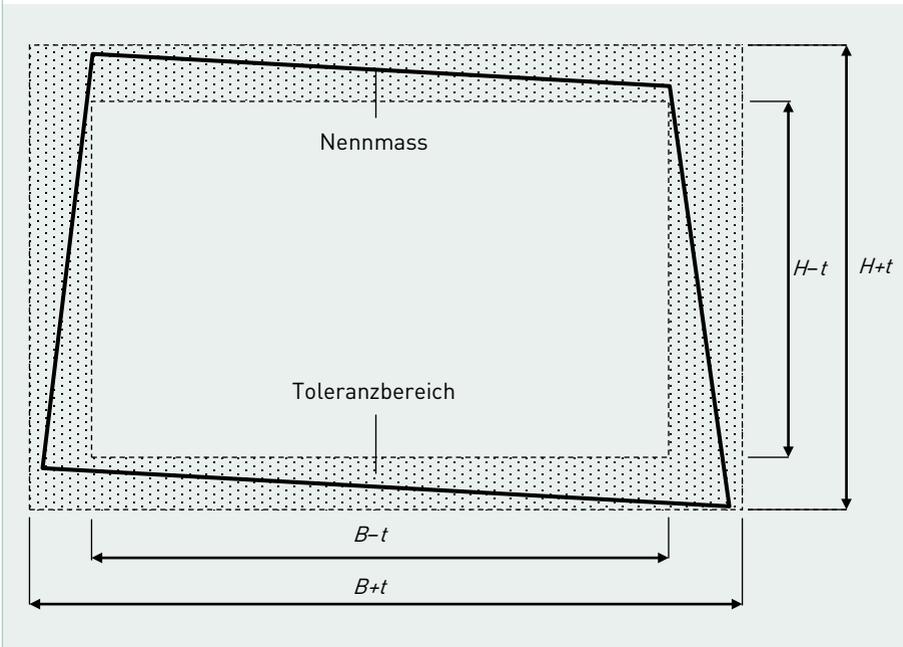
Tab. 5: Rückschnitt bei ESG, VSG und ISO

2.3 Verfahren zur Bestimmung von Massen und Rechtwinkligkeit

Bei vorgegebenen Nennmassen für die Länge H und die Breite B muss die Scheibe in einem Toleranzbereich gefertigt sein, der

- die Toleranzgrenze $(H+t)$ und $(B+t)$ vom Nennmass ausgehend nicht überschreitet und
- die Toleranzgrenze $(H-t)$ und $(B-t)$ vom Nennmass ausgehend nicht unterschreitet

Die Seiten des vorgegebenen Toleranzrahmens müssen parallel zueinander verlaufen sowie einen gemeinsamen Mittelpunkt aufweisen.



Die Toleranzen der Masse und Rechtwinkligkeit der Festmasse sind abhängig von der Glasart, der Glasdicke und den Abmessungen.



Abb. 4: Bestimmungsrechteck Floatglas

2.3.1 Toleranz für Floatglas Festmasse

Dicke [mm]	Toleranz t [mm]		
	$(H, B) \leq 1,5 \text{ m}$	$1,5 \text{ m} < (H, B) \leq 3,0 \text{ m}$	$(H, B) > 3,0 \text{ m}$
3, 4, 5, 6	1,0	1,5	2,0
8, 10, 12	1,5	2,0	2,5
15	2,0	2,5	3,0
19, 25	2,5	3,0	3,5

2.3.2 Toleranz für Ornamentglas Festmasse

Dicke in [mm]	Toleranz t [mm]		
	$(H, B) \leq 1,5 \text{ m}$	$1,5 \text{ m} < (H, B) \leq 3,0 \text{ m}$	$(H, B) > 3,0 \text{ m}$
3, 4, 5, 6	1,0	1,5	2,0
8, 10	1,5	2,0	2,5

2.4 Zurückliegende und hervortretende Fehler

Mögliche Fehler sind auf den folgenden Bildern dargestellt. Die illustrierten Fehler sind nur bei Schnittkanten und gesäumten Kanten zulässig, sofern sie eine bestimmte Grösse nicht überschreiten. Diese ist abhängig vom späteren Verwendungszweck bzw. von der Weiterverarbeitung des Glases und muss fallspezifisch beurteilt werden.



Tab. 6: Abmessungstoleranzen für Floatglas Festmasse



Tab. 7: Abmessungstoleranzen für Ornamentglas Festmasse



Abb. 5: Beschädigte Ecke



Abb. 6: Ausmuschelung in der Kante

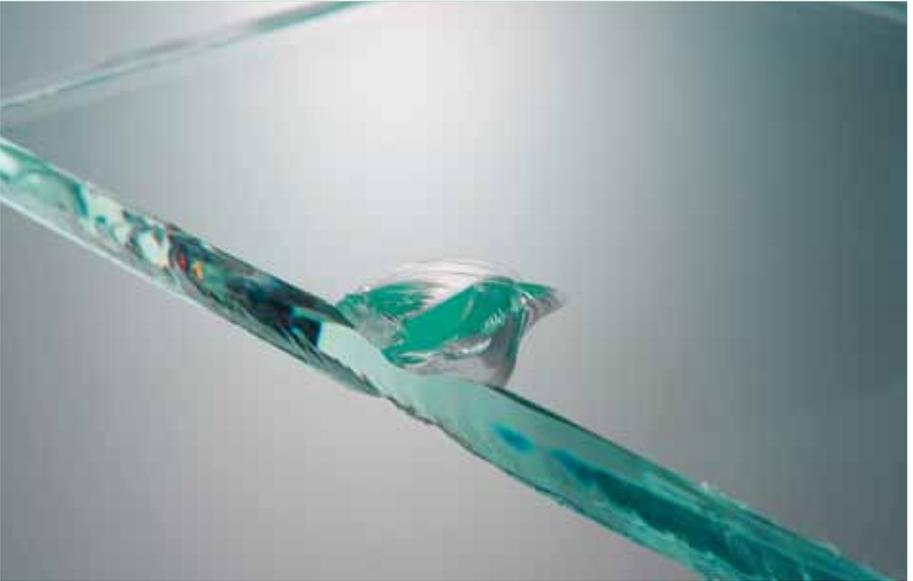


Abb. 7: Ausmuschelung in der Fläche



Abb. 8: Unsauberer Bruch bei Dickglas



Abb. 9: Schweiß beim Bruch



3 Bearbeitung

3.1 Kantenbearbeitung

Entsprechend den Anforderungen werden die unterschiedlichen Kantenbearbeitungen angewendet. Die Toleranzen in der Bearbeitung sind von der Kantenbearbeitung abhängig.

Kantenbezeichnung	Bez.	Saum	Kante (Fläche stirnseitig)
Schnittkante	KG	keine Bearbeitung	Schnittkante
Kante gesäumt	KGS	gebrochen, Ausmuschelungen	Schnittfläche sichtbar
Kante geschliffen / rodiert	KGN	matt ohne Muscheln, ca. 1–2 mm	Matt ohne Muscheln, Schnittfläche nicht sichtbar
Kante poliert	KPO	glänzend ohne Muscheln, ca. 1–2 mm	glänzend ohne Muscheln, Schnittfläche nicht sichtbar

Polierte und rodierte Kanten gibt es in verschiedenen geometrischen Ausführungen: Gehrung, C-Schliff, Rundkante oder Stufenschliff.

3.1.1 Schnittkante (KG)

Die Schnittkante entsteht beim Anritzen und anschliessendem Brechen des Glases entlang des Schnittes. Die Ränder der Schnittkante sind scharfkantig. In der Schnittkante sind die Wallnerlinien (leichte Wellenlinien auf der Glaskante, welche beim Brechen des Glases entstehen) quer zu den Rändern sichtbar.

Schnittkanten sind in aller Regel glatt gebrochen, können aber bei Skizzenscheiben auch unregelmässige Bruchstellen aufweisen. Muscheln, die nicht grösser als 3 mm sind und die Glasdicke nicht mehr als 15 % reduzieren, sind tolerabel.



Tab. 8: Übersicht Kantenbearbeitungen



3.1.2 Kante gesäumt (KGS)

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



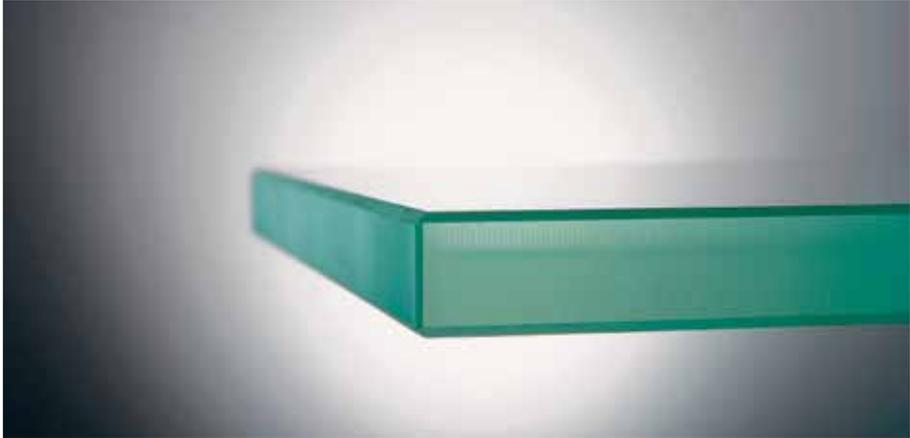
Abb. 10: Schnittkante



Abb. 11: Kante gesäumt

3.1.3 Kante rodiert (KGN)

Die Glaskante wird ganzflächig auf Mass geschliffen. Die rodierte/geschliffene Kante hat ein schleifmattes Aussehen. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind unzulässig.



3.1.4 Kante poliert (KPO)

Die polierte Kante wird ganzflächig auf das Mass geschliffen und poliert. Matte oder blanke (Schnittfläche) Stellen sind nicht zulässig. Je nach Bearbeitungsmaschine entstehen sichtbare und spürbare Polierspuren respektive Polierriefen, welche zulässig sind.



Abb. 12: Kante rodiert



Abb. 13: Kante poliert

3.1.5 Kantenbearbeitungstoleranzen

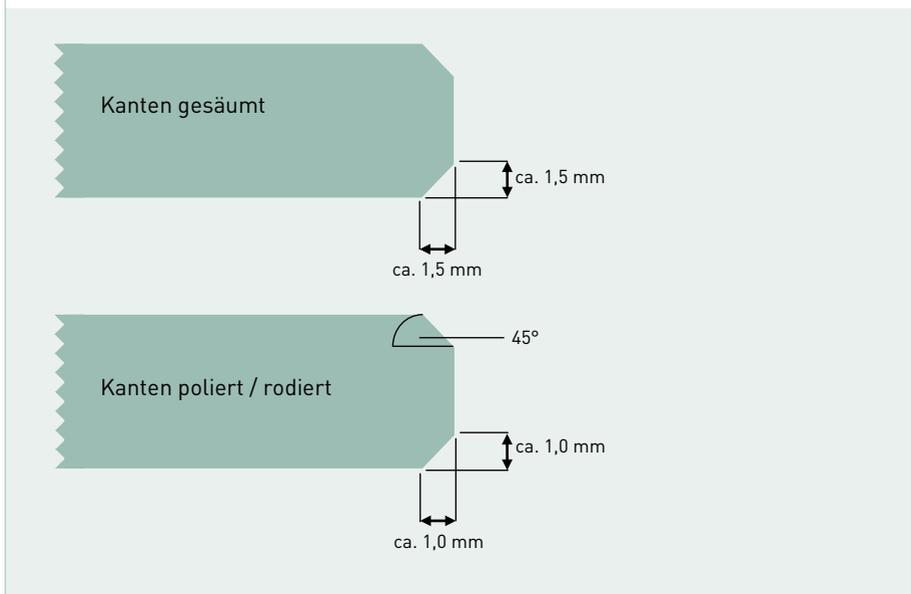
Für die Abmessungen der Gläser mit bearbeitenden Kanten gelten die folgenden Toleranzen:

Kantenausführung	≤ 1 m Kantenlänge	> 1 m Kantenlänge
Gesäumte Kante	± 1,0 mm	± 1‰ der Kantenlänge
Rodierte und polierte Kante	± 1,0 mm	± 1‰ der Kantenlänge

Für den Saum gelten folgende Toleranzen:

Bearbeitungsart	Querschnitt	Toleranz
Gesäumte Kante	Kante mehr oder weniger gebrochen (ca. 1,5 x 1,5 mm)	ca. ± 1,0 mm
Rodierte / polierte Kante	1,0 x 1,0 mm 45°	- 0,5 / + 1,0 mm ± 5°

Der Saum muss in jedem Fall in einem vernünftigen Verhältnis zur Glasdicke stehen.



Tab. 9: Rechteck-Toleranz für bearbeitete Kanten



Tab. 10: Toleranz beim Saum

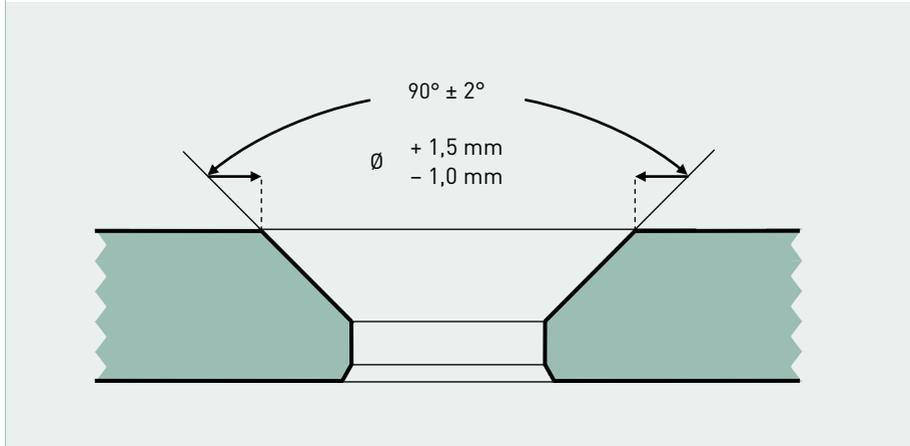


Abb. 14: Querschnitt Saum

3.2 Toleranzen für Bohrungsdurchmesser und Ausbrüche

Toleranzen für die Abmessungen der Bohrungen und der Ausbrüche:

Abmessung (\emptyset oder Größe des Ausbruchs)	Toleranz
≤ 20 mm	$\pm 0,5$ mm
> 20 mm ≤ 60 mm	$\pm 1,0$ mm
> 60 mm	$\pm 2,0$ mm
Senkloch	$+ 1,5 / - 1,0$ mm
Ansenkung 90°	$\pm 2^\circ$



Tab. 11: Toleranzen Ausschnitte und Bohrungen



Abb. 15: Bohrungstoleranzen

3.2.1 Lochbohrungslagen

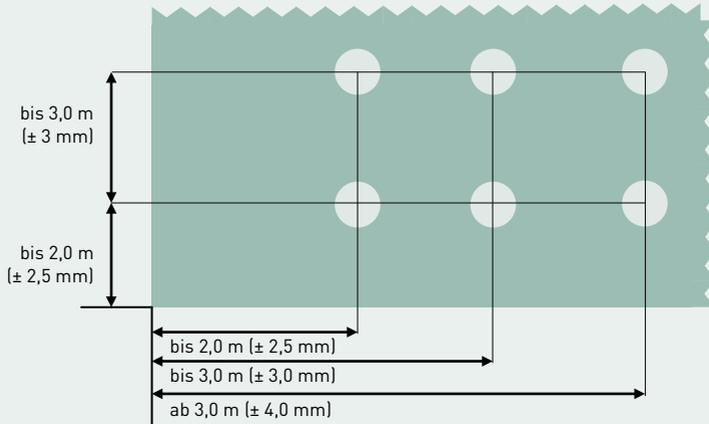


Abb. 16: Lagetoleranzen Lochbohrungen

3.3 Visuelles Prüfverfahren von Festmassen

Die Beurteilung erfolgt nach SN EN 572-8

Die visuelle Qualität kann durch punktförmige Fehler (Blasen, Steinchen usw.), lineare oder langgestreckte Fehler (Scheuerflecken, Kratzer, Linien, Rückstände, Abdrücke usw.) sowie durch Fehler im Dessin oder im Drahtnetz beeinträchtigt werden.

- Punktförmige Fehler werden aufgrund von Anzahl und Grösse beurteilt (Messverfahren)
- Lineare oder langgestreckte Fehler werden durch visuelle Betrachtung beurteilt
- Fehler im Dessin oder im Drahtnetz werden durch Messung der Abweichung beurteilt

3.3.1 Beurteilung Floatglas

Die untenstehende Tabelle hält die Anzahl der zulässigen punktförmigen Fehler fest.

Fehlerkategorie	Fläche der Scheibe [S] [m ²]		
	$S \leq 5,0$	$5,0 < S \leq 10,0$	$10,0 < S \leq 20,0$
Kerngrösse punktförmige Fehler [mm]			
	Anzahl zulässige Fehler		
> 0,2 und $\leq 0,5$	unbegrenzt		
> 0,5 und $\leq 1,0^a$	2	3	5
> 1,0 und $\leq 3,0$	nicht zulässig	1	1
> 3,0	nicht zulässig		

^a Der Mindestabstand zwischen Fehlern dieser Kategorie darf nicht weniger als 500 mm betragen

Um lineare und langgestreckte Fehler (Flecken oder Kratzer, welche eine grössere Länge oder Fläche einnehmen) zu beurteilen, wird die Glasscheibe unter Beleuchtungsbedingungen, die etwa diffusem Tageslicht entsprechen, vor einer mattschwarzen Fläche betrachtet. Die zu prüfende Glasscheibe wird vor dieser senkrecht und parallel dazu aufgestellt. Der Beobachtungspunkt muss 2,0 m von der Glasscheibe entfernt und die Beobachtungsrichtung senkrecht zur Glasoberfläche sein, um so die visuell störenden Fehler festzustellen.



Tab. 12: Beurteilung von Floatglas

3.3.2 Beurteilung Ornamentglas

Grundsätzlich gilt, dass der Verlauf der Struktur parallel zum Höhenmass verläuft. Ausnahmen sind erlaubt – wenn ausdrücklich erwünscht – mit dem Verweis auf eine Skizze, die den Verlauf klar aufzeigt. Die untenstehende Tabelle hält die zulässigen Fehler für kugelförmige, quasikugelförmige, längliche und punktförmige Fehler fest.

Art des Fehler	Zulässige Fehlergrenzen für Fehler verschiedener Durchmesser [mm]		
	≤ 2,0	> 2,0 ≤ 5,0	> 5,0
kugelförmig und quasi-kugelförmig	unbegrenzt zulässig	2 je m ²	nicht zulässig

Art des Fehlers	Breite des Fehlers	Zulässige Fehler für Fehler in verschiedenen Längen [mm]				
		≤ 4,0	≤ 8,0	> 8,0	> 4,0 ≤ 25,0	> 25,0
längliche punktförmige Fehler	≤ 2,0	unbegrenzt zulässig			Summe der Längen ≤ 80 je m ²	nicht zulässig
	> 2,0		2 je m ²	nicht zulässig		

nicht zutreffend

Um lineare und langgestreckte Fehler (Flecken oder Kratzer, welche eine grössere Länge oder Fläche einnehmen) zu beurteilen, wird die Glasscheibe unter Beleuchtungsbedingungen, die etwas diffusem Tageslicht entsprechen, vor einer mattschwarzen Fläche betrachtet. Die zu prüfende Glasscheibe wird vor dieser senkrecht 3,0 m parallel dazu aufgestellt. Der Beobachtungspunkt muss 1,5 m von der Glasscheibe entfernt und die Beobachtungsrichtung senkrecht zur Glasoberfläche sein, um so die visuell störenden Fehler festzustellen.



Tab. 13: Beurteilung von Ornamentglas

4 SWISSDUREX ESG/ESG-H/TVG

4.1 Physikalische Eigenschaften

Durch die thermische Vorspannung von Floatglas (inkl. beschichtete Gläser) oder Ornamentglas werden die physikalischen Eigenschaften des Ausgangsproduktes verändert.

Glas	zulässige Biegezugspannungen ^b		ΔT	Sicherheitsglas	Bruchbild	geltende Normen
	Überkopfverglasung	Vertikalverglasung				
Float ungehärtet	12 N/mm ²	18 N/mm ²	40 K	nein	grosse Bruchstücke	
Ornamentglas ungehärtet	8 N/mm ²	10 N/mm ²	40 K	nein	grosse Bruchstücke	
Ornamentglas gehärtet ESG	37 N/mm ²	37 N/mm ²	150 K	ja	Krümel	SN EN 12150
ESG	50 N/mm ²	50 N/mm ²	150 K	ja	Krümel	SN EN 12150
ESG-H	50 N/mm ²	50 N/mm ²	150 K	ja	Krümel	SN EN 14179
TVG	29 N/mm ²	29 N/mm ²	100 K	nein	grosse Bruchstücke	SN EN 1863
ESG / ESG-H bedruckt	30 N/mm ²	30 N/mm ²	150 K	ja	Krümel	EN 12150 / EN 14179
TVG bedruckt	18 N/mm ²	18 N/mm ²	100 K	nein	grosse Bruchstücke	SN EN 1863

^b Nach SIGAB. Bei Überkopfverglasungen ist das Glas nur als obere Scheibe eines Mehrscheibenisoliertes über einem VSG zulässig.



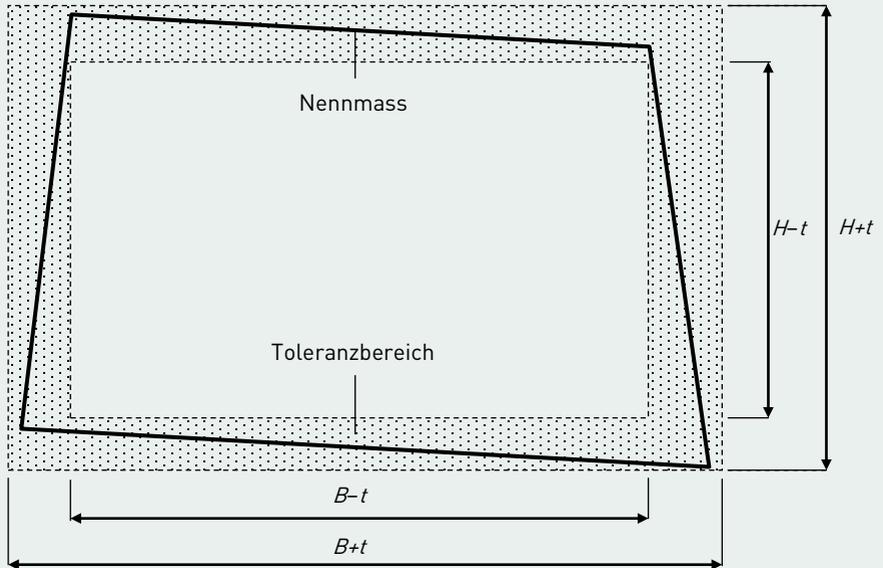
Tab. 14: Eigenschaften im Vergleich

4.2 Verfahren zur Bestimmung von Massen und Rechtwinkligkeit

Bei vorgegebenen Nennmassen für die Länge H und die Breite B muss die Scheibe in einem Toleranzbereich gefertigt sein, der

- die Toleranzgrenze $(H+t)$ und $(B+t)$ vom Nennmass ausgehend nicht überschreitet und
- die Toleranzgrenze $(H-t)$ und $(B-t)$ vom Nennmass ausgehend nicht unterschreitet

Die Seiten des vorgegebenen Toleranzrahmens müssen parallel zueinander verlaufen sowie einen gemeinsamen Mittelpunkt aufweisen.



Die Toleranzen der Masse und Rechtwinkligkeit der Festmasse sind abhängig von der Glasart, der Glasdicke und den Abmessungen.



Tab. 15: Bestimmungsrechteck ESG, ESG-H, TVG

Es gelten folgende Toleranzen für Rechtwinkligkeit und Masse für ESG und ESG-H:

Nennmasse der Seite, <i>B</i> oder <i>H</i> [m]	Toleranz (<i>t</i>) [mm]	
	Nennstärke ≤ 12	Nennstärke > 12
≤ 2,0	± 2,5 (horizontales Herstellungsverfahren) ± 3,0 (vertikales Herstellungsverfahren)	± 3,0
2,0 < <i>B</i> oder <i>H</i> ≤ 3,0	± 3,0	± 4,0
> 3,0	± 4,0	± 5,0

Es gelten folgende Toleranzen für Rechtwinkligkeit und Masse für TVG:

Nennmasse der Seite, <i>B</i> oder <i>H</i> [m]	Toleranz (<i>t</i>) [mm]	
≤ 2,0	± 2,5 (horizontales Herstellungsverfahren) ± 3,0 (vertikales Herstellungsverfahren)	
2,0 < <i>B</i> oder <i>H</i> ≤ 3,0	± 3,0	
> 3,0	± 4,0	

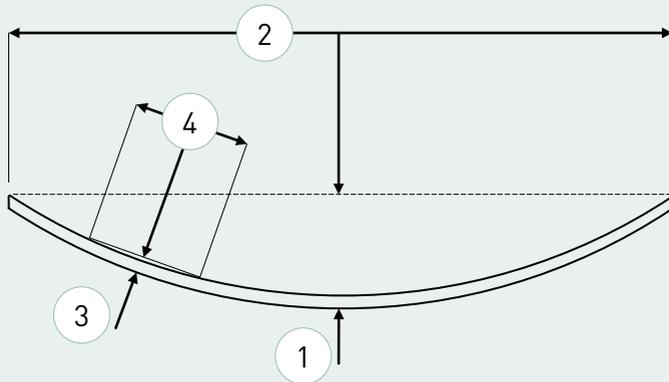
4.3 Verwerfung von ESG, ESG-H und TVG

Durch den Vorspannprozess ist es nicht möglich, ein Produkt mit der Geradheit des Ausgangsmaterials herzustellen. Die Abweichung von der Geradheit ist abhängig von der Dicke, den Massen und dem Seitenverhältnis. Deshalb kann sich eine Störung in Form von Verwerfungen bemerkbar machen. Es gibt zwei Arten von Verwerfungen:

- Generelle Verwerfung
- Örtliche Verwerfung

Tab. 16: Toleranzen Rechtwinkligkeit und Masse ESG und ESG-H

Tab. 17: Toleranzen Rechtwinkligkeit und Masse TVG



- (1) Durchbiegung zur Berechnung der generellen Verwerfung
- (2) Breite, Höhe oder Diagonale
- (3) Örtliche Verwerfung
- (4) Verwerfung auf 300 mm

Zulässige Verwerfung von ESG und ESG-H:

Herstellungsverfahren	Glasart	maximale Werte	
		generelle Verwerfung [mm/mm]	örtliche Verwerfung [mm/300 mm Länge]
horizontal	Floatglas nach EN 572-2	0,003	0,5
	andere Glasarten	0,004	0,5

Zulässige Verwerfung von TVG:

Herstellungsverfahren	Glasart	maximale Werte	
		generelle Verwerfung [mm/mm]	örtliche Verwerfung [mm/300 mm Länge]
horizontal	Floatglas nach EN 572-2	0,003	0,3
	andere Glasarten	0,004	0,5

Ausbrüche, Bohrungen, Spezialformen (Modellscheiben) oder Siebdruck können die Verwerfung negativ beeinflussen.



Abb. 17: Skizze Verwerfung



Tab. 18: Zulässige Verwerfung ESG und ESG-H



Tab. 19: Zulässige Verwerfung TVG

4.4 Bearbeitungen

Für die Bearbeitungen und Toleranzen der Abmessungen gelten die gleichen Bestimmungen wie in Kapitel 3.

4.5 Beurteilung der Bruchbilder von vorgespanntem Glas ESG und TVG

4.5.1 Bruchverhalten ESG

Beim Bruch zerfällt ESG in kleine stumpfkantige Krümel. Dabei muss eine minimale Anzahl Bruchstücke auf eine Zählmaskengrösse von 50 x 50 mm erreicht werden. Lange Bruchstücke (Spiesse) > 100 mm Länge sind nicht erlaubt. Der Randbereich und der Bereich um den Anschlagpunkt werden nicht beurteilt.

4.5.2 Bruchverhalten TVG

Beim Bruch zerfällt TVG in grosse scharfkantige Glasteile. Alle Risse müssen von Kante zu Kante verlaufen. Die Fläche mit einem Radius von 100 mm um den Anschlagpunkt und einer Grenzlinie im Abstand von 25 mm von den Glaskanten wird von der Beurteilung ausgenommen. Mindestens eine Kante des Bruchstückes muss diese Fläche erreichen.

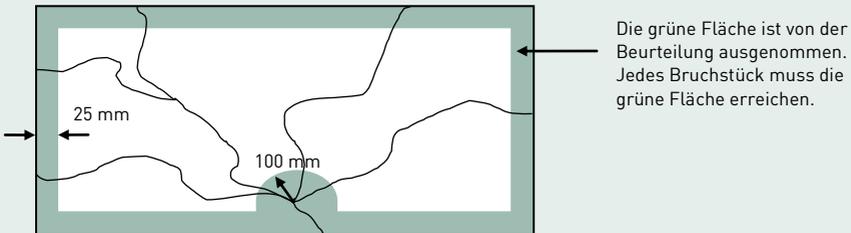
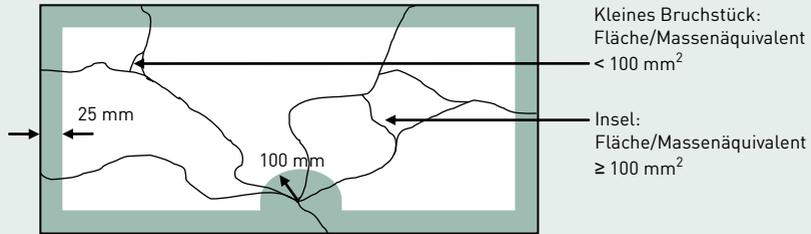


Abb. 18: Bruchverhalten TVG

Wenn keine Kante eines Bruchstückes die von der Beurteilung ausgenommene Fläche erreicht, ist entweder eine Insel oder ein kleines Bruchstück entstanden.

Um festzustellen ob ein teilvorgespanntes Glas als solches einzustufen ist, ist eine Überprüfung der Inseln und kleinen Bruchstücke notwendig. Dazu müssen alle Inseln und Bruchstücke gesammelt und gewogen werden. Die Beurteilung anhand einer Auswertung durch Proben erfolgt nach SN EN 1863-1.



4.6 Glasdicken in Abhängigkeit der Grösse

Die nachfolgende Tabelle beinhaltet die maximalen und minimalen Masse, welche eine normgerechte Produktion sicherstellen.

Dicke [mm]	ESG		TVG	ESG, TVG
	Maximalmass [mm]		Maximalmass [mm]	Minimalmass [mm]
3	Auf Anfrage		1500 x 2500	200 x 300
4	1500 x 2500		2000 x 3000	200 x 300
5	2000 x 3000		3000 x 6000	200 x 300
6	3000 x 6000		3200 x 7000	200 x 300
8	3200 x 7000		3200 x 9000	200 x 300
10	3200 x 9000		3200 x 9000	200 x 300
12	3200 x 9000		2800 x 6000	200 x 300
15	auf Anfrage		nicht machbar	200 x 300
19	auf Anfrage		nicht machbar	200 x 300



Abb. 19: Kleine Bruchstücke und Inseln

Tab. 20: Normgerechte Produktion von thermisch vorgespanntem Glas

4.7 Heisslagerungstest (Heat-Soak-Test)

Heissgelagertes Einscheibensicherheitsglas (ESG-H) besteht aus ESG, welches einem Heat-Soak-Test unterzogen worden ist. Diese Heisslagerungsprüfung ist nach EN 14179 geregelt. Sie hilft, die Anzahl an ESG mit Nickelsulfid-Einschlüsse (NiS) zu verringern, womit Spontanbrüche am Bau auf ein Minimum reduziert werden. Eine 100%ige Sicherheit ist jedoch nicht möglich. Es gelten dieselben Beurteilungskriterien wie bei ESG. Die Öfen zur Heisslagerung sind kalibriert beziehungsweise durch ein unabhängiges Institut zertifiziert und einer regelmässigen Prüfung unterworfen, da nur so geprüfetes ESG mit Heat-Soak-Test (ESG-H) hergestellt werden kann.

Brüche durch NiS weisen oft ein „schmetterlingartiges“ Bruchbild beim Bruchausgangspunkt auf. Es gibt aber auch andere Bruchursachen, welche ein ähnliches Erscheinungsbild aufweisen. Ein eindeutiger Nachweis von NiS kann nur durch Laboruntersuchungen erbracht werden.

4.8 Visuelles Prüfverfahren ESG, ESG-H und TVG am Bau

Für die Beurteilung von vorgespanntem Glas im eingebauten Zustand werden die „Richtlinien zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ (Kapitel 8) herangezogen.

5 SWISSDUREX DECO

Für die bedruckten ESG/ESG-H/TVG gelten folgende Normen:

SN EN 12150 für Einscheibensicherheitsglas (ESG)

SN EN 1863 für teilvorgespanntes Glas (TVG)

SN EN 14179 für Einscheibensicherheitsglas; Heat-Soak-Test (ESG-H)

5.1.1 Übersicht der Auftragsverfahren und deren Eigenschaften

	Siebdruckverfahren DECO SC	Digitaldruck DECO PRINT	Walzenauftrag DECO RC	Spritzen DECO BC	Spritzen DECO BRUSH
Farbtyp	Keramik	Keramik	Keramik	Keramik	2-K organisch
Schichtdicke	40 – 60 µ	6 – 10 µ	60 – 200 µ	100 – 200 µ	100 – 300 µ
Auftrag der Farbe	homogen	homogen	homogen Streifenbildung möglich	Wolkenbildung möglich	Wolkenbildung möglich
Dichte	LT 0 – 8 % je nach Farbton	semi- transparent	opak	opak	opak
lichtecht	ja	ja	ja	ja	bedingt
kratzfest	ja	ja	ja	ja	nein
Aussen- anwendung	ja	ja	ja	ja	nein
Nassbereich	ja	ja	ja	ja	nein
Hilfsmittel	Siebe	keine	keine	keine	keine
Farbsystem RAL	ja	ja	ja	ja	ja
Andere Farbsysteme	auf Anfrage	ja	auf Anfrage	auf Anfrage	ja
Mehrfarbiger Druck	bedingt	ja	nein	nein	nein

Die emaillierte Glasoberfläche kann durch verschiedene Auftragstechniken unterschiedlich erscheinen. So kann durch die Technik auch die Rest-Lichttransmission beeinflusst werden. Aber auch die Farbe (hell oder dunkel) hat auf die Lichttransmission einen Einfluss. Die Betrachtung und die Verwendung der Gläser sind massgebend für die Auswahl der richtigen Technik. Wichtig ist, dass auf jeden Fall eine 1:1-Bemusterung stattfindet, die von allen Beteiligten gutgeheissen wird. Die emaillierte Seite wird in der Regel auf der Bewitterung abgewandter Seite eingebaut. Andere Anwendungen müssen vorgängig abgesprochen und genehmigt werden.

Tab. 21: Auftragsverfahren im Überblick

5.2 Visuelles Prüfverfahren von bedrucktem Glas am Bau

Das visuelle Prüfverfahren von vorgespannten und teilvorgespannten Gläsern mit Dekorbelegung im eingebauten Zustand basiert auf den „Richtlinien zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern“ des Bundesverband Flachglas e.V. und dem Fachverband Konstruktiver Glasbau e.V. (Stand März 2002).

5.2.1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von vollflächig bzw. teilflächig emaillierten und siebbedruckten Gläsern, die durch Auftragen und Einbrennen von Emailfarben als Einscheibensicherheitsglas oder teilvorgespanntes Glas hergestellt werden.

Die Bewertung erfolgt für die lichte Glasfläche im eingebauten Zustand.

Zur Qualitätssicherung und richtigen Beurteilung der Produkte ist es erforderlich, dem Hersteller mit der Bestellung den konkreten Anwendungsbereich bekanntzugeben. Das betrifft insbesondere folgende Angaben:

- Innen- oder Aussenanwendung
- Fassadenanwendung (benötigt ESG-H)
- Durchsicht oder Teildurchsicht
- Anwendung mit direkter Hinterleuchtung
- Verdeckte oder freistehende Kanten
- Weiterverarbeitung der Scheiben zu ISO oder VSG
- Referenzpunkt bei siebbedruckten Gläsern

Werden emaillierte und/oder siebbedruckte Gläser zu VSG oder Isolierglas verbunden, wird jede Scheibe einzeln beurteilt.

5.2.2 Prüfung

Bei der Prüfung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern sind die folgenden Vorgaben einzuhalten:

Abstand zum Glas	mindestens 3,0 m Entfernung
Betrachtungswinkel	senkrechte Betrachtungsweise bzw. Betrachtung von max. 30° zur Senkrechten
Lichtverhältnisse	normales Tageslicht ohne direkte Sonneneinstrahlung, ohne künstliches Licht oder Gegenlicht von der Vorder- bzw. Rückseite vor einem lichtundurchlässigen Hintergrund
Markierungen	Beanstandungen dürfen bei der Betrachtung nicht markiert sein
Sonstiges	die Betrachtung erfolgt immer durch die unbehandelte Glasseite auf die emaillierte bzw. siebbedruckte Scheibe bzw. bei Gläsern, die für den Durchsichtbereich bestellt werden von beiden Seiten

Für ESG/TVG-spezifische Fehler gelten die visuellen Richtlinien für ESG.

5.2.3 Beurteilungszonen

Die Beurteilung unterscheidet Hauptzone und Falzzone.

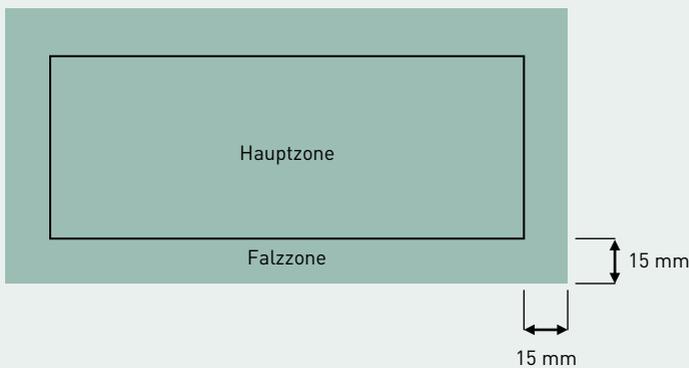


Abb. 20: Beurteilungszonen emaillierte Gläser

5.2.4 Fehlerarten/Toleranzen für vollflächig/teilflächig emaillierte Gläser

Fehlerart	Hauptzone	Falzzone
fehlerhafte Stellen im Email je Einheit	Anzahl: max. 3 Stück $\leq 25 \text{ mm}^2$ Summe aller Fehlstellen: max. 25 mm ²	Breite: max. 3 mm, 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	entfällt	zulässig bei gerahmten Scheiben unzulässig bei Sichtkanten
Toleranz der Abmessung bei Teilemail (in Abhängigkeit von Breite der Emaillierung)	Emailbreite Toleranz $\leq 100 \text{ mm}$ $\pm 1,5 \text{ mm}$ $\leq 500 \text{ mm}$ $\pm 2,0 \text{ mm}$ $\leq 1000 \text{ mm}$ $\pm 2,5 \text{ mm}$ $\leq 2000 \text{ mm}$ $\pm 3,0 \text{ mm}$ $\leq 3000 \text{ mm}$ $\pm 4,0 \text{ mm}$ $\leq 4000 \text{ mm}$ $\pm 5,0 \text{ mm}$	
Email Lagetoleranz	Druckgrösse $\leq 200 \text{ cm} \pm 2 \text{ mm}$ Druckgrösse $> 200 \text{ cm} \pm 4 \text{ mm}$	

Fehler, welche kleiner als 0,5 mm (Sternenhimmel oder Pinholes = kleinste farbfreie Stellen im Druck) sind, sind zulässig und werden für die Beurteilung nicht berücksichtigt. Die punktuelle Ausbesserung von Fehlstellen mit geeigneten Lacken ist jederzeit zulässig. Die einzige Einschränkung gilt für Isolierglas, wo eine Nachbesserung der Fehler nicht erlaubt ist.

Für geometrische Figuren oder sogenannte Lochmasken unter einer Grösse von 3 mm oder Verläufe von 0 bis 100 % gilt folgende Anmerkung:

Werden Punkte, Linien oder Figuren dieser Grösse in geringem Abstand zueinander aneinandergereiht, so reagiert das menschliche Auge sehr kritisch. Toleranzen der Geometrie oder Abstandes im Zehntelmillimeter-Bereich fallen deshalb als grobe Abweichung auf. Deshalb müssen diese Anwendungen in jedem Fall mit dem Hersteller auf die Machbarkeit geprüft werden.



Tab. 22: Toleranzen für emaillierte Gläser

5.2.5 Fehlerarten/Toleranzen für bedruckte Gläser mit Dekor

Fehlerart	Hauptzone	Falzzone
fehlerhafte Stellen im Email je Einheit	Anzahl: max. 3 Stück Summe aller Fehlstellen: max. 25 mm ² ≤ 25 mm ²	Breite: max. 3 mm, vereinzelt 5 mm Länge: keine Begrenzung
Haarkratzer (nur bei wechsellndem Lichteinfall sichtbar)	zulässig bis 10 mm Länge	zulässig / keine Einschränkung
Wolken/Schleier/Schatten	unzulässig	zulässig / keine Einschränkung
Wasserflecken	unzulässig	zulässig / keine Einschränkung
Farbüberschlag	entfällt	zulässig bei gerahmten Scheiben unzulässig bei Sichtkanten
Toleranz der Abmessung bei Teilemail (in Abhängigkeit von Breite der Emaillierung)	Emailbreite ≤ 100 mm ≤ 500 mm ≤ 1000 mm ≤ 2000 mm ≤ 3000 mm ≤ 4000 mm	Toleranzen ± 1,0 mm ± 1,5 mm ± 2,0 mm ± 2,5 mm ± 3,0 mm ± 4,0 mm
Email Lagetoleranz	Druckgrösse ≤ 200 cm ± 2 mm Druckgrösse > 200 cm ± 4 mm	

5.2.6 Beurteilung des Farbeindrucks am Bau

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

Aufgrund nachfolgend genannter Einflüsse kann unter bestimmten Licht- und Betrachtungsverhältnissen ein erkennbarer Farbunterschied zwischen zwei emaillierten Gläsern vorherrschen, der vom Betrachter sehr subjektiv als "störend" oder auch "nicht störend" eingestuft werden kann.

Folgende Punkte sind zu berücksichtigen und stellen keinen Reklamationsgrund dar:

- Farbdifferenzen im Basisglas aufgrund unterschiedlicher Chargen oder verschiedener Hersteller, speziell bei Nachlieferungen
- Farbdifferenzen des beschichteten Glases bei Sonnenschutz- und Low-E-Beschichtungen aufgrund der Beschichtungstoleranzen
- Farbdifferenzen im Glas aufgrund unterschiedlicher Glasdicken
- Farbdifferenzen in der Emailsicht aus verarbeitungstechnischen Gründen beim Einbrennprozess.

Tab. 23: Toleranzen emaillierte Gläser

Das menschliche Auge reagiert unterschiedlich auf Farben. So werden bei Blautönen, im Gegensatz zu Grüntönen, feinste Farbunterschiede wahrgenommen. Auch die vorherrschenden Lichtverhältnisse spielen eine wesentliche Rolle. So erscheint die Farbe je nach Jahres- oder Tageszeit, nach Betrachtungswinkel, Wetter, Bewölkung oder reflektierenden Flächen unterschiedlich. Eine objektive Beurteilung der Farben resp. Farbunterschiede ist somit eine Ermessensfrage, welche zu Diskussionen führen kann. Wünscht der Kunde jedoch einen objektiven Bewertungsmaßstab für den Farbton, ist die Verfahrensweise vorher mit Glas Trösch abzustimmen.

6 SWISSLAMEX VSG

Für die Verbundsicherheitsgläser gelten folgende Normen:
SN EN 12543

6.1 Dickentoleranzen

Die Elementdicke von VSG darf die Summe der Dickentoleranzen der Einzelscheiben, welche in den Normen für Basisglas festgelegt sind, nicht überschreiten. Ist die Zwischenschicht kleiner als 2 mm, darf keine Folientoleranz berücksichtigt werden. Ab einer Foliendicke von 2 mm gilt eine Toleranz von $\pm 0,2$ mm. Für die Einzelgläser gilt die vorgegebene Toleranz des Basisglases.

Beispiele:

Folienschicht < 2 mm

VSG 8-2 (2 x Float 4 mm, PVB 0,76 mm) ergibt eine Nenndicke von 8,76 mm
Toleranz von $\pm 0,4$ mm (entspricht der Fehlertoleranz von $2 \times \pm 0,2$ mm pro Floatglas)

Folienschicht ≥ 2 mm

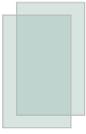
VSG 26-6 (2 x Float 12 mm, PVB 2,28 mm) ergibt eine Nenndicke von 26,28 mm
Toleranz von $\pm 0,8$ mm (entspricht der Fehlertoleranz von $2 \times \pm 0,3$ mm pro Floatglas und $\pm 0,2$ mm Dickentoleranz Folie)

6.2 Masstoleranzen

Die Toleranzen entsprechen grundsätzlich SN EN 12543. Für die Vorprodukte von VSG (Basisglas bzw. Floatglas, ESG und TVG) sind die jeweiligen Normen gemäss vorangegangener Erklärungen anzuwenden. Massgebend für die Beurteilung von VSG ist der Versatz.

6.3 Verschiebetoleranz/Versatz

Die Einzelscheiben können sich beim VSG-Fertigungsprozess gegeneinander verschieben. Dieser Versatz wird in der nachfolgenden Tabelle definiert und ist unabhängig, ob zwei oder mehrere Scheiben miteinander verbunden werden.



Nennmass Breite (B) oder Höhe (H) [m]	Höchstmass für den Versatz [mm]
B oder $H \leq 1,0$	2,0
$1,0 < B$ oder $H \leq 2,0$	3,0
$2,0 < B$ oder $H \leq 4,0$	4,0
B oder $H > 4,0$	6,0

6.4 Bearbeitung

VSG wird üblicherweise nach dem Laminierprozess bearbeitet. Es gelten die Bearbeitungstoleranzen nach Kapitel 3. Falls das VSG aus thermisch vorgespanntem oder teilvorgespanntem Glas besteht, darf das VSG nach Herstellen des Verbundes nicht gesägt, gebohrt oder kantenbearbeitet werden. Die einzelnen Scheiben sind vor dem thermischen Vorspannprozess zu bearbeiten. Massgebend für die Beurteilung von VSG mit ESG oder TVG ist der Versatz.

6.5 Richtlinien zur Beurteilung der visuellen Qualität

Die geltende Norm SN EN 12543-6 legt die visuelle Qualität der Glasscheiben, der Zwischenschicht/en in Bezug auf das Aussehen fest. Insbesondere werden die Annahmekriterien für das Sichtfeld bestimmt. Für die Anwendung der Norm gelten einerseits die Definitionen der SN EN 12543-6 und andererseits die im Folgenden aufgeführten Bestimmungen:

Art		Beschreibung
punktförmige Fehler	6.5.1	undurchsichtige Fehler, Blasen und Fremdkörper
lineare Fehler	6.5.2	Fremdkörper, Kratzer und Schleifspuren
andere Fehler	6.5.3	Fehler in der Kantenfläche bei gerahmten Rändern
andere Fehler	6.5.4	Fehler bei Glas mit sichtbarer Kante
Farbunterschiede	6.5.5	Farbfolien
Folienüberstände	6.5.6	VSG mit Stufen



Tab. 24: Höchstmass für den Versatz



Tab. 25: Fehlerarten bei VSG

6.5.1 Punktförmige Fehler in der Sichtfläche

Die Zulässigkeit von punktförmigen Fehlern in der Sichtfläche ist von Folgendem abhängig:

- Grösse der Fehlers (kleiner als 0,5 mm werden nicht beachtet, Fehler grösser als 3,0 mm sind nicht erlaubt)
- Häufigkeit der Fehler
- Grösse der Scheibe
- Anzahl der verbundenen Scheiben

Fehlergrösse d		0,5 mm < d < 1,0 mm	1,0 mm < d < 3,0 mm			
		für alle Grössen	bis 1 m ²	bis 2 m ²	bis 8 m ²	ab 8 m ²
Scheibenfläche		Keine Begrenzung,	1	2	1,0 / m ²	1,2 / m ²
Anzahl der zugelassenen Fehler	2-fach	jedoch keine Anhäufung	2	3	1,5 / m ²	1,8 / m ²
	3-fach		3	4	2,0 / m ²	2,4 / m ²
	4-fach	5 und mehr	4	5	2,5 / m ²	3,0 / m ²
	5 und mehr					

6.5.2 Linienartige Fehler in der Sichtfläche

Linienartige Fehler, welche die Länge von 30 mm nicht überschreiten sind erlaubt. Die Anzahl der zulässigen Fehler, welche länger als 30 mm sind, ist abhängig von der Scheibengrösse:

Scheibengrösse	Anzahl der erlaubten Fehler mit ≥ 30 mm Länge
≤ 5 m ²	nicht erlaubt
5 bis 8 m ²	1
> 8 m ²	2

Die Fehleranhäufung wird um 1 erhöht, sobald eine einzelne Zwischenschicht 2,0 mm übersteigt.

6.5.3 Fehler in der Kantenfläche (Falzzone) bei gerahmten Rändern

Fehler in der Falzzone (vgl. Abb. 20) in Kantennähe sind zulässig, wenn sie einen Durchmesser von 5 mm nicht überschreiten. Bei Scheibengrössen kleiner als 5 m² ist die Falzzone mit 15 mm definiert. Die Breite der Falzzone nimmt bei Scheibeninhalten von grösser als 5 m² um 20 mm zu. Sind Blasen im Falzonenbereich sichtbar, darf die Fläche der Blasen 5 % der Falzzone nicht übersteigen.

 Tab. 26: Zugelassene punktförmige Fehler bei VSG

 Tab. 27: Linienartige Fehler in der Sichtfläche

6.5.4 Fehler bei Glas mit sichtbarer Kante

Für Verbundglas, welches mit einer sichtbaren Kante montiert wird, eignen sich nur folgende Kantenausführungen:

- rodierte Kanten (KGN)
- polierte Kanten (KPO)
- Gehrungskanten poliert

Unter den gegebenen Umständen sind Ausmuschelungen, Blasen, Fehler in der Zwischenschicht sowie eine Einziehung der Folie zulässig, sofern sie bei der visuellen Prüfung nicht sichtbar werden.

Sichtkanten müssen bei Bestellung bekannt gegeben werden, um bei der Kantenbearbeitung diesen Umstand berücksichtigen zu können. Die produktionsbedingte Abstellkante kann jedoch erkennbar sein. Des Weiteren sind auch Folienreste bei gesäumten Kanten erlaubt.

Bei der Verwendung von VSG im Aussenbereich mit freier Bewitterung der Glaskanten können in der Randzone von 15 mm, durch die hygroskopische Eigenschaft von PVB-Folien, Veränderungen des Farbeindruckes auftreten. Diese Veränderungen sind zulässig.

6.5.5 Farbfolien

Die Farbintensität kann bei Matt- und Farbfolien durch die Einwirkung von Strahlung (UV-Strahlung) mit der Zeit abnehmen. Das kann bei Ersatzgläsern dazu führen, dass Farbunterschiede sichtbar werden, welche aber zulässig sind. Ausserdem können Farbfolien von einer Produktionscharge zur anderen Farbunterschiede aufweisen.

6.5.6 VSG mit Stufen

Bei VSG mit Stufen werden die Folienüberstände im Bereich der Stufe entfernt. Überstände sind jedoch nie ganz zu vermeiden und stellen somit keinen Reklamationsgrund dar.

6.6 Visuelles Prüfverfahren VSG am Bau

Für die visuelle Beurteilung von Verbundsicherheitsglas im eingebauten Zustand werden die „Richtlinien zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ (Kapitel 8) herangezogen.

7 Isolierglas SILVERSTAR

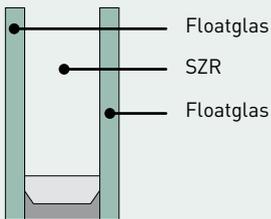
Die Beurteilung von Isolierglas basiert auf SN EN 1279. Ferner gelten auch alle vorangegangenen Normen für Floatglas, ESG, ESG emailliert und VSG.

7.1 Dickentoleranzen

Für die Berechnung der Dickentoleranz gilt SN EN 1279-1.

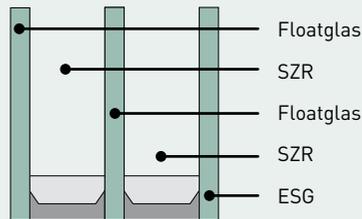
Die Toleranz richtet sich nach der Anzahl der Isolierglas-Gebilde (ein Gebilde besteht aus Glas 1 / Scheibenzwischenraum (SZR) / Glas 2). Die folgende Abbildung soll dies anhand zweier Beispiele veranschaulichen:

Ein 2-fach-Isolierglas besteht aus einem Gebilde



Gebilde 1: Floatglas / SZR / Floatglas

Ein 3-fach-Isolierglas besteht aus zwei Gebilden



Gebilde 1: Floatglas / SZR / Floatglas
Gebilde 2: Floatglas / SZR / ESG



Abb. 21: Aufbau 2-fach- und 3-fach-Isoliergläser

7.1.1 2-fach-Isolierglas

Zur Beurteilung der Dickentoleranzen für 2-fach-Isoliergläser ist die nachfolgende Tabelle beizuziehen.

Erste Scheibe	Zweite Scheibe	Dickentoleranz [mm]
Floatglas	Floatglas	± 1,0
Floatglas	vorgespanntes oder teilvorgespanntes Glas	± 1,5
Floatglas	Ornamentglas	± 1,5
Floatglas ≤ 6 mm	Verbundsicherheitsglas (Gesamtdicke Isolierglas ≤ 12 mm)	± 1,0
Für alle anderen Gebilde gilt		± 1,5

7.1.2 3-fach-Isoliergläser

Zur Berechnung von 3-fach-Isoliergläsern sind die Toleranzen der einzelnen Gebilde nach Tab. 28 zu bestimmen. Die möglichen Kombinationen sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt und ergeben eine errechnete Gesamttoleranz¹ für das 3-fach-Isolierglas.

Toleranz Gebilde 1 [mm]	Toleranz Gebilde 2 [mm]	Errechnete Gesamttoleranz [mm]
± 1,0	± 1,0	± 1,0
± 1,0	± 1,5	± 1,8
± 1,5	± 1,0	± 1,8
± 1,5	± 1,5	± 2,1

7.2 Planität

Bei der unmittelbaren Fertigung des Isolierglases darf die Durchbiegung je Scheibe im Schnittpunkt der Diagonalen nicht mehr als ± 2,0 mm betragen. Durch den Doppelscheibeneffekt, welcher sich durch abweichende Bedingungen zur Produktion einstellt, können zusätzliche Verformungen auftreten.

¹ Formel zur Berechnung: $\sqrt{[(t_1)^2 + (t_2)^2]}$



Tab. 28: Dickentoleranzen 2-fach-Isolierglas



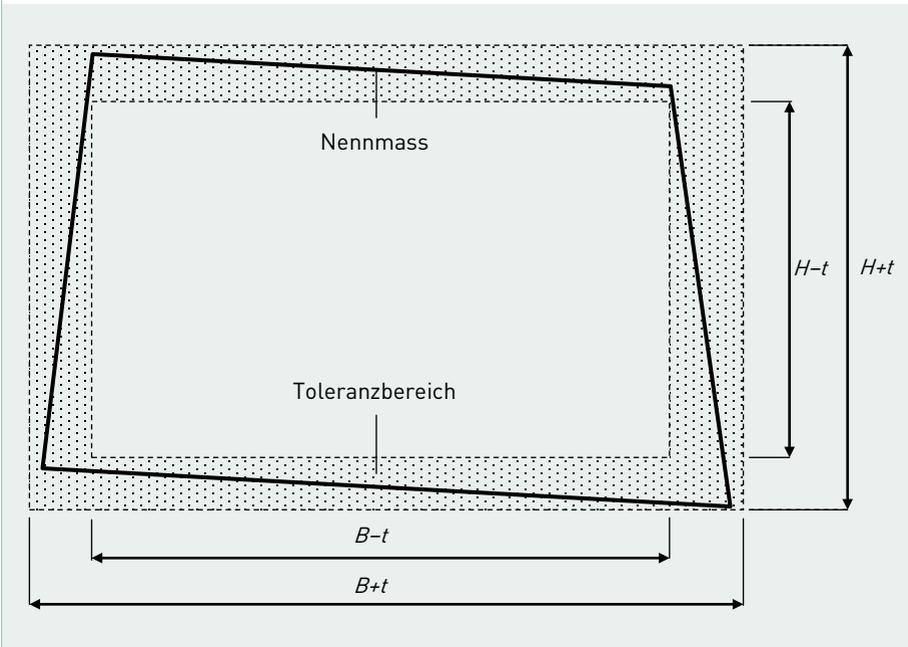
Tab. 29: Dickentoleranzen 3-fach-Isolierglas

7.3 Verfahren zur Bestimmung von Massen und Rechtwinkligkeit

Bei vorgegebenen Nennmassen für die Länge H und die Breite B muss die Scheibe in einem Toleranzbereich gefertigt sein, der

- die Toleranzgrenze $(H+t)$ und $(B+t)$ vom Nennmass ausgehend nicht überschreitet und
- die Toleranzgrenze $(H-t)$ und $(B-t)$ vom Nennmass ausgehend nicht unterschreitet

Die Seiten des vorgegebenen Toleranzrahmens müssen parallel zueinander verlaufen sowie einen gemeinsamen Mittelpunkt aufweisen.



Die Toleranzen der Masse und Rechtwinkligkeit der Festmasse sind abhängig vom Aufbau und den Abmessungen.



Abb. 22: Bestimmungsrechteck Isolierglas

2-fach-Isolierglas	Toleranz t [mm]
Bis 8 mm Einzelglasdicke	$\pm 1,0$
> 8 mm Glasdicke oder Kantenlänge > 300 mm	+ 2,0 / - 1,0
Kumulative Zuschläge	
Einmaliger Zuschlag für VSG/ESG	$\pm 1,5$
Einmaliger Zuschlag für Bogenglas	$\pm 2,0$
3-fach-Isolierglas	Toleranz t [mm]
Generell alle Glasdicken und -grössen	+ 2,0 / - 1,0
Kumulative Zuschläge	
Einmaliger Zuschlag für VSG/ESG	$\pm 1,5$
Einmaliger Zuschlag für Bogenglas	$\pm 2,0$

7.4 Randentschichtung

Sämtliche Schichtsysteme, die Silber als Bestandteil beinhalten, müssen im Bereich des Randverbundes entschichtet werden. Durch das Abschleifen der Schicht entstehen Bearbeitungsspuren, die sich von der unbearbeiteten Beschichtung visuell unterscheiden. Bei Stufenisoliergläsern und offenen Randverbundsystemen muss diese Erscheinung beachtet werden.

7.5 Abstandhalter

Bei den Abstandhaltern kommen verschiedene Materialien zum Einsatz. Stand der Technik ist heute die „warme Kante“, bestehend aus einer Schaumstoff-Matrix (ACSplus). Die Abstandhalter müssen gemäss SIA-Norm 331 mit folgenden Daten beschriftet werden (Swiss Standards):

- Hersteller
- Herstelldatum und/oder Produktionsnummer
- Material des Abstandhalters und/oder Produktnamen, sofern wärmetechnisch verbessert
- Kennzeichnung, aus der sich der U_g -Wert und der g -Wert durch die Angaben der Beschichtung, der Grösse des Scheibenzwischenraums und der Gasfüllung bestimmen lässt



Tab. 30: Abmessungstoleranzen für 2-fach-Isolierglas



Tab. 31: Abmessungstoleranzen für 3-fach-Isolierglas

7.6 Anisotropien bei Isolierglas

Anisotropien entstehen bei thermisch vorgespannten Gläsern und resultieren aus den inneren Spannungsverteilungen im Glas. In Abhängigkeit des Betrachtungswinkels können bei normalem Tageslicht Anisotropien als Streifen oder Ringe wahrgenommen werden. Mit einem Polarisationsfilter können die Anisotropien sichtbar gemacht werden. Bei Isoliergläsern mit mehreren thermisch vorgespannten Gläsern sind Anisotropien deutlicher sichtbar.

7.7 Visuelles Prüfverfahren Isolierglas am Bau

Für die Beurteilung von Isolierglas im eingebauten Zustand werden die „Richtlinien zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ (Kapitel 8) herangezogen.

8 Beurteilung der visuellen Qualität von Glas am Bau

8.1 Richtlinien zur Beurteilung der visuellen Qualität

Die Richtlinien wurden erarbeitet vom Technischen Beirat im Institut des Glaserhandwerks für Verglasungstechnik und Fensterbau in Hadamar, sowie vom Technischen Ausschuss des Bundesverband Flachglas e.V. in Troisdorf (Stand: Mai 2009).

Die Verwendung der Texte und Tabellen erfolgt mit Genehmigung der Institute. Die folgenden Normen werden herangezogen, wenn die Produkte im eingebauten Zustand auf dem Bau beurteilt werden sollen.

8.2 Geltungsbereich

Die Richtlinie gilt für die visuelle Beurteilung von Glas am Bau. Die Beurteilung erfolgt entsprechend den nachfolgend beschriebenen Prüfungssätzen mit Hilfe der in der Tab. 32 angegebenen Zulässigkeiten.

Die Bewertung erfolgt für die lichte Glasfläche im eingebauten Zustand.

Die Richtlinie gilt für:

- Floatglas
- Isolierglas
- beschichtete Glaserzeugnisse
- in der Masse eingefärbtes Glas
- Verbundsicherheitsglas
- Einscheibensicherheitsglas
- Teilvorgespanntes Glas

Die Richtlinie gilt nicht für:

- Glas in Sonderausführungen, wie beispielsweise Glas mit eingebauten Elementen im Scheibenzwischenraum oder im Verbund
- Glaserzeugnisse unter Verwendung von Ornamentglas oder Drahtglas
- Sicherheits-Sonderverglasung (angriffshemmende Verglasungen)
- Brandschutzverglasungen und nicht transparente Glaserzeugnisse

Diese Glaserzeugnisse sind in Abhängigkeit der verwendeten Materialien, der Produktionsverfahren und der entsprechenden Herstellerhinweise zu beurteilen.

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

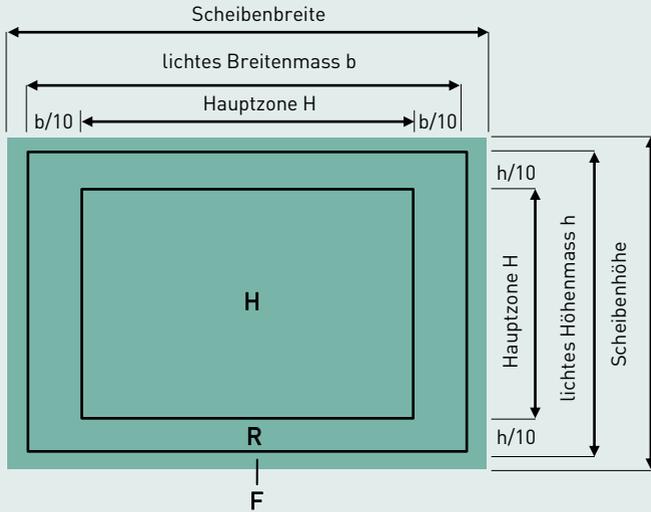
Für die Betrachtung von Glas in Fassaden in der Aussenansicht sollten besondere Bedingungen vereinbart werden.

8.3 Visuelles Prüfverfahren

Grundsätzlich wird bei der Prüfung die Durchsicht der Verglasung kontrolliert. Der sichtbare Hintergrund des Glases ist massgebend und nicht die Aufsicht.

Abstand zum Glas	3,0 m Entfernung (SIGAB)
Betrachtungswinkel	von innen nach aussen und aus einem Betrachtungswinkel, welcher der allgemein üblichen Raumnutzung entspricht
Lichtverhältnisse	die Kontrolle erfolgt bei diffusem Tageslicht (wie. z.B. bedeckter Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung
Markierungen	Beanstandungen dürfen bei der Betrachtung nicht markiert sein
Sonstiges	Verglasungen im Innenraum werden bei der während der Nutzung vorgesehenen Beleuchtung begutachtet. Die Kontrolle der Aussenansichten von Verglasungen werden entsprechend der üblichen Betrachtungsweise eines Baukörpers betrachtet – der Baukörper als Ganzes.

8.3.1 Beurteilungszonen



F = Falzzone

Breite 18 mm

(mit Ausnahme von mechanischen Kantenbeschädigungen keine Einschränkungen)

R = Randzone

Fläche 10% der jeweilig lichten Breite und Höhe

(weniger strenge Beurteilung)

H = Hauptzone

(strenge Beurteilung)

Abb. 23: Beurteilungsfelder für die visuelle Qualität

8.3.2 Fehlerarten/Toleranzen

Tabelle aufgestellt für Floatglas, ESG, TVG, VSG

Jeweils beschichtet oder unbeschichtet sowie deren Kombination zu 2-fach-Isolierglas

Zone	Zulässig pro Glaseinheit sind
H	Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc. Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$ – max. 2 Stk. à $< \varnothing 2 \text{ mm}$ Scheibenfläche $> 1 \text{ m}^2 \leq 2 \text{ m}^2$ – max. 3 Stk. à $< \varnothing 2 \text{ mm}$ Scheibenfläche $> 2 \text{ m}^2$ – max. 5 Stk. à $< \varnothing 2 \text{ mm}$ Kratzer: Summe der Einzellängen max. 45 mm (pro Einzellänge max. 15 mm) Haarkratzer: nicht gehäuft erlaubt
R	Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc. Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$ – max. 4 Stk. à $< \varnothing 3 \text{ mm}$ Scheibenfläche $> 1 \text{ m}^2$ – max. 1 Stk. à $< \varnothing 3 \text{ mm}$ je umlaufender m Kantenlänge Rückstände (flächenförmig) im Scheibenzwischenraum (SZR) Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$ – max. 4 Stk. à $< \varnothing 3 \text{ mm}$ Scheibenfläche $> 1 \text{ m}^2$ – max. 1 Stk. à $< \varnothing 3 \text{ mm}$ je umlaufender m Kantenlänge Kratzer: Summe der Einzellängen max. 90 mm (pro Einzellänge max. 30 mm) Haarkratzer: nicht gehäuft erlaubt
H + R	Max. Anzahl der Zulässigkeiten wie in Zone R Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc. von 0,5 mm $< 1,0$ mm sind ohne Flächenbegrenzung zugelassen, ausser bei Anhäufungen. Eine Anhäufung liegt vor, wenn mindestens 4 Einschlüsse Blasen, Punkte, Flecken etc. innerhalb einer Kreisfläche mit einem Durchmesser von ≤ 20 cm vorhanden sind.
F	Erlaubt sind: Aussenliegende flache Randbeschädigungen und Muscheln, welche die Festigkeit des Glases nicht beeinflussen und die Randverbundbreite nicht überschreiten. Innenliegende Muscheln ohne lose Scherben, die durch Dichtungsmasse ausgefüllt sind. Punkt- und flächenförmige Rückstände sowie Kratzer uneingeschränkt.

Hinweise:

Beanstandungen $\leq 0,5$ mm werden nicht berücksichtigt. Vorhandene Störfelder (Hof) dürfen nicht grösser als 3 mm sein.

Zulässigkeiten für 3-fach-Isolierglas und Verbundsicherheitsglas (VSG):

Die Zulässigkeiten der Zone R und H erhöhen sich in der Häufigkeit je zusätzlicher Glaseinheit und je Verbundglaseinheit um 25 % der oben genannten Werte.

Einscheibensicherheitsglas (ESG) und teilvorgespanntes Glas (TVG) sowie Verbundsicherheitsglas (VSG) aus ESG und/oder TVG:

- 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.



Tab. 32: Zulässige Fehler pro Isolierglas

8.4 Funktionelle Eigenschaften der Glaserzeugnisse

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 Beurteilung aufgrund der Tabelle 32 uneingeschränkt anwendbar ist. Unter Umständen ist eine produktbezogene Beurteilung erforderlich. In solchen Fällen, zum Beispiel bei Sicherheits- und Sonderverglasungen (angriffshemmende Verglasungen), sind die besonderen Anforderungsmerkmale in Abhängigkeit der Nutzung und der Einbausituation zu bewerten. Bei Beurteilung bestimmter Merkmale sind die produktspezifischen Eigenschaften zu beachten.

8.5 Visuelle Eigenschaften von Glas

8.5.1 Eigenfarbe

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

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

8.5.2 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.

8.5.3 Bewertung des sichtbaren Bereichs des Isolierglas-Randverbundes

Im sichtbaren Bereich des Randverbundes und somit ausserhalb der lichten Glasfläche können bei Isolierglas an Glas und Abstandhalterraahmen 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 Glas- kante oder zu weiteren Abstandhaltern (z.B. bei Dreifach-Wärmedämmglas) betragen bis zu einer Grenzkantenlänge von 2,5 m insgesamt 4,0 mm, bei grösseren Kantenlängen insgesamt 6 mm. Bei Zweischeiben-Isolierglas beträgt die Toleranz des Abstandhalters bis zur Grenz-Kantenlänge von 3,5 m 4,0 mm, bei grösseren Kantenlängen 6,0 mm. Wird der Randverbund des Isolierglases konstruktionsbedingt nicht abgedeckt, können typische Merkmale des Randverbundes sichtbar werden, die nicht Gegenstand der Richtlinie sind und im Einzelfall zu vereinbaren sind.

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

8.5.4 Isolierglas mit innenliegenden Sprossen

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

Sichtbare Sägeschnitte und geringfügige Farbablösungen im Schnittbereich sind herstellungsbedingt.

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

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

8.5.5 Aussenflächenbeschädigungen

Bei mechanischen oder chemischen Aussenflächenverletzungen, die nach dem Verglasen erkannt werden, ist die Ursache zu klären. Solche Beanstandungen können auch nach Tabelle von Kapitel 8.3.2 beurteilt werden. Im Übrigen gelten u. a. folgende Normen und Richtlinien sowie die jeweiligen technischen Angaben und die gültigen Einbauvorschriften der Hersteller:

- SIGAB – Richtlinien
- Technische Richtlinien des Glaserhandwerks
- Produktnormen für die betrachteten Glasprodukte (SN EN Normen)

8.5.6 Physikalische Merkmale

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

- Interferenzerscheinungen
- Isolierglaseffekt
- Anisotropien
- Kondensation auf den Scheiben-Aussenflächen (Tauwasserbildung)
- Benetzbarkeit von Glasoberflächen

8.6 Begriffserläuterungen

8.6.1 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.

Dabei handelt es sich um Linien unterschiedlicher Farben als Ergebnis einer Zerlegung des Lichtspektrums. Mit der Sonne als Lichtquelle variieren die Farben von Rot bis Blau, welche 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.

Einige veredelte Gläser zeigen ebenfalls Färbungen, die dem Produkt eigen sind, z. B. vorgespanntes und teilvorgespanntes Glas. Siehe EN 12150-1 oder EN 1863-1.

8.6.2 Isolierglaseffekt (Doppelscheibeneffekt)

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.

Der Umfang der Verformungen hängt teilweise von der Steifigkeit und der Grösse der Glasscheiben, ebenso wie von der Breite des Scheibenzwischenraumes ab. Kleine Scheibenabmessungen, dicke Gläser und/oder kleine Scheibenzwischenräume reduzieren diese Verformungen erheblich.

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.

8.6.3 Anisotropien (Irisation)

Anisotropien sind ein physikalischer Effekt bei wärmebehandelten Gläsern. Durch das Vorspannen werden im Querschnitt des Glases unterschiedliche Spannungsfelder eingebracht. Diese Spannungsfelder rufen eine Doppelbrechung im Glas hervor, die in polarisiertem Licht sichtbar ist.

Wenn thermisch vorgespanntes Einscheibensicherheitsglas in polarisiertem Licht betrachtet wird, werden die Spannungsfelder als farbige Zonen sichtbar, die auch als „Polarisationsfelder“ oder „Leoparden-Flecken“ (Abblasinge) bekannt sind.

Polarisiertes Licht ist in normalem Tageslicht vorhanden. Die Grösse der Polarisation ist abhängig vom Wetter und vom Sonnenstand. Die Doppelbrechung macht sich unter einem streifenden Blickwinkel, durch polarisierte Brillen oder auch bei im Eck zueinander stehenden Glasflächen stärker bemerkbar

8.6.4 Kondensation auf Scheiben-Aussenflächen (Tauwasserbildung)

Kondensat (Tauwasser) kann sich auf den äusseren Glasoberflächen dann bilden, wenn die Glasoberfläche kälter ist als die angrenzende Luft (zum Beispiel: beschlagene PKW-Scheiben).

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

Die Kondensatbildung auf der raumseitigen Scheibenoberfläche wird bei Behinderung der Luftzirkulation, z. B. durch tiefe Laibungen, Vorhänge, Blumentöpfe, Blumenkästen, innen angebrachte Sonnenschutzelemente, schlechte Bauaustrocknung, tiefe Raumtemperaturen sowie durch ungünstige Anordnung der Heizkörper, mangelnde Lüftung o. Ä. gefördert.

Tauwasser bildet sich, wenn die Innenfeuchtigkeit (relative Luftfeuchte innen) hoch und die Lufttemperatur höher als die Temperatur der Scheibenoberfläche ist.

Bei Isolierglas mit hoher Wärmedämmung (speziell 3-fach-Isoliergläser) kann sich, aufgrund der starken Auskühlung der äusseren Scheibe, auf der witterungsseitigen Glasoberfläche vorübergehend Tauwasser bilden, wenn die Aussenfeuchtigkeit (relative Luftfeuchte aussen) hoch und die Lufttemperatur höher als die Temperatur der Scheibenoberfläche ist.

8.6.5 Benetzbarkeit von Glasoberflächen

Nach dem Waschprozess mit entmineralisiertem Wasser ist die Glasoberfläche bezogen auf die Wassermolekülbindung hoch aktiviert. Sauger, Rollen, Finger oder Etiketten verhindern nun unmittelbar nach der Fertigung, dass sich die Glasoberfläche mit Wassermolekülen (Feuchte, Nebel, Regen) der Luft anreichern kann. So entstehen unterschiedliche Bereiche, welche sich aufgrund der mikroskopisch veränderten Glasoberfläche durch unterschiedliche Benetzbarkeit zeigen.

9 Qualitätsmanagement

GLAS TRÖSCH Schweiz

Das Qualitätsmanagement (QM) und die Fertigung unserer Gläser richten sich nach den entsprechenden Produktnormen:

- Für Floatglas SN EN 572
- Für beschichtetes Glas SN EN 1096
- Für ESG SN EN 12150
- Für ESG-H SN EN 14179
- Für TVG SN EN 1863
- Für VSG SN EN 12543
- Für Isolierglas SN EN 1279

Die visuelle Beurteilung von Bauglas erfolgt nach folgenden Richtlinien:

- Für Floatglas SN EN 572-2
- Für beschichtetes Glas SN EN 1096-1
- Für VSG SN EN 12543-6
- Für ESG und Isolierglas Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen / Hadamar 2009

Die vorgenannten Standards legen fest, wie unsere Glasprodukte hergestellt, kontrolliert und zu welchem Anwendungszweck sie geeignet sind. Die Vorgaben bestimmen unsere internen und externen Überwachungssysteme und deren Kontrollmechanismen.

Die gleiche Systematik gilt auch für neue Materialien oder Produkte von Lieferanten, die zusätzlich auf ihre Verträglichkeit mit den bestehenden Produkten geprüft werden. Die Verträglichkeitsprüfungen müssen laufend wiederholt werden, um Änderungen in der Beschaffenheit eines Produktes rechtzeitig erkennen zu können. Im Weiteren geht es darum, Eigenschaftszusicherungen von Lieferanten zu prüfen.

Die Kontrollmechanismen umfassen tägliche Prüfungen in der Produktion, basierend auf den Vorgaben der Qualitätsmanagementsysteme nach EN ISO 9001/14001. Zusätzlich werden durch unsere Dienstleistungszentren vom Qualitätsmanagement jährlich drei Prüfungen absolviert, welche regelmässig durch anerkannte externe Institute ergänzt werden.

All diese Massnahmen dienen dazu, die Qualität zu sichern, Verbesserungen schnell einfliessen zu lassen und einen einheitlichen Standard zu gewährleisten. Unsere Produkte werden alle durch anerkannte, zertifizierte Institute geprüft/überwacht und können jederzeit auch durch Dritte nachvollzogen werden.

Nicht zuletzt wird durch unser Zuverlässigkeitsmanagement auch die Kundensicht intern und extern kontrolliert. Denn die Qualität einer Leistung beginnt beim guten Produkt und endet mit der erfolgreichen Lieferung respektive der erfolgreichen Abnahme der Leistung.

Mehr dazu finden Sie auch unter **www.glastroesch.ch**

10 Merkblätter

Die nachfolgenden Merkblätter geben Auskunft über verschiedene Anwenderprobleme und sollen dazu dienen, Erklärungen und Tipps zu vermitteln. Die Merkblätter können auch im Internet unter **www.glastroesch.ch** als pdf-Datei heruntergeladen werden.

Merkblatt 1	Kondensat
Merkblatt 2	Benetzbarkeit
Merkblatt 3	Glasreinigung
Merkblatt 4	Glasbruch bei Schiebetüren und -fenstern
Merkblatt 5	Spionspiegel
Merkblatt 6	UV-Schutz mit VSG
Merkblatt 7	Randzonen bei VSG
Merkblatt 8	Rutschhemmende Bodenbeläge und Ätzungen
Merkblatt 9	Schimmel auf Dichtstoffen
Merkblatt 10	Kratzer und Glasbruch bei Isoliergläsern
Merkblatt 11	Prüfungen von Isolierglas
Merkblatt 12	Spontanbruch bei ESG
Merkblatt 13	Glasbruch durch Thermoschock
Merkblatt 14	Glasbruch
Merkblatt 15	Milchige Beläge bei Isolierglas
Merkblatt 16	Funktion Luxar

Als weiterführende bzw. ergänzende Literatur verweisen wir auf unser Buch „Glas und Praxis“, welches bei uns bezogen werden kann.

11 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Kapitelaufteilung.....	4
Tab. 2: Dickentoleranzen.....	10
Tab. 3: Schrägbruchtoleranzen.....	11
Tab. 4: Rückschnitt bei Floatglas.....	12
Tab. 5: Rückschnitt bei ESG, VSG und ISO.....	12
Tab. 6: Abmessungstoleranzen für Floatglas Festmasse.....	14
Tab. 7: Abmessungstoleranzen für Ornamentglas Festmasse.....	14
Tab. 8: Übersicht Kantenbearbeitungen.....	19
Tab. 9: Rechteck-Toleranz für bearbeitete Kanten.....	22
Tab. 10: Toleranz beim Saum.....	22
Tab. 11: Toleranzen Ausschnitte und Bohrungen.....	23
Tab. 12: Beurteilung von Floatglas.....	25
Tab. 13: Beurteilung von Ornamentglas.....	26
Tab. 14: Eigenschaften im Vergleich.....	27
Tab. 15: Bestimmungsrechteck ESG, ESG-H, TVG.....	28
Tab. 16: Toleranzen Rechwinkligkeit und Masse ESG und ESG-H.....	29
Tab. 17: Toleranzen Rechwinkligkeit und Masse TVG.....	29
Tab. 18: Zulässige Verwerfung ESG und ESG-H.....	30
Tab. 19: Zulässige Verwerfung TVG.....	30
Tab. 20: Normgerechte Produktion von thermisch vorgespanntem Glas.....	32
Tab. 21: Auftragsverfahren im Überblick.....	35
Tab. 22: Toleranzen für emaillierte Gläser.....	38
Tab. 23: Toleranzen emaillierte Gläser.....	39
Tab. 24: Höchstmass für den Versatz.....	42
Tab. 25: Fehlerarten bei VSG.....	42
Tab. 26: Zugelassene punktförmige Fehler bei VSG.....	43
Tab. 27: Linienartige Fehler in der Sichtfläche.....	43
Tab. 28: Dickentoleranzen 2-fach-Isolierglas.....	46
Tab. 29: Dickentoleranzen 3-fach-Isolierglas.....	46
Tab. 30: Abmessungstoleranzen für 2-fach-Isolierglas.....	48
Tab. 31: Abmessungstoleranzen für 3-fach-Isolierglas.....	48
Tab. 32: Zulässige Fehler pro Isolierglas.....	54

12 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Skizze Schrägbruch	11
Abb. 2: Beispiel eines Schrägbruches.....	12
Abb. 3: Skizze Rückschnitt.....	12
Abb. 4: Bestimmungsrechteck Floatglas	13
Abb. 5: Beschädigte Ecke	15
Abb. 6: Ausmuschelung in der Kante	15
Abb. 7: Ausmuschelung in der Fläche.....	16
Abb. 8: Unsauberer Bruch bei Dickglas	16
Abb. 9: Schweif beim Bruch.....	17
Abb. 10: Schnittkante	20
Abb. 11: Kante gesäumt.....	20
Abb. 12: Kante rodiert.....	21
Abb. 13: Kante poliert	21
Abb. 14: Querschnitt Saum	22
Abb. 15: Bohrungstoleranzen	23
Abb. 16: Lagetoleranzen Lochbohrungen	24
Abb. 17: Skizze Verwerfung	30
Abb. 18: Bruchverhalten TVG.....	31
Abb. 19: Kleine Bruchstücke und Inseln	32
Abb. 20: Beurteilungszonen emaillierte Gläser	37
Abb. 21: Aufbau 2-fach- und 3-fach-Isoliergläser	45
Abb. 22: Bestimmungsrechteck Isolierglas	47
Abb. 23: Beurteilungsfelder für die visuelle Qualität	53

13 Abkürzungsverzeichnis

μ	Mikromillimeter
ΔT	Temperaturunterschied
bzw.	beziehungsweise
C	Celsius
EN	Europäische Norm
ESG	Einscheibensicherheitsglas
ESG-H	heissgelagertes Einscheibensicherheitsglas nach SN EN 14179
g-Wert	Gesamtenergiedurchlassgrad
ISO	Isoliertglas
K	Kelvin
KG	Schnittkante
KGN	Kanten rodiert
KGS	Kanten gesäumt
KPO	Kanten poliert
LT-Wert	Lichttransmissionsgrad
m	Meter
mm	Millimeter
NiS	Nickelsulfid
o. Ä.	oder Ähnliches
SIA	Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein
SIGAB	Schweizerisches Institut für Glas am Bau
SN	Schweizer Norm
SWISS SG	SWISS Structural Glazing
SZR	Scheibenzwischenraum
t	Toleranzwert
TVG	teilvergesspanntes Glas
u. a.	und andere
U _g -Wert	Wärmedurchgangskoeffizient
usw.	und so weiter
UV	Ultraviolett
vgl.	vergleiche
VSG	Verbundsicherheitsglas

GLAS TRÖSCH HOLDING AG

Industriestrasse 29, CH-4922 Bützberg

Tel.: +41 (0)62 958 52 52, Fax.: +41 (0)62 958 52 55

www.glastroesch.ch