



ISOLAR HANDBUCH TOLERANZEN



© Armin Glas

INHALTSVERZEICHNIS



1.	BASISGLÄSER.....	2
2.	ZUSCHNITT	6
2.1.	Grenzabmaße allgemein.....	6
2.1.1.	Spitze Winkel bei Floatglas – nicht zu beurteilende Zone X.....	7
2.1.2.	Spitze Winkel bei ESG, VSG, ISO Rückschnitt – nicht zu beurteilende Zone X.....	7
2.2.	Diagonaltoleranz.....	8
2.3.	Strukturverlauf bei Ornamentgläsern.....	8
3.	BEARBEITUNG.....	10
3.1.	Kantenbearbeitungsqualität.....	10
3.1.1.	Geschnittene Kante (KG).....	10
3.1.2.	Gesäumte Kante (KGS).....	11
3.1.3.	Gesägte Kante (KGG).....	11
3.1.4.	Wasserstrahlgeschnittene Kante (KWG).....	11
3.1.5.	Maßgeschliffen Kante (KMG).....	11
3.1.6.	Geschliffene Kante (KGN).....	11
3.1.7.	Polierte Kante (KPO).....	11
3.2.	Glasbearbeitungen.....	12
3.2.1.	Rechtecke.....	12
3.2.1.1.	Standardtoleranzen.....	12
3.2.1.2.	Sondertoleranzen.....	12
3.2.2.	Sonderformen.....	13
3.3.	Eckabschnitte sowie Eck- und Randausschnitte gesäumt.....	13

3.3.1.	Eckabschnitte gesäumt < 100 mm x 100 mm.....	14
3.3.1.1.	Standard.....	14
3.4.	Eckabschnitte sowie Eck- und Randausschnitte poliert	14
3.5.	Ecken gestoßen	14
3.6.	Lochbohrungen	14
3.6.1.	Lochbohrungsdurchmesser	14
3.6.2.	Lochbohrungslagen.....	15
3.6.3.	Lochbohrungsdurchmesser und Positionierung bei 4 – 12 mm ESG16	
3.6.4.	Mindestabstände von Lochrand zu Lochrand	17
3.6.5.	Lochgröße und Positionierung bei 15 mm und 19 mm ESG.....	17

4. SIEBDRUCK UND EMAIL20

4.1.	Geltungsbereich.....	20
4.2.	Verfahren/Hinweise/Begriffe	21
4.2.1.	Allgemeines.....	21
4.2.2.	Verfahren.....	23
4.2.2.1.	Rollercoating-Verfahren.....	23
4.2.2.2.	Gießverfahren	23
4.2.2.3.	Siebdruckverfahren	24
4.2.2.4.	Digitaldruckverfahren	25
4.3.	Prüfung.....	26
4.4.	Beurteilung des Farbeindrucks.....	29
4.4.1.	Art des Basisglases und Einfluss der Farbe	29
4.4.2.	Lichtart, bei der das Objekt betrachtet wird.....	29
4.4.3.	Betrachter bzw. Art der Betrachtung.....	30
4.5.	Sonstige Hinweise	31
4.6.	Metallicfarben.....	33

5. EINSCHLEIBENSICHERHEITSGLAS/

TEILVORGESPANNTES GLAS 36

5.1.	Generelle Verwerfung – gültig für ESG/TVG aus Floatglas...	36
5.2.	Örtliche Verwerfung – gültig für ESG/TVG aus Floatglas.....	37
5.3.	Beurteilung der visuellen Qualität von ESG aus Sondergläsern	37
5.4.	Abweichung von der Kennzeichnung.....	38
5.5.	ESG heißgelagert.....	39

6. VSG TOLERANZEN..... 42

6.1.	Maßtoleranzen.....	42
6.2.	Verschiebetoleranz (Versatz).....	43
6.3.	Dickentoleranz.....	44
6.4.	Bearbeitung.....	44
6.5.	Verwerfungstoleranz/ Planitätsabweichung.....	45
6.6.	Fehler in der Sichtfläche.....	45
6.6.1.	Fehlerdefinitionen.....	45
6.6.1.1.	Punktförmige Fehler.....	45
6.6.1.2.	Lineare Fehler.....	45
6.6.1.3.	Fehler der Zwischenschicht.....	45
6.6.1.4.	Undurchsichtige Flecken.....	45
6.6.1.5.	Blasen.....	46
6.6.1.6.	Fremdkörper.....	46
6.6.1.7.	Kratzer oder Schleifspuren.....	46
6.6.1.8.	Kerben.....	46
6.6.1.9.	Falten.....	46
6.6.1.10.	Durch Inhomogenität der Zwischenschicht bedingte Streifen.....	46
6.6.1.11.	Punktförmige Fehler in der Sichtfläche.....	47
6.6.1.12.	Lineare Fehler in der Sichtfläche.....	48

6.7.	Fehler in der Kantenfläche	48
6.7.1.	Fehler in der Kantenfläche bei gerahmten Rändern	48
6.7.2.	Kerben	48
6.7.3.	Falten und Streifen	48
6.7.4.	Fehler an Kanten, die nicht gerahmt werden	49
6.8.	Prüfverfahren.....	50
6.9.	Farbfolien	50
6.10.	VSG mit Schallschutzfolien.....	50
6.11.	VSG mit Stufen.....	50

7. SONNENSCHUTZ- UND WÄRMEDÄMMBESCHICHTUNGEN..... 53

7.1.	Geltungsbereich.....	53
7.2.	Verfahren und Verweise auf Normen und Richtlinien.....	53
7.2.1.	Verfahren.....	53
7.2.1.1.	Vakuumverfahren.....	53
7.2.1.2.	Chemische Verfahren.....	53
7.2.2.	Verweise auf Normen und Richtlinien	54
7.3.	Anforderungen an Kenngrößen für Energieerhaltung und Wärmeschutz	55
7.4.	Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften	56
7.5.	Fehlerbewertung von beschichtetem Glas	57
7.6.	Farbliche Bewertung von beschichtetem Glas.....	58
7.6.1.	Allgemeine Festlegungen zur Farbbewertung.....	58
7.6.2.	Farben im CIELAB Farbraum	59
7.6.3.	Messen von Farbe	60
7.6.4.	Bewertung der Homogenität einer Fassade.....	61
7.6.4.1.	Farbunterschiede innerhalb einer Scheibe	61

7.6.4.2.	Farbunterschiede zwischen zwei benachbarten Scheiben.....	62
7.6.4.3.	Anforderungen für Farbmessungen	63
7.6.5.	Farbgleichheit von nicht vorgespannter und vorgespannter Variante eines Produkts.....	64
7.6.6.	Winkelabhängigkeit von Architekturglasbeschichtungen	65

8. MEHRSCHEIBEN-ISOLIERGLAS 67

8.1.	Randverbund.....	67
8.2.	Dickentoleranz am Randverbund.....	68
8.3.	Abmessungstoleranz/Versatz.....	69
8.3.1.	Größentoleranzen.....	69
8.3.2.	Versatz bei Rechtecken	69
8.3.3.	Versatz bei Sonderformen	70
8.4.	Randentschichtung.....	70
8.4.1.	Festmaßbeschichtung	70
8.5.	Abstandhalter.....	71
8.6.	Isoliergläser mit Alarmgebung	71
8.7.	Visuelle Qualität von Mehrscheiben-Isolierglas.....	75
8.7.1.	Allgemeines	75
8.7.2.	Beobachtungsbedingungen	75
8.7.3.	Mehrscheiben-Isolierglas mit zwei Scheiben aus monolithischen Gläsern 77	
8.7.3.1.	Punktförmige Fehler.....	77
8.7.3.2.	Rückstände	78
8.7.3.3.	Linearer/Langgestreckter Fehler.....	78
8.7.4.	Mehrscheiben-Isolierglas mit mehr als zwei Scheiben aus monolithischem Glas	79
8.7.5.	Mehrscheiben-Isolierglas mit wärmebehandeltem Glas	79
8.7.6.	Randfehler.....	79
8.7.7.	Toleranzen der Abstandhaltergeradheit.....	80

8.7.8.	Gebogenes Isolierglas.....	80
8.8.	Weitere visuelle Aspekte von Mehrscheiben-Isolierglas.....	81
8.8.1.	Allgemeines	81
8.8.2.	Eigenfarbe	81
8.8.3.	Unterschiede in der Farbe des Mehrscheiben-Isolierglases	81
8.8.4.	Interferenzerscheinungen	81
8.8.5.	Spezifische Effekte infolge barometrischer Bedingungen	82
8.8.6.	Mehrfachreflexionen	82
8.8.7.	Anisotropie (Schillern).....	82
8.8.8.	Kondensation an den Außenoberflächen des Mehrscheiben-Isolierglases	82
8.8.9.	Benetzung der Glasoberflächen.....	83

9. SYSTEME IM MEHRSCHEIBENISOLIERGLAS 85

9.1.1.	Bewegliche und starre Systeme.....	85
9.1.2.	Prüfungsgrundsätze	85
9.1.3.	Elemente.....	85
9.1.4.	Weitere Richtlinien und Normen.....	85
9.2.	Prüfgrundsätze.....	86
9.2.1.	Lamellensysteme	86
9.2.2.	Foliensysteme - Pliessesysteme.....	86
9.2.3.	Prüfkriterien	86
9.2.4.	Betrachtungsflächen	88
9.3.	Zulässigkeiten bei Lamellensystemen.....	88
9.3.1.	Erkennbare Oberflächenabweichungen.....	88
9.3.2.	Zulässiger Lamellenversatz.....	89
9.3.3.	Abweichung von der Rechtwinkligkeit/Schiefhang	90
9.3.4.	Zulässige Abweichung von der Form	91
9.3.4.1.	Zulässige Verdrehung/Verzerrung	91

9.3.4.2.	Zulässige Durchbiegung.....	91
9.3.5.	Zulässige Abweichung beim unvollständigen Wenden von Lamellen 92	
9.3.6.	Minimaler Schließwinkel	92
9.3.7.	Ungleichmäßige Lichtdurchscheinungen.....	92
9.3.8.	Schließwinkeltoleranzen in der Fläche.....	93
9.3.8.	Genauigkeit des Öffnungswinkels von Lamellensystemen, welche nur einseitig schließen.....	93
9.3.9.	Schwenkbarkeit von beidseitig schliessenden Lamellensystemen mit mittiger Lagerung	94
9.3.10.	Schwenkbarkeit von einseitig schliessenden Lamellensystemen mit mittiger Lagerung	94
9.3.11.	Lamellenschluss	95
9.4.	Rollosysteme und PlissEesysteme	95
9.4.1.	Erkennbare Oberflächenfehler	95
9.4.2.	Abweichung von der Rechtwinkligkeit.....	96
9.4.3.	Wellen- und Faltenbildung	96
9.4.4.	Lichtdurchgänge.....	96
9.4.5.	Einrollungen von freien Behangkanten.....	97
9.4.6.	Behangveränderung im Bereich von Führungen	98
9.4.7.	Plisseesysteme	98
9.5.	Allgemeine Hinweise	99
9.6.	Besondere Hinweise.....	99
9.7.	Geltungsbereich ISOLAR SOLARLUX® variodirect	100
9.8.	Lagerung und Transport	101
9.9.	Steuerung und Netzteil	101
9.10.	IGS Isolierglaselemente	101
9.10.1.	Verglasung Fenster/Isolierglas	102
9.11.	Glasfalzausbildung.....	102
9.12.	Fenstersysteme	102

9.12.1.	Metall- und Kunststofffenster.....	102
9.12.2.	Holzfenster.....	103
9.12.3.	Verbundsysteme.....	103
9.13.	Fensterkontakte	103
9.14.	Kabelverbindungen.....	104
9.15.	Stromführung	104
9.16.	Statische Dimensionierung	104
9.17.	Einbauhinweise.....	105
9.17.1.	Klotzung.....	105
9.17.2.	Anschluss.....	106
9.17.3.	Funktionskontrolle	106
9.17.4.	Inbetriebnahme in unbeheizten Gebäuden	107

10. BRANDSCHUTZGLAS ARNOLD-FIRE[®] 109

10.1.	Randverbund.....	109
10.2.	Planität.....	110
10.3.	Optische Besonderheiten.....	110
10.4.	Kantenversatz und Dickentoleranzen.....	110
10.5.	Temperaturbeständigkeit.....	111
10.6.	UV-Beständigkeit.....	111
10.7.	Herstellerhinweise.....	111

11. ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS.....113



1. BASISGLÄSER

1. BASISGLÄSER

Für die Basisgläser gelten folgende normative Grundlagen:

- EN 572-1: Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften; Deutsche Fassung EN 572-1:2012+A1:2016
- EN 572-2: Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 2: Floatglas; Deutsche Fassung EN 572-2:2012
- EN 572-3: Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 3: Poliertes Drahtglas; Deutsche Fassung EN 572-3:2012
- EN 572-4: Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 4: Gezogenes Flachglas; Deutsche Fassung EN 572-4:2012
- EN 572-5: Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 5: Ornamentglas; Deutsche Fassung EN 572-5:2012
- EN 572-6: Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 6: Drahtornamentglas; Deutsche Fassung EN 572-6:2012
- EN 572-8: Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 8: Liefermaße und Festmaße; Deutsche Fassung EN 572-8:2012+A1:2016

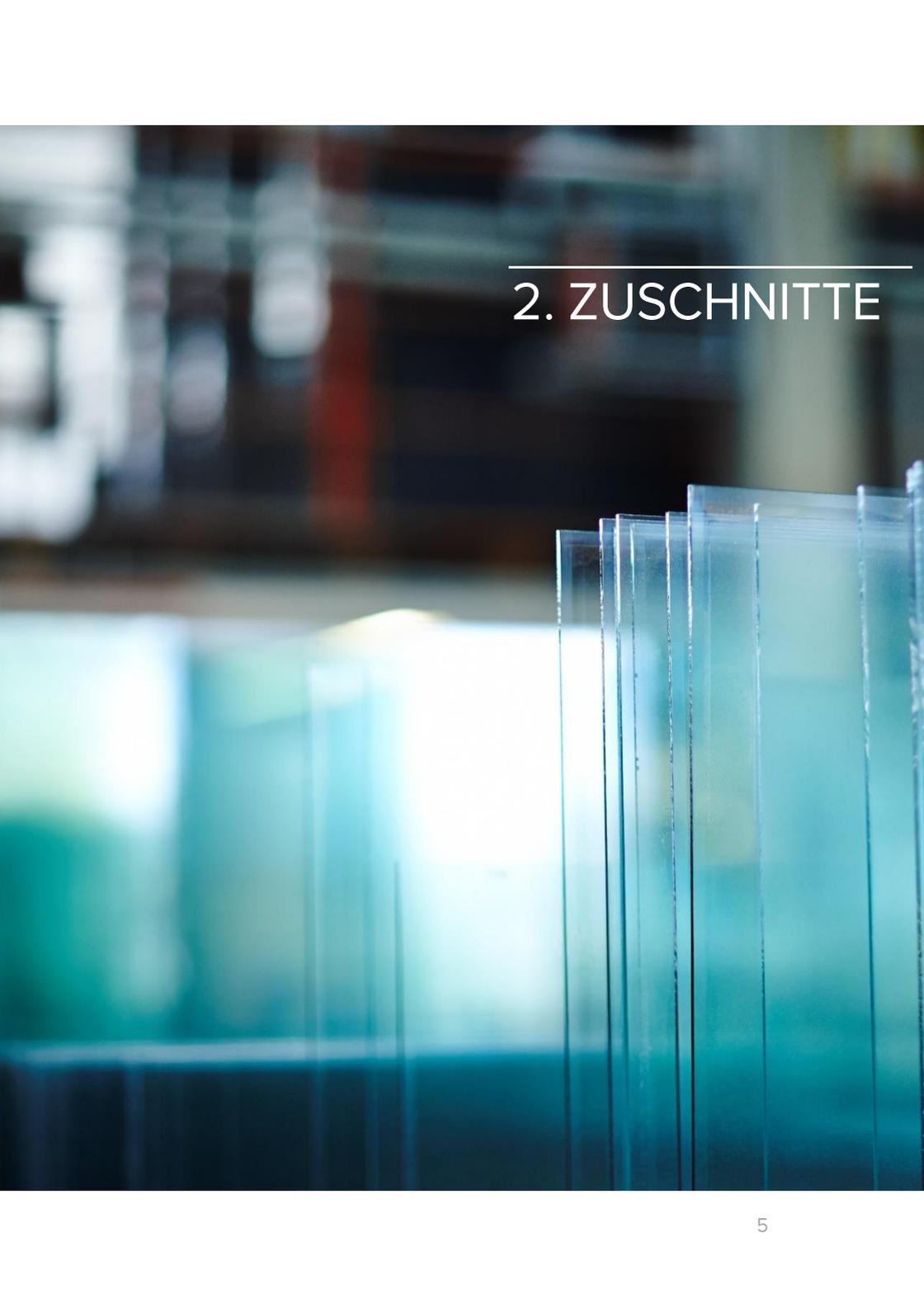
In den oben angeführten Normen können die Grenzabmaße der Nennstärken für die unterschiedlichen Gläserzeugnisse herausgelesen werden.

Des Weiteren sind darin die Anforderungen an die Qualität sowie die optischen und sichtbaren Fehler der Basisgläserzeugnisse beschrieben. Als Auszug aus der EN 572-2 und EN 572-5 sind hier die Grenzabmaße der Nennstärken genannt. Für weitere Basisgläser wird auf die entsprechenden Normen bzw. Normteile verwiesen.

Nennstärke in mm	Toleranz in mm	
	Floatglas	Ornamentglas
2	± 0,2	± 0,5
3		
4		
5		
6		
8	± 0,3	± 0,8
10		± 1,0
12		± 1,5
14	-	
15	± 0,5	± 2,0
19	± 1,0	
25	± 1,0	-

Tabelle 1: Grenzabmaße der Nennstärken für Float- (EN 572-2) und Ornamentglas (EN 572-5)



A photograph of a stack of clear glass panes in a factory setting. The panes are stacked vertically, and the background is blurred, showing industrial equipment and lights. The text '2. ZUSCHNITTE' is overlaid on the top right of the image.

2. ZUSCHNITTE

2. ZUSCHNITT

Sollten etwaige Toleranzen/Abweichungen in diesem Kapitel nicht geregelt sein, so gilt ergänzend: EN 572: Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas / EN 1096-1: Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 1: Definitionen und Klasseneinteilung; Deutsche Fassung EN 1096-1:2012.

2.1. GRENZABMAßE ALLGEMEIN

Zu berücksichtigen ist der sogenannte Schrägbruch! Dieser ist abhängig von der jeweiligen Glasstärke und der Beschaffenheit des Basisglases (Sprödheit etc.).

Glasdicke in mm	Maximalwert in
4, 5, 6	± 1,0
8, 10	± 2,0
12	± 3,0
15	+ 5,0 / - 3,0
19	+ 6,0 / - 3,0

Tabelle 2: Schrägbruchwerte

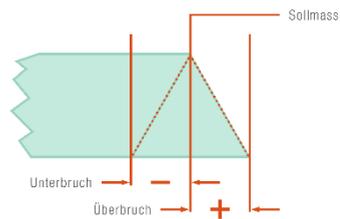


Abbildung 1: Schrägbruch

Der Schrägbruch ist bei Toleranzangaben zu berücksichtigen. D. h. die Glasabmessungen können sich bei gesäumter Kante um den doppelten Schrägbruchwert ändern. Bei nicht rechtwinkligen Elementen gilt, dass die nachstehend angeführten Toleranzen bei den angegebenen Winkeln anfallen können (ähnlich dem Rückschnitt). Die Geometrie der Elemente bleibt erhalten.

2.1.1. SPITZE WINKEL BEI FLOATGLAS – NICHT ZU BEURTEILENDE ZONE X

α	X
$\leq 12,5^\circ$	- 30,0 mm
$\leq 20^\circ$	- 18,0 mm
$\leq 35^\circ$	- 12,0 mm
$\leq 45^\circ$	- 8,0 mm

Tabelle 3: Abbruch

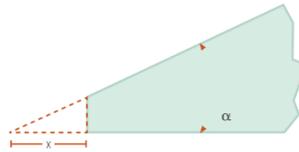


Abbildung 2: Nicht zu beurteilende Zone X

Die Fläche des möglichen Abbruchs stellt eine nicht zu beurteilende Zone dar. Hier können Unregelmäßigkeiten an den Kanten (z.B. Überbrüche) sowie auch auf der Fläche auftreten, diese stellen keinen Reklamationsgrund dar.

2.1.2. SPITZE WINKEL BEI ESG, VSG, ISO RÜCKSCHNITT – NICHT ZU BEURTEILENDE ZONE X

Wir behalten uns aus produktionstechnischen Gründen das Recht vor einen Rückschnitt lt. Tabelle 4 durchzuführen. Wird dieser nicht durchgeführt, gelten die in Tabelle 4 angeführten Maße als nicht zu beurteilende Zone. Hier können Unregelmäßigkeiten an den Kanten (z. B. Überbrüche) sowie auch auf der Fläche auftreten, diese stellen keinen Reklamationsgrund dar.

α	X
$\leq 12,5^\circ$	- 65,0 mm
$\leq 20^\circ$	- 33,0 mm
Bei Winkel $> 20^\circ$ entspricht der Rückschnitt bzw. die nicht zu beurteilende Zone dem Abbruch.	

Tabelle 4: Rückschnitt

2.2. DIAGONALTOLERANZ

Durchführung: Durch Messung der Diagonalen
Messmittel: Bandmaß
Toleranzen: Längendifferenz zwischen den
Diagonalen $< 2 \text{ mm}$

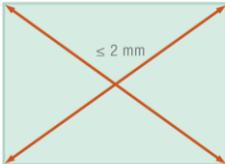


Abbildung 3: schematische Darstellung - Diagonaltoleranz

2.3. STRUKTURVERLAUF BEI ORNAMENTGLÄSERN

Als Standard gilt: Verlauf der Struktur parallel mit dem Höhenmaß.



3. BEARBEITUNG

3. BEARBEITUNG

Die Toleranzen sind abhängig von der jeweiligen Art der Kantenbearbeitung. Sollten etwaige Toleranzen/Abweichungen in diesem Kapitel nicht geregelt sein, so gilt ergänzend:

- EN 572: Glas im Bauwesen
Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilikatglas
- EN 12150-1: Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas; Definition und Beschreibung; Ausgabe 2015-12
- EN 1863-1/A1: Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 1: Definitionen und Klasseneinteilung; Deutsche Fassung EN 1096-1:2012

3.1. KANTENBEARBEITUNGSQUALITÄT

Als Grundlage der Kantenbearbeitung ist die DIN 1249-11: Flachglas im Bauwesen - Teil 11: Glaskanten - Begriffe, Kantenformen und Ausführung,- herangezogen.

Dem Produzenten bleibt es aus produktionstechnischen Gründen überlassen, die geschliffenen Kanten auch poliert auszuführen.

3.1.1. GESCHNITTENE KANTE (KG)

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

3.1.2. GESÄUMTE KANTE (KGS)

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

3.1.3. GESÄGTE KANTE (KGG)

Durch Radial- oder Bandsägen im rechten Winkel oder Gehrungswinkel hergestellte Kante mit Ein- u. Auslaufspuren an den Anfangs- u. Endpunkten.

3.1.4. WASSERSTRAHLGESCHNITTENE KANTE (KWG)

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

3.1.5. MAßGESCHLIFFEN KANTE (KMG)

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

3.1.6. GESCHLIFFENE KANTE (KGN)

Die Kantenoberfläche ist durch Schleifen ganzflächig bearbeitet. Die geschliffene Kante hat ein schleifmattes Aussehen. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind unzulässig. Eine per Wasserstahl bearbeitete Kante entspricht der geschliffenen Kante.

3.1.7. 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.

Aus produktionstechnischen Gründen kann eine Scheibe an unterschiedlichen bzw. mehreren Maschinen kantenbearbeitet werden. Dadurch kann es zu einem unterschiedlichen Aussehen der geschliffenen bzw. polierten Kanten kommen. Dies stellt keinen Reklamationsgrund dar.

3.2. GLASBEARBEITUNGEN

3.2.1. RECHTECKE

3.2.1.1. STANDARDTOLERANZEN

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

Daher werden 2 Toleranzklassen gebildet:

- Gesäumte Kante: Für gesäumte Kanten gilt die unter Zuschnitt angegebene Toleranz mit Schrägbruch.
- geschliffene oder polierte Kante: Für geschliffene oder polierte Kanten gilt die nachfolgende Tabelle.

Kantenlänge in mm	d ≤ 12 mm	d = 15 + 19 mm
≤ 1000	± 1,5	± 2,0
≤ 2000	± 2,0	± 2,5
≤ 3000	+ 2,0 / - 2,5	± 3,0
≤ 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

Diagonaltoleranz

Dt = Diagonaltoleranz
b = Breittoleranz
h = Höhtoleranz

Beispiel: (Nennmaß)

B x H = 2000 mm x 3000 mm

Berechnung

$$Dt = \sqrt{b^2 + h^2}$$

$$Dt = \sqrt{2,0^2 + 2,5^2} = 3,2$$

$$Dt \leq 3\text{mm} \rightarrow \text{max } 3\text{ mm}$$

Tabelle 5: Rechtecke Standardtoleranz

Die Toleranz des Saums bei maßgeschliffenen, geschliffenen oder polierten Kanten beträgt ± 1 mm.



Abbildung 4: Kantenbearbeitung - polierte Kante

3.2.1.2. SONDERTOLERANZEN

Sondertoleranzen sind nach Absprache möglich.

3.2.2. SONDERFORMEN

Auch hier gilt wieder die Unterteilung in die Qualitäten Standard- und Sondertoleranz, wobei anzumerken ist, dass die Sonderbearbeitung dieser Sonderformen auf dem CNC-Bearbeitungszentrum erfolgt. Bei 15 und 19 mm Gläsern gilt die nachstehende Tabelle 8 zuzüglich 1 mm bei allen Toleranzen.

Kantenlänge $d \leq 12$ mm		
Standard		Sondertoleranz (CNC)
≤ 1000	$\pm 2,0$	+ 1,0 / - 1,0
≤ 2000	$\pm 3,0$	+ 1,0 / - 1,5
≤ 3000	$\pm 4,0$	+ 1,0 / - 2,0
≤ 4000	$\pm 5,0$	$\leq 4000 + 1,0 / - 2,5$
≤ 5000	- 8 / + 5	$\leq 5000 - 4,0 / + 2,0$
≤ 6000	- 10 / + 5	$\leq 6000 - 5,0 / + 2,0$

Tabelle 6: Sonderformtoleranzen

3.3. ECKABSCHNITTE SOWIE ECK- UND RANDAUSCHNITTE GESÄUMT

Bei allen in diesem Abschnitt angeführten Bearbeitungsschritten ist die Lagetoleranz von der bemaßten Kante aus zu messen.

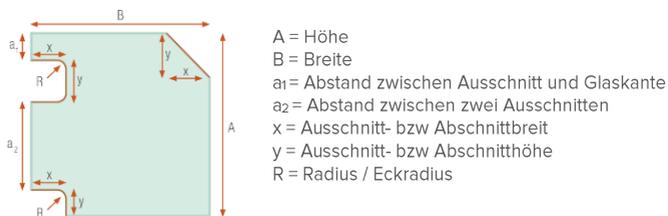


Abbildung 5: schematische Darstellung Eck- und Randausschnitte, Eckabschnitte

3.3.1. ECKABSCHNITTE GESÄUMT < 100 MM X 100 MM

3.3.1.1. STANDARD

Für die Lage und die Maße gilt eine Standardtoleranz von +/- 4mm.

3.4. ECKABSCHNITTE SOWIE ECK- UND RANDAUSSCHNITTE POLIERT

Standard: Für die Lage und Maße gilt eine Standardtoleranz von +/- 2mm. Sondertoleranzen sind nach gesonderter Absprache möglich.

3.5. ECKEN GESTOßEN

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

Aus produktionstechnischen Gründen kann der Eckstoß variieren (Runddeck pol./fein $r = 2\text{ mm}$) bzw. nicht vorhanden sein.

Dies stellt keinen Reklamationsgrund dar.
 $\alpha =$ etwa gleichwinkelig.

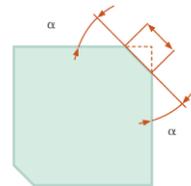


Abbildung 6: schematische Darstellung Ecken gestoßen

3.6. LOCHBOHRUNGEN

Die Lochlage- bzw. Lagetoleranzen entsprechen den Toleranzen der Kantenbearbeitungen.

3.6.1. LOCHBOHRUNGSDURCHMESSER

Neandurchmesser der Bohrung, \varnothing	Grenzabmaße in mm
$4 \leq \varnothing \leq 20$	$\pm 1,0$
$20 < \varnothing < 100$	$\pm 2,0$
$100 < \varnothing$	Abfrage beim Hersteller

Tabelle 7: Grenzabmaße für Bohrungsdurchmesser

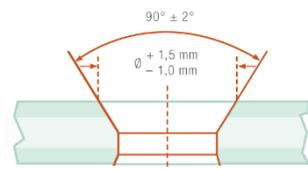


Abbildung 7: Senklochtoleranz

SENKLOCHBOHRUNGEN IM VSG

Die zylindrische Lochbohrung der Gegendose ist mit einem 4 mm größeren Durchmesser als der Kerndurchmesser der Senklochbohrung zu fertigen.

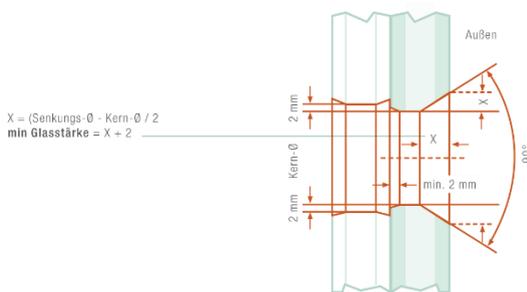


Abbildung 8: schematische Darstellung einer Senklochbohrung im VSG

3.6.2. LOCHBOHRUNGSLAGEN

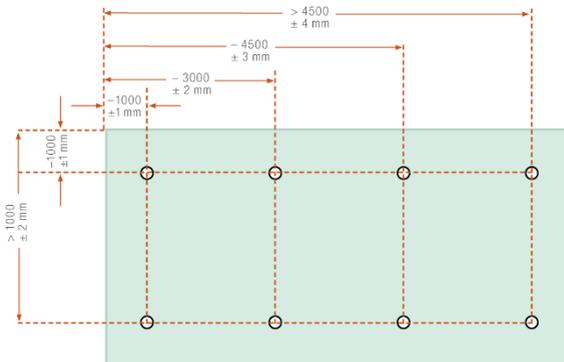


Abbildung 9: schematische Darstellung Lochbohrungslagen

3.6.3. LOCHBOHRUNGSDURCHMESSER UND POSITIONIERUNG BEI 4 – 12 MM ESG

Kantenbearbeitung	Kanten gesäumt	
Mindest Lochdurchmesser	$D \geq S$ – Lochrand anfassen	
Abstand Lochrand – Glaskante	$\geq 2 S$	
Abstand Lochrand – Lochrand	$\geq 2 S$	S = Glasdicke
Abstand im Eckbereich	Siehe Abb. 10	

Tabelle 8: ESG 4 - 12 mm Lochbohrungsdurchmesser/Positionierung

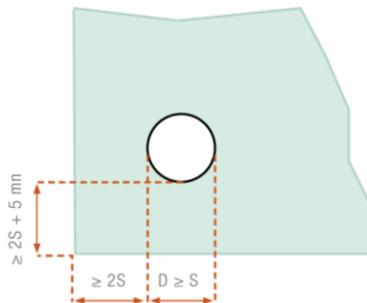


Abbildung 10: schematische Darstellung Lochgröße/Positionierung

Lochbohrungen im Eckbereich (bis 50 mm Bohrungsmittelpunkt) müssen eine asymmetrische Lage aufweisen (mind. 5 mm Unterschied zwischen X und Y Abstand zur Ecke). Wenn das NICHT möglich ist, müssen die Bohrungen als Schlitzbohrungen ausgeführt werden (da erhöhtes ESG Bruchrisiko).

3.6.4. MINDESTABSTÄNDE VON LOCHRAND ZU LOCHRAND

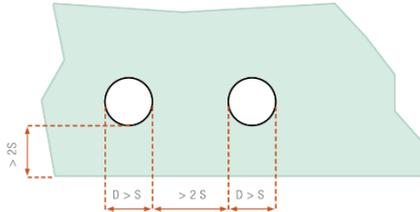


Abbildung 11: schematische Darstellung Lochgröße/Positionierung

3.6.5. LOCHGRÖßE UND POSITIONIERUNG BEI 15 MM UND 19 MM ESG

Kantenbearbeitung	Kanten fein
Mindest. Lochdurchmesser	18 mm - Lochrand anfassen
Abstand Lochrand - Glaskante	30 mm
Abstand Lochrand - Lochrand	45 mm
Abstand im Eckbereich	Siehe Abb. 12

Tabelle 9: ESG 15 mm Lochgröße/Positionierung

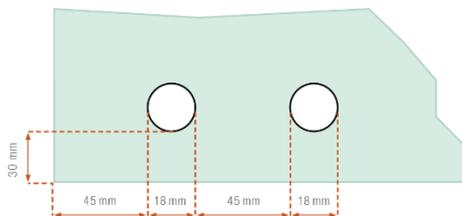


Abbildung 12: schematische Darstellung von ESG 15 mm Kochgröße/Positionierung

3. BEARBEITUNG

Kantenbearbeitung	Kanten fein
Mindest Lochdurchmesser	25 mm - Lochrand anfasen
Abstand Lochrand - Glaskante	40 mm
Abstand Lochrand - Lochrand	60 mm
Abstand im Eckbereich	Siehe Abb. 13

Tabelle 10: ESG 19 mm Lochgröße/Positionierung

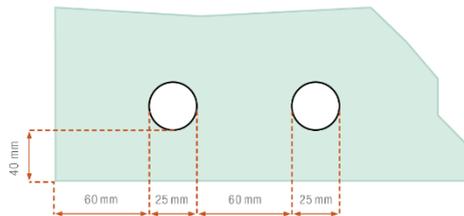


Abbildung 13: schematische Darstellung von ESG 19 mm Lochgröße/Positionierung



4. SIEBDRUCK & EMAIL

FORUM

4. SIEBDRUCK UND EMAIL

RICHTLINIE ZUR BEURTEILUNG DER VISUELLEN QUALITÄT VON EMAILLIERTEN/ SIEBBEDRUCKTEN GLÄSERN

Nachdruck mit freundlicher Genehmigung des Bundesverbandes Flachglas e. V, Stand März 2014.

4.1. GELTUNGSBEREICH

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

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

Die im Abschnitt der 5.3 „Prüfung“ genannten Hinweise und Toleranzen gelten in ihrem Grundsatz auch für andere Farbarten, zum Beispiel organische Farben. Die spezifischen Eigenschaften dieser Farbarten werden in dieser Richtlinie nicht beschrieben.

Auch so genannte lackierte Gläser, die thermisch vorgespannt werden können, werden mit keramischen Farben beschichtet. Somit ist diese Richtlinie auch für diese Produkte gültig.

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

- Innen- und/oder Außenanwendung
- Einsatz für den Durchsichtbereich (Betrachtung von beiden Seiten z. B. Trennwände, usw.)
- Anwendung mit direkter Hinterleuchtung

- Kantenqualität sowie Farbfreiheit der Kante (für freistehende Kanten wird eine geschliffene oder polierte Kantenbearbeitung empfohlen. Bei gesäumter Ausführung wird von einer gerahmten Kante ausgegangen).
- Weiterverarbeitung der Mono-Scheiben z. B. zu Mehrscheibenisoliervglas (MIG) oder VG/VSG und/oder Druck mit Orientierung zur Folie
- Bedruckung auf Position 1 für Außenanwendung

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

4.2. VERFAHREN/HINWEISE/BEGRIFFE

4.2.1. ALLGEMEINES

Die Emailfarbe besteht aus anorganischen Stoffen, die für die Farbgebung verantwortlich sind und die geringen Schwankungen unterliegen. Diese Stoffe sind mit Glasfluss vermengt. Während des thermischen Vorspannprozesses (ESG, ESG-heißgelagert und TVG) umschließt der Glasfluss die Farbkörper und verbindet sich mit der Glasoberfläche. Erst nach diesem Brennprozess ist die endgültige Farbgebung zu sehen.

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

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

Die Glasoberfläche kann durch verschiedene Auftragsarten vollflächig oder teilflächig emailliert werden. Die Emaillierung wird in der Regel auf die von der Bewitterung abgewandten Seite (Position 2 oder mehr) aufgebracht. Ausnahmen sind mit dem Hersteller abzustimmen. Für die Anwendung auf Position 1 (Witterungsseite) werden spezielle

Farben verwendet. Die keramischen Farben (Email) sind weitestgehend kratzfest und bedingt säureresistent; Licht- und Haftbeständigkeit entsprechen der Haltbarkeit keramischer Schmelzfarben.

Bei vollflächiger Emaillierung mit transluzenten Farben ist eine Wolkenbildung möglich. Diese Merkmale können bei Hinterleuchtung der Scheiben sichtbar werden. Es muss berücksichtigt werden, dass bei transluzenten Farben ein direkt auf die Rückseite (Farbseite) aufgebracht Medium (Dichtstoffe, Paneelkleber, Isolierungen, Halterungen usw.) durchscheinen kann.

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

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

4.2.2. VERFAHREN

4.2.2.1. ROLLERCOATING-VERFAHREN

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

Typisch ist, dass die gerillte Struktur der Walze aus der Nähe zu sehen ist (Farbseite). Im Normalfall sieht man diese „Rillen“ jedoch von der Vorderseite (durch das Glas betrachtet) kaum. Gewalzte Emailgläser sind in der Regel nicht für den Durchsichtbereich geeignet, so dass diese Anwendungen unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen sind.

Es kann ein so genannter „Sternenhimmel“ (sehr kleine Fehlstellen) in der Emaille entstehen.

Verfahrensbedingt ist ein „Farbüberschlag“ an allen Kanten möglich, der insbesondere an den Längskanten (in Laufrichtung der Walzanlage gesehen) leicht wellig sein kann. Die Kantenfläche bleibt jedoch in der Regel farbfrei. Die Einbausituation ist deshalb vorher mit dem Hersteller abzustimmen. Optional kann das Aufbringen der Emailfarbe mittels Sprühpistole geschehen.

4.2.2.2. GIEßVERFAHREN

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

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

4.2.2.3. SIEBDRUCKVERFAHREN

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

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

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

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

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

4.2.2.4. DIGITALDRUCKVERFAHREN

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

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

Die Druckkanten sind in Druckrichtung exakt gerade und quer zur Druckrichtung leicht gezahnt. Farbsprühnebel entlang der Druckkanten kann auftreten. Bei Punkt-, Loch- und Textmotiven zeigen die Druckkanten eine Zahnung, die ebenso wie der Farbsprühnebel nur aus geringer Entfernung zu erkennen ist.

4.3. PRÜFUNG

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

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

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

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

Die Richtlinie dient ausschließlich zur Beurteilung der Emaillierung des sichtbaren Bereichs im eingebauten Zustand. Für die Beurteilung des Glases wird die EN 1279-1: 2018.10 Anhang F herangezogen.

Fehlerarten/Toleranzen für emailierte Gläser																			
Zulässige punktförmige Stellen im Email*	<p>ø 0,5 - 1,0 mm max. 3 Stück/m², mit Abstand > 100 mm</p> <p>ø 1,0 - 2,0 mm max. 2 Stück/Scheibe</p>																		
Haarkratzer und eingebrannte Fremdkörper	zulässig bis 10 mm Länge																		
Wolken*	unzulässig																		
Wasserflecken	unzulässig																		
Farbüberschlag an den Kanten	<p>Bei gerahmten Scheiben und bei Bohrungen, die mit zusätzlichen, mechanischen Halterungen oder Abdeckungen versehen sind, zulässig, sonst nicht.</p> <p>Bei ungerahmten Scheiben mit geschliffener oder polierter Kante:</p> <ul style="list-style-type: none"> Im Rollercoating-Verfahren auf der Fase zulässig, auf der Kante nicht zulässig. Im Gießverfahren zulässig Im Siebdruckverfahren nicht zulässig Im Digitaldruckverfahren nicht zulässig <p>Verfahrensbedingt können beim Digitaldruck nur aus der Nähe erkennbare kleinste Farbspritzer im unmittelbaren Bereich der Druckkanten auftreten.</p>																		
Unbedruckter Glasrand	Siebdruck und Digitaldruck zulässig bis 2,0 mm																		
Linienförmige Strukturen im Druck	zulässig																		
Email-Lagetoleranz (a) s. Abb. 15	<p>Scheibengröße ≤ 2000 mm: ± 2,0 mm</p> <p>Scheibengröße ≤ 3000 mm: ± 3,0 mm</p> <p>Scheibengröße > 3000 mm: ± 4,0 mm</p>																		
Toleranz der Abmessungen bei Teilemailierung (b) s. Abb. 15	<table> <tr> <td>Kantenlänge der Druckfläche:</td> <td>Toleranzbereich:</td> </tr> <tr> <td>≤ 1000 mm</td> <td>± 2,0 mm</td> </tr> <tr> <td>≤ 3000 mm</td> <td>± 3,0 mm</td> </tr> <tr> <td>> 3000 mm</td> <td>± 4,0 mm</td> </tr> </table>	Kantenlänge der Druckfläche:	Toleranzbereich:	≤ 1000 mm	± 2,0 mm	≤ 3000 mm	± 3,0 mm	> 3000 mm	± 4,0 mm										
Kantenlänge der Druckfläche:	Toleranzbereich:																		
≤ 1000 mm	± 2,0 mm																		
≤ 3000 mm	± 3,0 mm																		
> 3000 mm	± 4,0 mm																		
Designgeometrie (c) (d) s. Abb. 15	<table> <tr> <td>in Abhängigkeit der Größe</td> <td>Toleranzbereich:</td> </tr> <tr> <td>Kantenlänge der Druckfläche:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>≤ 30 mm</td> <td>± 0,8 mm</td> </tr> <tr> <td>≤ 100 mm</td> <td>± 1,0 mm</td> </tr> <tr> <td>> 500 mm</td> <td>± 1,2 mm</td> </tr> <tr> <td>≤ 1000 mm</td> <td>± 2,0 mm</td> </tr> <tr> <td>≤ 2000 mm</td> <td>± 2,5 mm</td> </tr> <tr> <td>≤ 3000 mm</td> <td>± 3,0 mm</td> </tr> <tr> <td>> 3000 mm</td> <td>± 4,0 mm</td> </tr> </table>	in Abhängigkeit der Größe	Toleranzbereich:	Kantenlänge der Druckfläche:		≤ 30 mm	± 0,8 mm	≤ 100 mm	± 1,0 mm	> 500 mm	± 1,2 mm	≤ 1000 mm	± 2,0 mm	≤ 2000 mm	± 2,5 mm	≤ 3000 mm	± 3,0 mm	> 3000 mm	± 4,0 mm
in Abhängigkeit der Größe	Toleranzbereich:																		
Kantenlänge der Druckfläche:																			
≤ 30 mm	± 0,8 mm																		
≤ 100 mm	± 1,0 mm																		
> 500 mm	± 1,2 mm																		
≤ 1000 mm	± 2,0 mm																		
≤ 2000 mm	± 2,5 mm																		
≤ 3000 mm	± 3,0 mm																		
> 3000 mm	± 4,0 mm																		
Farbabweichungen	Die Beurteilung der Farben erfolgt durch das Glas (Emailfarbe auf Position 2). Farbabweichungen im Bereich von E ≤ 5 mm (Float) bzw. E ≤ 4 mm (Weißglas) bei der gleichen Glasdicke sind zulässig.																		

Tabelle 11: Fehlerarten/Toleranzen für emailierte Gläser

4. SIEBDRUCK UND EMAIL

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

** Bei feinen Dekoren (Rasterung mit Teilflächen kleiner 5 mm) kann ein so genannter Moiré-Effekt auftreten. Aus diesem Grunde ist eine Abstimmung mit dem Hersteller erforderlich.

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

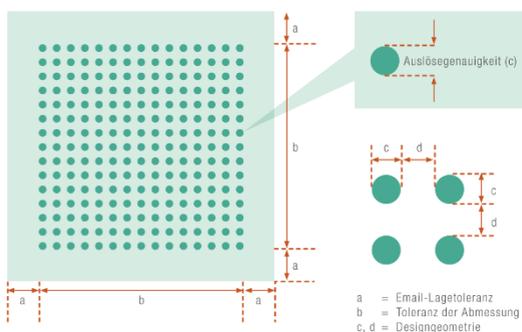


Abbildung 14: Lage- und Designtoleranzen der Abmessung bei bedruckten Gläsern

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

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

4.4. BEURTEILUNG DES FARBEINDRUCKS

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

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

4.4.1. ART DES BASISGLASES UND EINFLUSS DER FARBE

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

4.4.2. LICHTART, BEI DER DAS OBJEKT BETRACHTET WIRD

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

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

4.4.3. BETRACHTER BZW. ART DER BETRACHTUNG

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

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

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

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

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

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

Der grundsätzliche Ablauf ist nachfolgend definiert:

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

4.5. SONSTIGE HINWEISE

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

- EN 12150: Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas
- EN 1863: Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas
- EN 14179: Glas im Bauwesen - Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas
- EN 14449: Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Produktnorm

Emaillierte Gläser können nur in Ausführung Einscheibensicherheitsglas (ESG oder heißgelagertem ESG) oder teilvorgespanntes Glas 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 eingesetzt oder zu VSG und MIG verarbeitet werden. Die vorgeschriebene Kennzeichnung der Scheiben erfolgt normgerecht.

Zusätzlich zu der in diesem Abschnitt abgedruckten Richtlinie gelten die nachfolgenden Hinweise:

Anwendung 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.

Sonderfarben z.B. Metalliceffekte, rutschhemmende Beschichtungen oder Kombinationen mehrerer Farben können auf Anfrage hergestellt werden. Die jeweiligen besonderen Eigenschaften oder das Aussehen des Produktes sind mit dem Hersteller zu klären.

Emaillierte und siebbedruckte Gläser können nur in Ausführung Einscheiben-Sicherheitsglas oder Teilvorgespanntes Glas 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 können Heat-Soak getestet werden. Die jeweilige Notwendigkeit des Heat-Soak-Tests ist vom Anwender zu prüfen und dem Hersteller mitzuteilen.

Die Statikwerte emaillierter Gläser sind nicht mit einem nicht bedruckten oder emaillierten Glas gleichzusetzen.

4.6. METALLICFARBEN

Zusätzlich zu der in diesem Abschnitt abgedruckten Richtlinie gilt der nachfolgende Hinweis:

Bei Metallicfarben kann es aufgrund des Herstellprozesses und der Pigmentierung zu erkennbaren Unterschieden in der Wahrnehmung des Farbeindruckes kommen, die ein gleichmäßiges, homogenes Erscheinungsbild bei nebeneinander bzw. übereinander ein gebauten Gläsern nicht erzielen lassen. Dies ist eine produktspezifische Eigenheit von Metallicfarben und lässt ein lebendiges Fassadenbild auch bei unterschiedlichen Betrachtungswinkeln entstehen.



5. EINSCHEBEN- SICHERHEITSGLAS

5. EINSCHIEBENSICHERHEITSGLAS/ TEILVORGESPANNTES GLAS

Grundlage ist die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“, Stand März 2019, Herausgeber Bundesverband Flachglas u.a. Sollten etwaige Toleranzen/Abweichungen in diesem Kapitel nicht geregelt sein, so gilt ergänzend:

ESG:

EN 12150-1: Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung; Deutsche Fassung EN 12150-1:2015+A1:2019

EN 1096-1: Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 1: Definitionen und Klasseneinteilung; Deutsche Fassung EN 1096-1:2012

TVG:

EN 1863-1: Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas - Teil 1: Definition und Beschreibung; Deutsche Fassung EN 1863-1:2011

EN 1096-1: Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 1: Definitionen und Klasseneinteilung; Deutsche Fassung EN 1096-1:2012

ESG heißgelagert:

EN 14179-1: Glas im Bauwesen - Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung; Deutsche Fassung EN 14179-1:2016

EN 1096-1: Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 1: Definitionen und Klasseneinteilung; Deutsche Fassung EN 1096-1:2012

5.1. GENERELLE VERWERFUNG – GÜLTIG FÜR ESG/TVG AUS FLOATGLAS

- Standard 0,3 % der Messstrecke. Es ist an den Kanten und der Diagonale zu prüfen, wobei keiner der gemessenen Werte über den 0,3 % der Messstrecke 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. Dies gilt auch bei Seitenverhältnissen $> 1:20$.

5.2. ÖRTLICHE VERWERFUNG – GÜLTIG FÜR ESG/TVG AUS FLOATGLAS

- Standard 0,3 mm auf 300 mm Messstrecke.
- Die Messung ist im Abstand von mind. 25 mm zur Kante durchzuführen.

5.3. BEURTEILUNG DER VISUELLEN QUALITÄT VON ESG AUS SONDERGLÄSERN

Für die Beurteilung von Ornamentgläsern ist nachfolgende Tabelle zur verwenden. Darüber hinaus sind die Produktspezifikationen der jeweiligen Hersteller zu beachten. Bei Ornamentgläsern kann eine Symmetrie der Struktur bei Verwendung mehrerer Scheiben nebeneinander in einer Fläche grundsätzlich nicht gewährleistet werden. Der Strukturverlauf sollte in der Bestellung angegeben werden. Wenn diese Angabe fehlt, erfolgt die Fertigung des Glases mit dem Strukturverlauf parallel zur Höhenkante. Aus fertigungstechnischen Gründen sind bei Ornament- und Farbglässern Designverschiebungen bzw. geringfügige Farbunterschiede möglich.

Zulässigkeit pro Einheit bzw. m ² Ornamentglas, klar und in der Masse eingefärbt sowie emailliert oder oberflächenbehandelt						
Einheit	Haar- kratzer**	Ziehblase	Kugelblase	Ein- schlüsse	flache Randbe- schädig- ung*	leichte Ausmu- schelung*
	nicht spürbar	geschlossen	geschlossen	kristallin	gesäumte Kante	gesäumte Kante
pro m ² Glas- fläche	zulässig auf Gesamt- fläche	L ≤ 20 mm B ≤ 1 mm zulässig 1 Stück	≥ 3,0 mm bis 5,0 mm zulässig 1 Stück	≥ 3,0 mm bis 5,0 mm	zulässig	zulässig
		L ≤ 10,0 mm B ≤ 1,0 mm zulässig auf Gesamt- fläche, je- doch nicht in gehäufte Form	< 3,0 mm zulässig auf Gesamt- fläche, je- doch nicht in gehäufte Form	zulässig auf Gesamt- fläche, je- doch nicht in gehäufte Form		

Tabelle 12: Toleranzen für Ornamentglas

* Nicht tiefer als 15 % der Scheibendicke in das Glasvolumen

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

Da Ornamentglas einem individuellen Herstellungsprozess unterliegt, sind kugel- oder linienförmige Einschlüsse und Bläschenbildung Ausdruck der charakteristischen Gütebeschaffenheit. Strukturabweichungen infolge Walzenwechsels und auszuschließen und damit nicht reklamationstauglich.

5.4. ABWEICHUNG VON DER KENNZEICHNUNG

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

5.5. ESG HEIßGELAGERT

Bei der Verwendung von ESG ist nicht ausgeschlossen, dass es zu Glasbrüchen durch Fremdkörpereinschlüsse (z. B. Nickelsulfid) kommen kann. Das Risiko des Bruchs kann durch einen kostenpflichtigen Heißlagerungstest (HST-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. Nickelsulfid).

Innerhalb Europas ist heißgelagertes Einschiebensicherheitsglas ein Bauprodukt nach EN 14179. Als Nachweis für die durchgeführte Heißlagerung kann vom Kunden eine Werksbescheinigung nach DIN EN 10204: 2005-1 angefordert werden.

Kennzeichnung

Die dauerhafte und sichtbare Kennzeichnung von heißgelagertem ESG enthält mindestens folgende Angaben:

- Name oder Warenzeichen des Herstellers
- Nummer dieser Europäischen Norm: EN 14179-1



6. VSG TOLERANZEN

6. VSG TOLERANZEN

6.1. MAßTOLERANZEN

Sollten etwaige Toleranzen/Abweichungen in diesem Kapitel nicht geregelt sein, so gilt ergänzend:

- EN ISO 12543-1: 2011-12 Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 1: Definitionen und Beschreibung von Bestandteilen (ISO 12543-1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 12543-1:2011
- EN ISO 12543-5: 2011-12 Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 5: Maße und Kantenbearbeitung (ISO 12543-5:2011); Deutsche Fassung EN ISO 12543-5:2011
- EN ISO 12543-6: 2012-09 Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 6: Aussehen (ISO 12543-6:2011 + Cor. 1:2012); Deutsche Fassung EN ISO 12543-6:2011 + AC:2012

Gültig sind die entsprechenden Maßtoleranzen der eingesetzten Vorprodukte im VSG-Element plus zusätzlich die zulässigen Versatztoleranzen wie in Tabelle 19 und 20 angeführt.

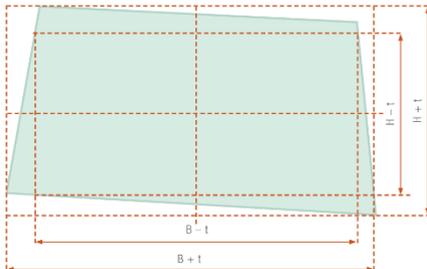


Abbildung 15: Grenzmaße für Maße rechteckiger Scheiben

Beispiel:

VSG aus 6 mm ESG / 0,76 PVB / 6 mm TVG; Kanten poliert

Maßtoleranz der Einzelscheibe: $\pm 1,5$ mm

Zusätzliche Versatztoleranz: ± 2 mm

Ergibt eine Summe der zulässigen Versatztoleranz = $\pm 3,5$ mm

6.2. VERSCHIEBETOLERANZ (VERSATZ)

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

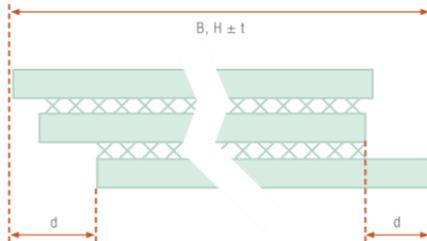


Abbildung 16: Versatz bei VSG

Bei VSG aus zwei oder mehreren Gläsern wird standardmäßig jede Einzelscheibe bearbeitet. Zu den Verschiebetoleranzen addieren sich die Zuschnitttoleranzen.

Die längste Kante des Elementes findet in der Tabelle 19 oder 20 Anwendung.

Nennmaß L oder H in mm	Maximal zulässiger Versatz in
$L, H \leq 1000$	2,0
$1000 < L, H \leq 2000$	3,0
$2000 < L, H \leq 4000$	4,0
$L, H > 4000$	6,0

Tabelle 13: Höchstmaß für den Versatz für bearbeitete Größen und Lagermaße

6. VSG TOLERANZEN

Sonderformen/ Scheibengröße	Zulässiges Höchstmaß für den Versatz (d) je VSG		
	≤ 8 mm	≤ 20 mm	> 20 mm
≤ 2000	1,5	3,0	4,5
> 2000-4000	3,0	4,0	5,5
> 4000	4,5	5,0	6,0

Tabelle 14: VSG - Versatz bei Sonderformen

Bei VSG Elementen bestehend aus ESG Gläsern mit einer Breite unter 20 cm und einer Höhe über 150 cm kann es zu Verwerfungen der langen Kanten der Gläser kommen, (Glas ist dann nicht mehr rechteckig, sondern „Bananenförmig“), Versatz nicht lt. Punkt 6.2, diese sind produktionsbedingt nicht vermeidbar und stellen keinen Reklamationsgrund dar.

6.3. DICKENTOLERANZ

Das Dickenabmaß für VSG darf die Summe der Dickenabmaße der einzelnen Glasscheiben, die in den Normen für die Basisgläser (z. B. EN 572-2) festgelegt sind, nicht übersteigen. Wenn die Gesamtdicke der Zwischenschicht < 2 mm ist, gilt ein zusätzliches Grenzabmaß von $\pm 0,1$ mm. Wenn die Gesamtdicke > 2 mm ist, muss ein zusätzliches Grenzabmaß von $\pm 0,2$ mm gelten.

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 $\pm 0,2$ mm.

Deshalb ist die Nenndicke 6,5 mm und die Grenzabmaße sind $\pm 0,5$ mm.

6.4. BEARBEITUNG

Bei VSG-Elementen aus zwei oder mehreren Gläsern, können die Kanten der Einzelscheiben 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 Kantenversatzes möglich. Bei Kombinationen aus nicht vorgespannten Gläsern ist eine Nachbearbeitung zulässig.

6.5. VERWERFUNGSTOLERANZ/ PLANITÄTSABWEICHUNG

Planitätsabweichungen aus der Ebene: 3 mm/lfm Kantenlänge. Bei VSG bleiben die Toleranzen für die örtliche Verwerfung zusätzlich aufrecht.

6.6. FEHLER IN DER SICHTFLÄCHE

Die Festlegungen zu Fehlern in der Glasscheibe, der Zwischenschicht und Prüfverfahren in Bezug auf das Aussehen erfolgen nach den Definitionen und Zulässigkeiten in EN 12543-1 und EN 12543-6. Besondere Aufmerksamkeit gilt den Annahmekriterien im Sichtfeld. Diese Kriterien werden auf Erzeugnisse zum Zeitpunkt der Lieferung angewendet.

6.6.1. FEHLERDEFINITIONEN

Es gelten insbesondere die nachfolgenden Definitionen.

6.6.1.1. PUNKTFÖRMIGE FEHLER

Diese Fehlerart umfasst undurchsichtige Flecken, Blasen und Fremdkörper.

6.6.1.2. LINEARE FEHLER

Diese Fehlerart umfasst Fremdkörper und Kratzer oder Schleifspuren.

6.6.1.3. FEHLER DER ZWISCHENSCHICHT

Fehler der Zwischenschicht wie Falten, Schrumpfung und Streifen.

6.6.1.4. UN DURCHSICHTIGE FLECKEN

Sichtbare Fehler im Verbundglas (zum Beispiel Zinnflecken, Einschlüsse im Glas in der Zwischenschicht).

6.6.1.5. BLASEN

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

6.6.1.6. FREMDKÖRPER

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

6.6.1.7. KRATZER ODER SCHLEIFSPUREN

Lineare Beschädigung der äußeren Oberfläche des Verbundglases.

6.6.1.8. KERBEN

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

6.6.1.9. FALTEN

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

6.6.1.10. DURCH INHOMOGENITÄT DER ZWISCHENSCHICHT BEDINGTE STREIFEN

Optische Verzerrungen in der Zwischenschicht, die durch Herstellungsfehler in der Zwischenschicht hervorgerufen wurden und nach der Herstellung sichtbar sind.

6.6.1.11. PUNKTFÖRMIGE FEHLER IN DER SICHTFLÄCHE

Bei Überprüfung nach dem Abschnitt 6.8 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 der Tabelle 15 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 mehrschiebigem Verbundglas. Die Anzahl der zugelassenen Fehler in Tabelle 21 ist für jede einzelne Zwischenschicht, die dicker als 2 mm ist, um 1 zu erhöhen.

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

Tabelle 15: Zulässige punktförmige Fehler in der Sichtfläche

6.6.1.12. LINEARE FEHLER IN DER SICHTFLÄCHE

Bei Überprüfung nach dem in Abschnitt 6.8 angegebenen Prüfverfahren sind lineare Fehler erlaubt wie in Tabelle 22 angegeben.

Scheibengröße	Anzahl der zulässigen Fehler mit > 30 mm Länge ^{a)}
$\leq 5 \text{ m}^2$	Nicht erlaubt
5 bis 8 m^2	1
$> 8 \text{ m}^2$	2

^{a)} Lineare Fehler von weniger als 30 mm Länge sind zulässig

Tabelle 16: Zulässige lineare Fehler in der Sichtfläche

6.7. FEHLER IN DER KANTENFLÄCHE

6.7.1. FEHLER IN DER KANTENFLÄCHE BEI GERAHMTE RÄNDERN

Wenn nach dem Prüfverfahren im Abschnitt 6.8 geprüft wird, sind Fehler, die 5 mm im Durchmesser nicht überschreiten, in der Kantenfläche zulässig. Bei Scheibenmaßen $\leq 5 \text{ m}^2$ beträgt die Breite der Kantenfläche 15 mm. Die Breite der Kantenfläche nimmt bei Scheibengrößen $> 5 \text{ m}^2$ um 20 mm zu. Sind Blasen vorhanden, darf die mit Blasen versehene Fläche 5 % der Kantenfläche nicht übersteigen.

6.7.2. KERBEN

Kerben sind nicht zulässig.

6.7.3. FALTEN UND STREIFEN

Falten und Streifen sind in der Sichtfläche nicht erlaubt.

6.7.4. FEHLER AN KANTEN, DIE NICHT GERAHMT WERDEN

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

- geschliffene Kante
- polierte Kante
- Gehrungskanten

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

Sichtkanten sind bei 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 hygroskopische Eigenschaft der PVB-Folie in der Randzone von 15 mm Veränderungen des Farbeindruckes produktspezifisch je nach Umgebungsbedingungen auftreten. Diese Veränderungen sind zulässig. Bei Festmaßproduktion von VSG können Folienüberstände insbesondere an der Standkante vorhanden sein.

6.8. PRÜFVERFAHREN

Das zu betrachtende Verbundglas wird senkrecht vor und parallel zu einem mattgrauen 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.

Bei VSG Zwischenlagen können anisotropienähnliche unter bestimmter Betrachtung sichtbare dunkelfarbige Flecken, Streifen, Ringe entstehen, welche produktionsbedingt nicht vermeidbar sind und daher keinen Reklamationsgrund darstellen.

6.9. FARBFOLIEN

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

6.10. VSG MIT SCHALLSCHUTZFOLIEN

Schallschutzfolien bestehen aus mehreren Einzelschichten. Produktionsbedingt und aufgrund der physikalischen Eigenschaften dieses mehrschichtigen Systems kann es vereinzelt zu optischen Irritationen im VSG kommen. Eine eventuell auftretende optische Beeinträchtigung hat keinen Einfluss auf die technischen Werte bzw. die Nutzungsdauer. Daher stellt diese optische Eigenschaft keinen Reklamationsgrund dar.

6.11. VSG MIT STUFEN

Grundsätzlich werden bei allen VSG-Gläsern mit Stufe im Bereich der Stufe die Folienüberstände abgeschnitten. Bei zweischeiben VSG-Elementen ist dies 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.

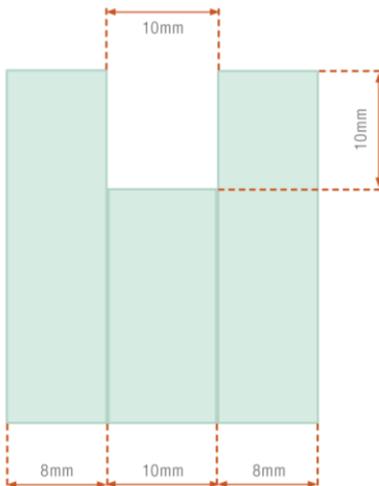


Abbildung 17: VSG mit Stufen

7. SONNENSCHUTZ- & WÄRMEDÄMMUNGS- BESCHICHTUNG



7. SONNENSCHUTZ- UND WÄRMEDÄMMBESCHICHTUNGEN

7.1. GELTUNGSBEREICH

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der Qualität von beschichteten Gläsern (Wärmedämm- und Sonnenschutzschichten).

Bei beschichtetem Glas im Sinne dieser Richtlinie handelt es sich um Floatglas, thermisch vorgespanntes Einscheiben-Sicherheitsglas, teilvorgespanntes Glas, Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas, welches mit dem Magnetronverfahren (Kathodenerstäubung) beschichtet wurde.

7.2. VERFAHREN UND VERWEISE AUF NORMEN UND RICHTLINIEN

7.2.1. VERFAHREN

Industriell angewandte Dünnschichtbeschichtungen für Flachglas können eingeteilt werden in

- Vakuumverfahren
- Chemische Verfahren

7.2.1.1. VAKUUMVERFAHREN

Vakuumverfahren sind dadurch gekennzeichnet, dass das Beschichtungsmaterial im Vakuum in dampfförmigen Zustand versetzt wird und anschließend auf dem Substrat – der Glasoberfläche – kondensiert. Zu den im Rahmen dieser Richtlinie zu bewertenden Beschichtungen gehören sowohl nicht vorspannbare als auch vorspannbare Beschichtungen.

7.2.1.2. CHEMISCHE VERFAHREN

Bei den chemischen Verfahren handelt es sich um Beschichtungen durch eine chemische Reaktion des Beschichtungsmaterials auf der heißen Glasoberfläche bei Atmosphärendruck. Diese Beschichtungen werden auch als pyrolytische Beschichtungen bezeichnet.

Weiterhin gehören zu den chemischen Verfahren die Beschichtung durch chemische Reduktion, bei welcher Schichten durch Reduktion des Beschichtungsmaterials in Kontakt mit der Glasoberfläche bei Atmosphärendruck abgeschieden werden und die Sol-Gel Beschichtung.

7.2.2. VERWEISE AUF NORMEN UND RICHTLINIEN

(in der jeweils gültigen Ausgabe)

EN 1096:	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas
EN 572:	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas
EN 12150:	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas
EN 1863:	Glas im Bauwesen – Teilvorgespanntes Kalknatronglas
EN 12543:	Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas
EN 1279:	Glas im Bauwesen – Mehrscheiben-Isolierglas
DIN 58196-6:	Dünne Schichten für die Optik Teil 6: Prüfung der Haftfestigkeit mit einem Klebeband
EN 410:	Glas im Bauwesen – Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen
EN 12898:	Glas im Bauwesen – Bestimmung des Emissionsgrades
DIN 5033:	Farbmessung
ISO 11479-2:	Glass in building – Coated glass – Colour of façade

GEPVP Code of Practice for in-situ Measurement and Evaluation of the Colour of Coated Glass used in Facades (Herausgegeben durch die "European Association of Flat Glass Manufacturers")

Muster-Veraltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV-TB)
Kap. C2.11 „Bauprodukte aus Glas)

Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen (Herausgegeben vom Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks/Hadamar, dem Bundesverband Flachglas/Troisdorf sowie dem VFF Verband Fenster + Fassade/Frankfurt-Main.

Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern (Herausgegeben vom Bundesverband Flachglas/Troisdorf und dem Fachverband Konstruktiver Glasbau/Köln).

Verarbeitungsrichtlinien für arcon Beschichtungen

Verarbeitungsrichtlinien für vorspannbare arcon Beschichtungen

7.3. ANFORDERUNGEN AN KENNGRÖßEN FÜR ENERGIEERHALTUNG UND WÄRMESCHUTZ

Die Anforderungen in Tab. 17 für die lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen der beschichteten Einzelscheibe gelten in Übereinstimmung mit der EN1096-4.

Die in Tab. 17 aufgeführten lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen der beschichteten Einzelscheibe werden nach DIN EN 410 durch Berechnung und /oder Messung bestimmt. Das Emissionsvermögen wird nach DIN EN 12898 ermittelt.

Beschichtete Gläser im Geltungsbereich dieser Spezifikation sind für den Einsatz in Mehrfach-Isoliergläsern bestimmt.

Kenngröße	Bestimmung nach	Bestimmter Wert	Angegebener Wert	Anforderung
Lichttransmissionsgrad	EN 410	$\tau_{v,m}$	$\tau_{v,d}$	$\tau_{v,m} = \tau_{v,d} \pm 0.03$
Lichtreflexionsgrad: erste Seite zweite Seite	EN 410	$\rho_{v,m}$ $\rho'_{v,m}$	$\rho_{v,d}$ $\rho'_{v,d}$	$\rho_{v,m} = \rho_{v,d} \pm 0.03$ $\rho'_{v,m} = \rho'_{v,d} \pm 0.03$
Energietransmissionsgrad	EN 410	$\tau_{e,m}$	$\tau_{e,d}$	$\tau_{e,m} = \tau_{e,d} \pm 0.03$
Energiereflexionsgrad: erste Seite zweite Seite	EN 410	$\rho_{e,m}$ $\rho'_{e,m}$	$\rho_{e,d}$ $\rho'_{e,d}$	$\rho_{e,m} = \rho_{e,d} \pm 0.03$ $\rho'_{e,m} = \rho'_{e,d} \pm 0.03$
Normaler Emissionsgrad	EN 12898	ε_m	ε_d	$\varepsilon_m \leq \varepsilon_d + 0.02$, wenn $\varepsilon_d \geq 0.10$ $\varepsilon_m \leq \varepsilon_d + 0.01$, wenn $\varepsilon_d < 0.10$

Tabelle 17: Angaben zu photometrischen und energetischen Kenngrößen 1

7.4. ANFORDERUNGEN AN DIE MECHANISCHEN EIGENSCHAFTEN

Es gibt keinen allgemein anerkannten Standard zur Prüfung der Kratzfestigkeit von beschichteten Gläsern. Der ISOLAR® Partner Betrieb bewertet die Kratzfestigkeit und die Delaminationsbeständigkeit produktionsbegleitend mit werksinternen Testverfahren. Die Ergebnisse dieser Testverfahren erlauben Rückschlüsse auf die späteren praktischen Beanspruchungen.

Die Bewertung der mechanischen Eigenschaften (Haftfestigkeit) „vor Ort“ erfolgt nach DIN 58196-6 unter Verwendung eines handelsüblichen transparenten Klebebands, z. B. vom Typ „Tesa 57370“ der Fa. Beiersdorf. Die Beanspruchung der zu prüfenden Proben erfolgt vor der Weiterverarbeitung nach Schärfeegrad K1 entsprechend Abschnitt 4 o. g. Norm. Im Ergebnis dieses Tests darf keine Delamination des Schichtsystems auftreten.

Der ISOLAR® Partner Betrieb behält sich das Recht vor, bei Beanstandungen der mechanischen Eigenschaften diese mit den internen Testverfahren zu verifizieren, um somit eine abschließende Bewertung vornehmen zu können.

7.5. FEHLERBEWERTUNG VON BESCHICHTETEM GLAS

Die Bewertung von beschichtetem Glas (Lagergrößen bzw. Zuschnitte) erfolgt unter Zugrundelegung der in DIN EN 1096-1, Abschnitt 7.4 getroffenen Annahmekriterien für Fehler (siehe Tab. 18).

Fehlertyp	Annahmekriterien	
	Scheibe zu Scheibe	Einzelne Scheibe
Homogenitätsfehler ¹ /Fleck	Erlaubt, solange visuell nicht störend	Erlaubt, solange visuell nicht störend
		Hauptfeld Randzone
Punktförmige Fehler:	Nicht anwendbar	
Schmutzstellen/Nadelstichförmige Fehler		
> 3 mm		Nicht erlaubt Nicht erlaubt
>2 mm und ≤ 3 mm		Erlaubt, wenn nicht mehr als 1/m ² Erlaubt, wenn nicht mehr als 1/m ²
Nestbildungen;		Nicht erlaubt Erlaubt, solange im Bereich der Durchsicht
Kratzer:		
> 75 mm		Nicht erlaubt Erlaubt, solange sie mehr als 50 mm voneinander entfernt sind
≤ 75 mm		Erlaubt, solange die lokale Dichte visuell nicht störend ist Erlaubt, solange die lokale Dichte visuell nicht störend ist

Tabelle 18: Annahmekriterien für Fehler bei beschichtetem Glas nach DIN EN 1096-1

¹ Homogenitätsfehler: noch erkennbare Abweichungen in Farbe, Reflexions- oder Transmissionsgrad innerhalb einer Glasscheibe oder von Scheibe zu Scheibe – siehe auch Punkt 7.6

7.6. FARBLICHE BEWERTUNG VON BESCHICHTETEM GLAS

7.6.1. ALLGEMEINE FESTLEGUNGEN ZUR FARBBEWERTUNG

Für die Bewertung der Reflexionsfarbe (Außenansicht der Fassade) müssen Sonnenschutz-beschichtungen auf Ebene 2 und Wärmedämmprodukte (low-e) auf Ebene 3 im Isolierglasverbund eingesetzt sein. Es wird senkrechte Betrachtung vereinbart.

Farbunterschiede in der Transmissionsfarbe können „vor Ort“ nicht mit einem Farbmessgerät bewertet werden, da hierfür kein Messgerät existiert. Die Bewertung ist somit lediglich durch eine visuelle Betrachtung möglich.

Die Transmissions- und Reflexionsfarbe werden neben der Beschichtung von der Glasart, der Glasdicke und der unbeschichteten Gegenseite im Isolierglas beeinflusst.

Weiterhin muss beachtet werden, dass die Bewertung von Farbe subjektiven Einflüssen unterworfen ist, da die Empfindlichkeit des menschlichen Auges sehr individuell ist. Zusätzlich spielt bei der farblichen Betrachtung einer Fassade eine Vielzahl von Einflüssen eine Rolle, wie z.B.

- Das Tageslicht: ein trüber oder bewölkter Himmel kann Farbunterschiede zum Vorschein bringen, welche unter direkter Sonneneinstrahlung nicht erkennbar sind
- Abstand und Betrachtungswinkel
- Das Auge des Beobachters
- Der Hintergrund: das Fehlen der Innenbeleuchtung im Gebäude (dunkler Hintergrund) kann die Wahrnehmung von Farbunterschieden verstärken
- Umgebung: das Vorhandensein von Gebäuden in der unmittelbaren Nachbarschaft, welche sich in der Fassade spiegeln können

Vorgespannte Gläser, wie ESG oder TVG zeigen so genannte „Anisotropieeffekte“ in Form von streifen- oder kreisförmigen, grauen

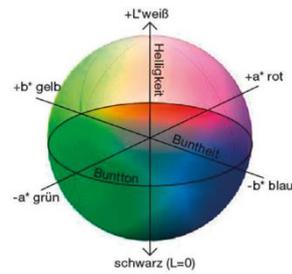
oder farbigen Reflexen. Dieser bei wärmebehandelten Gläsern auftretende Effekt ist abhängig von der Art und der Richtung der Beleuchtung (Sonnenstand, Bewölkung, etc.), Glasdicke und –form sowie dem Betrachtungswinkel und kann bei beschichteten Gläsern zusätzlich noch verstärkt und farblich verändert werden.

Nicht vollflächig siebbedrucktes Einscheibensicherheitsglas (in Abhängigkeit vom jeweiligen Design) kann nicht farblich vermessen werden.

7.6.2. FARBEN IM CIELAB FARBRAUM

Eine geeignete Grundlage für die Farbmessung von beschichteten Gläsern ist die Messung des Spektrums in Reflexion für die Beurteilung der Außenansicht einer Fassade bzw. in Transmission für die Bewertung der Durchsicht. Aus den Spektren lassen sich eindeutige Werte zur Beschreibung der Farbe ermitteln.

Im CIELAB-Farbraum kennzeichnet der L^* -Wert die Helligkeit, a^* kennzeichnet die Rot-Grün-Anteile und b^* die Gelb-Blau-Anteile (siehe Abb. 18). Das Zentrum ist farbneutral. Farbe und Helligkeit können somit durch einen Punkt in einem dreidimensionalen Koordinatensystem eindeutig beschrieben werden.



Die L^* , a^* und b^* Werte können zur Bewertung der Farbe einer Fassade verwendet werden, bei der Betrachtung der Außenseite (in Reflexion), oder zur Bewertung der Eigenschaften der Transmission einer Glasscheibe.

Abbildung 18: CIELAB Farbraum

Farbunterschiede zwischen zwei Proben können durch die Berechnung von ΔL^* , Δa^* und Δb^* , wie nachfolgend angegeben, bewertet werden.

$$\Delta L^* = L^*_{Probe2} - L^*_{Probe1}$$

$$\Delta a^* = a^*_{Probe2} - a^*_{Probe1}$$

$$\Delta b^* = b^*_{Probe2} - b^*_{Probe1}$$

Bei der Farbmessung ist es im Allgemeinen üblich, Farbunterschiede durch berechnete ΔE^* Werte auszudrücken

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})}$$

Der ISOLAR® Partner Betrieb sieht für die farbliche Beurteilung von beschichteten Gläsern ΔE^* Werte als nicht hinreichend genau an, so dass ΔL^* , Δa^* und Δb^* Werte verwendet werden.

7.6.3. MESSEN VON FARBE

Die Parameter L^* , a^* und b^* können sowohl mit Spektrometern in der laufenden Produktion als auch mit Handfarbmessgeräten „vor Ort“ bestimmt werden. Die Empfindlichkeit dieser Geräte ist vergleichbar mit der des menschlichen Auges. Da die Messungen auf die standardisierte Lichtquelle (Normlichtart D65) und den Normbeobachter (2° Normbeobachter) bezogen werden, sind genaue Messergebnisse unabhängig von den äußeren Faktoren (Beleuchtung, Umgebung und Hintergrund des Gebäudes) und dem subjektiven Farbempfinden einer Einzelperson zu erzielen. Die zu vermessende Oberfläche muss dabei immer frei von Verunreinigungen sein.

Handfarbmessgeräte erlauben die Farbmessung in Reflexion unter einem Winkel von 90°. Demgegenüber erfolgt die produktionsbegleitende Messung der Reflexion unter unterschiedlichen Betrachtungswinkeln.

Bei der Farbmessung in Reflexion (Außenansicht der Fassade) mit einem Handfarbmessgerät muss immer die beschichtete Scheibe des Isolierglases vermessen werden².

² Bei Sonnenschutzbeschichtungen (Beschichtung auf Ebene 2) kann das Vermessen im Isolierglasverbund auf der Außenseite erfolgen. Demgegenüber muss bei Wärmedämmschichten (Beschichtung auf Ebene 3) die beschichtete Einzelscheibe vermessen werden, da ansonsten durch die unbeschichtete Gegenscheibe die Messergebnisse verfälscht werden.

7.6.4. BEWERTUNG DER HOMOGENITÄT EINER FASSADE

Die folgenden Abschnitte beschreiben die Vorgehensweise zur Bestimmung der Farbe von beschichteten Gläsern vor Ort.

7.6.4.1. FARBUNTERSCHIEDE INNERHALB EINER SCHEIBE

Farbunterschiede innerhalb einer Scheibe (z. B. Streifen oder Flecken) können mit einem Handfarbmessgerät „vor Ort“ gemessen und bewertet werden. Dazu werden in den beiden Bereichen, in denen die Farbunterschiede festgestellt wurden, an jeweils mindestens 3 Punkte die L^* , a^* und b^* Werte ermittelt (s. Abb. 19). Bei beschichteten Festmaßen wird gemäß ISO 11479-2 ein unmittelbarer Randbereich von 15cm nicht in die Bewertung eingeschlossen, da geringfügige farbliche Unterschiede zwischen den Kantenbereichen und der Mitte der Scheiben bestehen können. Weiterhin kann die Farbmessung durch die Nähe zum Rahmen des Isolierglases beeinträchtigt werden.

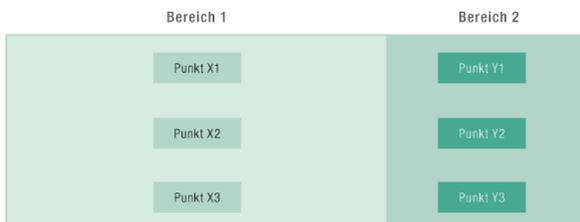


Abbildung 19: Beispiel zur Farbmessung bei Farbunterschieden innerhalb einer Scheibe

Die ΔL^* , Δa^* und Δb^* Werte, basierend auf den Durchschnittswerten für jeden Bereich, werden gemäß den Gleichungen (1), (2) und (3) berechnet. Benutzt man für zu vergleichende Farben die Indizes Bereich 2 und Bereich 1, so gilt:

$$\Delta L^* = L^*_{\text{Bereich 2}} - L^*_{\text{Bereich 1}} \quad (1)$$

$$\Delta a^* = a^*_{\text{Bereich 2}} - a^*_{\text{Bereich 1}} \quad (2)$$

$$\Delta b^* = b^*_{\text{Bereich 2}} - b^*_{\text{Bereich 1}} \quad (3)$$

Für die ΔL^* , Δa^* und Δb^* Werte gelten die Anforderungen gemäß Abschnitt 7.6.4.3.

7.6.4.2. FARBUNTERSCHIEDE ZWISCHEN ZWEI BENACHBARTEN SCHEIBEN

Farbunterschiede zwischen zwei benachbarten Scheiben können mit einem Handfarbmessgerät „vor Ort“ gemessen und bewertet werden.

Dazu werden von jeder der benachbarten Scheiben an mindestens 3 Punkten die L^* , a^* und b^* Werte ermittelt (z. B. entlang einer Diagonale, s. Abb. 20).

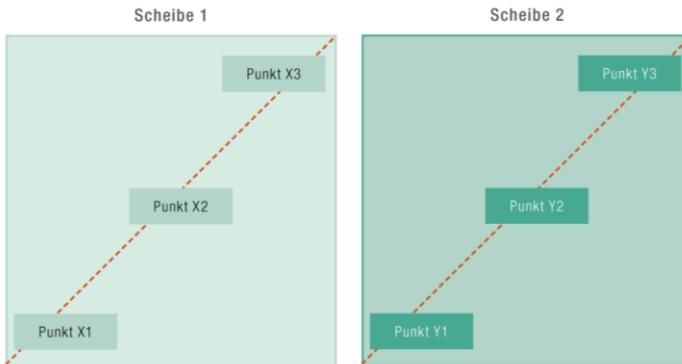


Abbildung 20: Beispiel zur Farbmessung bei Farbunterschieden zwischen benachbarten Scheiben

Anschließend werden für jede Scheibe die durchschnittlichen L^* , a^* und b^* berechnet.

Die ΔL^* , Δa^* und Δb^* Werte bilden die Unterschiede zwischen den Mittelwerten für jede Scheibe ab und werden gemäß den Gleichungen (4), (5) und (6) berechnet.

Benutzt man für zu vergleichende Farben die Indizes Scheibe 2 und Scheibe 1, so gilt:

$$\Delta L^* = L^*_{Scheibe2} - L^*_{Scheibe1} \quad (4)$$

$$\Delta a^* = a^*_{Scheibe2} - a^*_{Scheibe1} \quad (5)$$

$$\Delta b^* = b^*_{Scheibe2} - b^*_{Scheibe1} \quad (6)$$

wobei die Scheibe 1 die Referenzscheibe ist.

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

Die Bewertung kann nur bei Scheiben eines Produkts, der gleichen Glassorte, identischem Isolierglasaufbau und Hintergrundverhältnissen sowie bei gleicher Betrachtungshöhe vorgenommen werden.

Für die ΔL^* , Δa^* und Δb^* Werte gelten die Anforderungen gemäß Abschnitt 7.6.4.3.

7.6.4.3. ANFORDERUNGEN FÜR FARBMESSUNGEN

Für die in Abschnitt 7.6.4.1 und 7.6.4.2 beschriebenen Fälle gelten die Anforderungen gemäß Tab. 19.

	Sonnenschutz und low-e (Ebene 2)	low-e (Ebene 3)
ΔL^*	4	3
Δa^*	3	3
Δb^*	3	3

Tabelle 19: Anforderungen für Farbmessungen

Die Toleranzen innerhalb der Produktion sind so festgelegt, dass ein homogenes farbliches Erscheinungsbild der Fassade gewährleistet ist. Abweichende Anforderungen sind produkt- und projektbezogen auf Anfrage möglich.

7.6.5. FARBGLEICHHEIT VON NICHT VORGESPANNTER UND VORGESPANNTER VARIANTE EINES PRODUKTS

Bestimmte Beschichtungen sind sowohl als nicht vorspannbare als auch vorspannbare

Variante verfügbar, wobei die vorspannbare Variante zur Erreichung der spezifizierten Eigenschaften generell vorgespannt werden muss.

Die lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kennzahlen der nicht vorspannbaren und der vorspannbare Variante einer arcon Beschichtung sind angepasst.

Ebenso ist die nicht vorspannbare und die vorspannbare Variante einer arcon Beschichtung farblich angepasst. In Transmission und Reflexion kann die Farberscheinung dennoch unterschiedlich wahrgenommen werden, so dass eine Farbgleichheit nicht gewährleistet werden kann. Bei gleichzeitigem Einsatz in einer Fassade empfiehlt arcon zwingend eine vorherige Bemusterung in Originalgröße.

Beschichtungen mit dem Zusatz „oHT“ wiederum können entweder vorgespannt oder nicht vorgespannt eingesetzt werden. Der gleichzeitige Einsatz eines vorgespannten (z. B. ESG) und nicht vorgespannten Produkts (z. B. Float, VSG) mit dem Zusatz „oHT“ in einer Fassade ist möglich, jedoch empfiehlt arcon in diesem Fall zwingend eine vorherige Bemusterung in Originalgröße.

7.6.6. WINKELABHÄNGIGKEIT VON ARCHITEKTURGLASBESCHICHTUNGEN

Der farbliche Eindruck von Wärmedämm- und Sonnenschutzprodukten ändert sich unter dem Winkel. Das ist insbesondere bei Doppel- und Dreifachsilberbeschichtungen mit einer hohen Selektivität ausgeprägt und produktionsbedingt nicht vermeidbar.

Diese Winkelabhängigkeit kann nicht „vor Ort“ vermessen werden, so dass eine objektive Beurteilung nicht zulässig ist.

Folglich kann die farbliche Homogenität einer Fassade unter dem Winkel nur durch visuelle Betrachtung bewertet werden. Der maximale Winkel darf dabei nicht mehr als 45° betragen (s. Abb. 21).

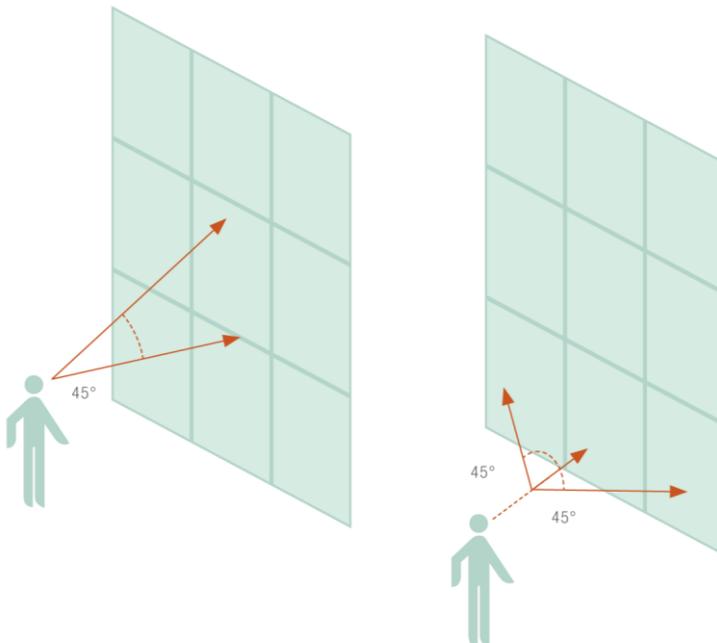


Abbildung 21: Visuelle Betrachtung der Winkelabhängigkeit



8. MEHRSCHEIBEN- ISOLIERGLAS

8. MEHRSCHEIBEN-ISOLIERGLAS

Sollten etwaige Toleranzen/Abweichungen in diesem Kapitel nicht geregelt sein, so gilt ergänzend:

- EN 1279-1: 2018-10 Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 1: Allgemeines, Systembeschreibung, Austauschregeln, Toleranzen und visuelle Qualität; Deutsche Fassung EN 1279-1:2018
- EN 1096-1: 2012-04 Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 1: Definitionen und Klasseneinteilung; Deutsche Fassung EN 1096-1:2012

8.1. RANDVERBUND

Die Toleranz für die Abstandhalterlage bezogen auf die Glaskanten beträgt $\pm 2,5$ mm. Die Dicht- oder Klebmasse des Elementes darf bei Floatglasscheiben maximal 2 mm über den Abstandhalter in den Scheibenzwischenraum und auf die Glasscheibe ragen.

Abweichungen hiervon bedürfen einer gesonderten Vereinbarung. Im Bereich der Ecken und Verbinder sowie bei der Anwendung von Spezialgläsern (z. B. Ornamentgläser) ist es nicht vermeidbar, dass höhere Dicht- oder Klebmasseneinstände in den Scheibenzwischenraum bzw. auf die Glasscheibe ragen. Dies ist technisch bedingt und kein Grund für Reklamationen.

8.2. DICKENTOLERANZ AM RANDVERBUND

Die Messwerte der Dicke dürfen von der angegebenen Nenndicke nicht um mehr als die in der nachfolgenden Tabelle genannten Dickentoleranzen abweichen (EN 1279-1:2018-10).

Verglasung	Scheibe	MIG-Dickentoleranz ^a
Zweifachverglasung	alle Scheiben sind entspanntes Floatglas	$\pm 1,0$ mm
	mindestens eine Scheibe besteht aus Verbundglas, Ornamentglas oder ist kein entspanntes Glas	$\pm 1,5$ mm
Dreifachverglasung	alle Scheiben sind entspanntes Floatglas	$\pm 1,4$ mm
	mindestens eine Scheibe besteht aus Verbundglas, Ornamentglas oder ist kein entspanntes Glas	+2,8 mm / -1,4 mm
<p>a Wenn bei entspanntem oder vorgespanntem Glas eine Glaskomponente eine Nenndicke von mehr als 12 mm oder bei Verbundglas eine Nenndicke von 20 mm aufweist, sollte der Hersteller des Mehrscheiben-Isolierglases konsultiert werden.</p>		

Tabelle 20: Grenzabmaße der Dicke für Mehrscheiben-Isoliergläser (EN 1279-1:2018-10)

8.3. ABMESSUNGSTOLERANZ/VERSATZ

8.3.1. GRÖßENTOLERANZEN

Die Grenzabmaße der Längenabmessungen entsprechen denen der Vorprodukte zuzüglich des zulässigen Versatzes.

8.3.2. VERSATZ BEI RECHTECKEN

Die Messwerte der Breite und Höhe dürfen von den angegebenen Nennwerten nicht um mehr als die in der nachfolgenden Tabelle genannten Toleranzen abweichen (EN 1279-1: 2018-10). Der Versatz der Scheiben darf nicht mehr betragen als die in der nachfolgenden Tabelle genannten Werte (EN 1279-1: 2018-10).

Zweifach-/dreifach-MIG	Toleranzen für B und H	Versatz
alle Scheiben ≤ 6 mm und (B und H) ≤ 2.000 mm	± 2 mm	≤ 2 mm
6 mm < dickste Scheibe ≤ 12 mm oder 2.000 mm < (B oder H) ≤ 3.500 mm	± 3 mm	≤ 3 mm
3.500 mm < (B oder H) ≤ 5.000 mm und die dickste Scheibe ≤ 12 mm	± 4 mm	≤ 4 mm
1 Scheibe > 12 mm oder (B oder H) > 5.000 mm	± 5 mm	≤ 5 mm

Die Dicken sind Nennstärken.

Tabelle 21: Maßtoleranzen der Mehrscheiben-Isolierglaseinheiten (EN 1279-1_2018-10)

8.3.3. VERSATZ BEI SONDERFORMEN

Kantenlänge	Versatz
< 2.000 mm Kantenlänge	2,0 mm
2.001 – 3.500 mm Kantenlänge	3,0 mm
> 3.500 mm Kantenlänge	4,0 mm

Tabelle 22: Versatz bei Isolierglas – Sonderformen

8.4. RANDENTSCICHTUNG

Sofern die eventuelle Beschichtung des Glases dies erfordert, wird im Randbereich der Isolierglaseinheit die Beschichtung in der Regel durch Schleifen entfernt. Dies dient der Vermeidung der Schichtkorrosion vom Rand und der Sicherstellung der Kraftübertragung zwischen der zweiten Dichtstufe und dem Glas. Dadurch können Bearbeitungsspuren sichtbar werden, so dass sich diese Glasfläche von dem nicht entschichteten Bereich unterscheidet. Dies gilt auch für den Glasüberstand bei Stufenisolierglas.

Die Breite der Randentschichtung beträgt in der Regel $10 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$. Für Isolierglaseinheiten mit einer z.B. konstruktionsbedingt erhöhten Anlage der zweiten Dichtstufe am Glas ist die Breite der Randentschichtung entsprechend anzupassen. Die Toleranz von $\pm 2 \text{ mm}$ gilt auch bei einer angepassten Breite der Randentschichtung.

Bei nicht abgedecktem Glasrand kann es an der Kontaktfläche von erster Dichtstufe und Beschichtung zu einer visuell erkennbaren farbigen, z. B. rötlichen Linie kommen. Diese wird durch das Interferenzsystem der Beschichtung erzeugt. Für die Funktionalität des Randverbundes ist diese optische Erscheinung ohne Belang, weil an der Kontaktfläche von erster Dichtstufe und Glas keine Kraftübertragung erfolgen muss.

8.4.1. FESTMAßBESCHICHTUNG

Bei Festmaßbeschichtungen ist nicht auszuschließen, dass an den Glaskanten und an der Außenseite des Isolierglases Beschichtungsrückstände auftreten. Diese Rückstände sind technisch bedingt und nicht vermeidbar und entsprechen daher dem Stand der Technik. Die Rückstände korrodieren und wittern von selbst nach einiger Zeit ab. Eine Alternative zur Randentschichtung bei

Festmaßbeschichtungen ist das Abkleben des für die Randentschichtung vorgesehenen Bereiches.

8.5. ABSTANDHALTER

Zur Anwendung kommen Abstandhalterprofile mit gesteckten und gebogenen Ecksystemen sowie vorgefertigte, flexible Abstandhalter oder eine heiß aufgetragene Abstandhaltermatrix, 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. Gesteckte Abstandhalterverbindungen können bis zu 2 mm offen erscheinen; dies ist produktionsbedingt und stellt somit keinen Reklamationsgrund dar.

Die gesetzliche Anforderung zur Rückverfolgbarkeit der Bauprodukte wird bei Mehrscheiben-Isolierglas in der Regel durch eine Kennzeichnung auf dem Abstandhalter erfüllt. Farbe, Größe, Art und Anbringung können fertigungstechnisch bedingt unterschiedlich sein.

8.6. ISOLIERGLÄSER MIT ALARMGEBUNG

VdS-Anerkennung

Alarmgebende Isoliergläser benötigen in der Regel eine VdS-Anerkennung, arcon verfügt über eine Anerkennung der VdS Schadensverhütung unter der Anerkennungsnummer G 114002.

Funktionsweise

Das Alarmglas besteht aus Einscheibensicherheitsglas. Auf einer Oberfläche des Glases wird vor dem thermischen Vorspannen eine Leiterschleife (Alarmkralle) gedruckt. Diese wird beim Vorspannprozess in die Glasoberfläche eingebrannt. Die elektrisch leitende Alarmkralle wird in das Alarmsystem eingebunden.

Bei Gewalteinwirkung über die Belastungsgrenzen hinaus zerfällt das Alarmglas in eine Vielzahl von kleinen Bruchstücken. Dabei wird die elektrisch leitende Alarmkralle mehrfach unterbrochen. In der Konsequenz wird in Kombination mit der Alarmmeldeanlage ein Alarm ausgelöst. Die Alarmgebung ist nur in Verbindung mit einer Alarmmeldeanlage möglich.

Forderung an Verglasung und Anschluss der Alarmgläser

Da es zurzeit keine Norm für Alarmgläser bzw. Einbruchmeldeanlagen gibt, sind die folgenden Forderungen angelehnt an die „Richtlinie für Einbruchmeldeanlagen - Planung und Einbau“ der VdS Schadenverhütung GmbH in Köln zu berücksichtigen.

- Die arcon Alarmscheiben dürfen bei der Lagerung, dem Transport und der Montage nicht auf die Kabelanschlussstellen gestellt werden.
- Die Verglasung der arcon Alarm-Isoliergläser hat entsprechend der jeweils gültigen Verglasungs-Richtlinien des Glaserhandwerks zu erfolgen.
- Die Verglasung von arcon Alarm-Isolierglas darf nur in Verglasungssystemen mit belüftetem, dichtstofffreiem Falzraum erfolgen. Dies gilt auch für Holzfenster.
- Die Verglasungssysteme müssen der Beanspruchungsgruppe Vf 5 der Rosenheimer-Tabellen entsprechen. (z.B. beidseitig Vorlegeband mit Versiegelung oder Profil bzw. Druckverglasungssysteme oder Mischsysteme aus den beiden).
- Alle Dichtmaterialien müssen mit den in Kontakt kommenden Materialien verträglich und elektrisch nichtleitend sein.
- Die ESG-Alarmscheibe ist stets zur Angriffsseite hin einzubauen.
- Die Scheibenkennzeichnung ist zu beachten.
- Jede arcon Alarmscheibe ist vor und nach dem Verglasen durch Messung des elektrischen Widerstandes von Alarmkralle auf ihre Funktion zu prüfen und mit dem Widerstandswert auf dem Aufkleber zu vergleichen. Bei der Prüfung ist zu prüfen und sicherzustellen, dass alle 4 Pins im Stecker vorhanden, nicht verbogen oder sonst beschädigt sind.
- Der Einbau der Alarmgläser muss so erfolgen, dass eine Demontage von außen nur erschwert möglich ist (Glashalteleisten innen). Wenn dies nicht möglich ist, muss sichergestellt werden, dass das Herausnehmen der Gläser zur Meldung führt.
- Alarmgläser müssen - soweit möglich - allseitig gefasst sein. Im Einzelfall vorhandene freiliegende Glasstöße müssen elektrisch auf Durchgriff mit Hilfswerkzeugen überwacht werden.

- Alle bauseitigen Kabelverbindungsstellen müssen sicher gegen Feuchtigkeit geschützt sein. Die Verbindung des Anschlusskabels mit dem Verlängerungskabel im Fassadenbereich erfolgt mit einer Flachsteckerverbindung, die bei sachgerechter Ausführung sicher gegen Feuchtigkeitseinwirkung schützt. Vor dem Zusammenfügen von Stecker und Buchse sind der Stopfen bzw. die Kappe zu entfernen. Nach dem Zusammenfügen der Flachsteckerverbindung ist darauf zu achten, dass die an der Buchse angebrachte Verriegelung im Stecker einrastet.
- Es ist darauf zu achten, dass die obere Eck-Klotzung nicht im Bereich der Alarmschleife liegt. Bei Dreh- bzw. Dreh-/Kippflügel sollte die Alarmkralle deshalb von vornherein an der Bandseite geplant werden.
- Bei Verglasungssystemen, bei denen ein Dampfdruckausgleich aus konstruktiven Gründen nach außen nicht möglich ist (z.B. Dachverglasungen), muss unbedingt die Alarmkralle in einer der oberen Ecken platziert werden.
- Beim arcon Alarm-Isolierglas darf die Alarmkralle jeweils in den Ecken eingebaut werden. Bei der Bestellung muss die Position der Alarmkralle angegeben werden.
- Das Falzspiel sollte mindestens 5 mm betragen, um ein scharfes Abknicken des Kabels zu vermeiden. An den Isolierglaskanten, an der die Alarmkralle positioniert ist, muss die Glasfalzhöhe mindestens 20 mm betragen, damit der Abstandhalter vom Isolierglas nicht in die lichte Fensterfläche ragt. An diesen Kanten beträgt die Ansichtshöhe des Randverbundes ca. 15 mm (mit Alarmkralle).

Grundlegende Anforderungen und Installationshinweise können dem Etikett jeder geprüften Alarmglas-Scheibe entnommen werden.



Abbildung 22: Etikett für geprüfte Alarmglas-Scheiben

Bei der bauseitigen Kabelmontage sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Anschlussstellen von arcon Alarmgläsern dürfen mechanisch nicht belastet werden.
- Beim Durchgang des Kabels durch Rahmenprofile muss das Kabel vor Beschädigungen geschützt sein (z. B. durch Kabeldurchführungen).
- Die raumseitige Kabeldurchführung im Rahmenprofil muss abgedichtet werden.
- Die Kabelführung muss so erfolgen, dass eine nachträgliche Kabelverletzung durch Schrauben, Quetschungen usw. auszuschließen ist.
- Der gesamte Widerstand aller Alarmkrallen darf pro Primärleitung (einschließlich Leitungswiderstand) maximal 150 % der zur Auslösung erforderlichen Widerstandsänderung betragen.

Elektrische Eigenschaften

Der elektrische Anschluss ist im Randverbund integriert und mit einem ca. 30 cm langen vieradrigen Rundkabel mit feuchtegeschütztem Flachstecker (IP 67) versehen.

Leitungswiderstand Alarmkralle: $4,5 \text{ } \Omega \pm 1,5 \text{ } \Omega$
(incl. Anschlussleitung von 30 cm
und einer Verlängerung von 1,5 m)

Isolationswiderstand: $> 10 \text{ M}\Omega$

8.7. VISUELLE QUALITÄT VON MEHRSCHEIBEN-ISOLIERGLAS

Gemäß EN 1279-1:2018-10, Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 1: Allgemeines, Systembeschreibung, Austauschregeln, Toleranzen und visuelle Qualität; Deutsche Fassung EN 1279-1:2018, Anhang F

8.7.1. ALLGEMEINES

Dieses Kapitel gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von Mehrscheiben-Isolierglas aus Glaskomponenten nach Abschnitt 5.2 der EN 1279-1:2018-10.

Die Anforderungen an die optische und visuelle Qualität von Glaskomponenten müssen den entsprechenden Europäischen Normen entnommen werden.

In den Tabellen 23-25 sind die maximal zulässigen Fehler je Mehrscheiben-Isolierglas angegeben, sowie die Fehler, die speziell für diese Einheit gelten. Diese Tabellen dürfen nicht bei Mehrscheiben-Isolierglas angewendet werden, bei denen mindestens eine Komponente aus Ornamentglas, Drahtglas, Drahtornamentglas, gezogenem Flachglas oder feuerbeständigem Verbundglas besteht.

In den Tabellen werden die MIG-Typen A, B und C behandelt.

8.7.2. BEOBACHTUNGSBEDINGUNGEN

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

Abweichungen dürfen nicht auf der Scheibe gekennzeichnet werden.

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

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

In Abbildung 23 sind folgende Beobachtungsbereiche definiert.

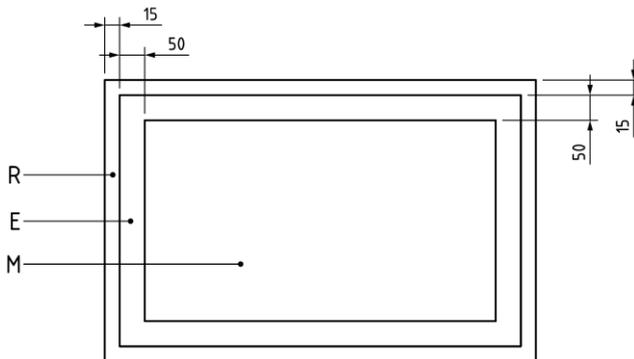


Abbildung 23: Beobachtungsbereiche

Legende:

R = Falzzone (engl. rabbet): Zone von 15 mm, die üblicherweise vom Rahmen abgedeckt ist oder bei einem rahmenlosen Rand dem Randverbund entspricht.

E = Randzone (engl. edge): Randzone der sichtbaren Fläche, mit einer Breite von 50 mm

M = Hauptzone (engl. main)

8.7.3. MEHRSCHEIBEN-ISOLIERGLAS MIT ZWEI SCHEIBEN AUS MONOLITHISCHEN GLÄSERN

8.7.3.1. PUNKTFÖRMIGE FEHLER

Die maximale Anzahl punktförmiger Fehler ist in Tabelle 23 festgelegt.

Zone	Größe des Fehlers (ohne Hof) \varnothing in mm	Scheibengröße S			
		$S \leq 1$	$1 < S \leq$	$2 < S \leq 3$	$S < 3$
R	alle Größen	ohne Einschränkung			
E	$\varnothing \leq 1$	zulässig, falls weniger als 3 in jedem Bereich mit $\varnothing \leq 20\text{cm}$			
	$1 < \varnothing \leq 3$	4	1 je Meter Kantenlänge		
	$\varnothing > 3$	nicht zulässig			
M	$\varnothing \leq 1$	zulässig, falls weniger als 3 in jedem Bereich mit $\varnothing \leq 20\text{ cm}$			
	$1 < \varnothing \leq 2$	2	3	5	$5+2/m^2$
	$\varnothing > 2$	nicht zulässig			

Tabelle 23: Zulässige Anzahl punktförmiger Fehler

8.7.3.2. RÜCKSTÄNDE

Die maximal zulässige Anzahl punkt- und fleckenförmiger Rückstände ist in Tabelle 24 festgelegt.

Zone	Maße und Typ Ø in mm	Scheibenfläche S	
		$S \leq 1$	$1 < S$
R	alle	ohne Einschränkung	
E	punktförmig $\varnothing \leq 1$	ohne Einschränkung	
	punktförmig mit $1 \text{ mm} < \varnothing \leq 3$	4	1 je Meter Kantenlänge
	Fleck $\varnothing \leq 17$	1	
	punktförmig $\varnothing > 3$ und Fleck $\varnothing > 17$	höchstens 1	
M	punktförmig $\varnothing \leq 1$	höchstens 3 in jedem Bereich mit	
	punktförmig $1 < \varnothing \leq 3$ Fleck	höchstens 2 in jedem Bereich mit	
	punktförmig $\varnothing > 3$ und Fleck $\varnothing > 17$	nicht zulässig	

Tabelle 24: Zulässige Anzahl punkt- und fleckenförmiger Rückstände

8.7.3.3. LINEARER/LANGGESTRECKTER FEHLER

Die maximale Anzahl linearer/langgestreckter Fehler ist in Tabelle 25 festgelegt.

Sehr feine Kratzer sind zulässig, sofern sie keine Anhäufung bilden.

Bereich	Einzellänge mm	Einzellängen insgesamt mm
R	ohne Einschränkung	
E	≤ 30	≤ 90
M	≤ 15	≤ 45

Tabelle 25: Zulässige Anzahl linearer/langgestreckter Fehler

8.7.4. MEHRSCHEIBEN-ISOLIERGLAS MIT MEHR ALS ZWEI SCHEIBEN AUS MONOLITHISCHEM GLAS

Die in Abschn. 8.7.3 festgelegte zulässige Anzahl von Abweichungen erhöht sich mit jeder zusätzlichen Glaskomponente um 25 % (bei Mehrscheiben-Isolierglas oder in einer Verbundglaskomponente). Die Anzahl der zulässigen Fehler wird immer aufgerundet.

Beispiele:

- Einheit mit Dreifachverglasung aus drei Scheiben monolithischem Glas: die Anzahl der zulässigen Fehler nach 8.7.3 wird mit 1,25 multipliziert;
- Einheit mit Zweifachverglasung aus zwei Verbundglasscheiben mit jeweils zwei Glaskomponenten: die Anzahl der zulässigen Fehler nach 8.7.3 wird mit 1,5 multipliziert.

8.7.5. MEHRSCHEIBEN-ISOLIERGLAS MIT WÄRMEBEHANDELTEN GLAS

Die visuelle Qualität von vorgespanntem Sicherheitsglas mit und ohne Heißlagerungsprüfung und von teilvorgespanntem Glas muss bei Einbau in ein Isolierglas oder in ein Verbundglas, das eine Komponente eines Isolierglases darstellt, die Anforderungen der jeweiligen Produktnorm erfüllen.

Zusätzlich zu diesen Anforderungen darf bei wärmebehandeltem Floatglas die Verwerfung in Bezug auf die Gesamtlänge der Glaskante nicht mehr als 3 mm je 1000 mm Glaskantenlänge betragen. Eine stärkere Verwerfung darf bei quadratischen oder nahezu quadratischen Formaten (bis 1:1,5) und bei Einzelscheiben mit einer Nennstärke kleiner als 6mm auftreten.

8.7.6. RANDFEHLER

Zulässige Randfehler sind für jede Glasscheibenkomponente in den jeweiligen Normen angegeben.

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

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

8.7.7. TOLERANZEN DER ABSTANDHALTERGERADHEIT

Bei zweifacher Verglasung beträgt die Toleranz für die Gerade des Abstandhalters 4 mm bis zu einer Kantenlänge von 3,5 m und 6 mm bei längeren Kantenlängen. Die zulässige Abweichung der (des) Abstandhalter(s) gegenüber der parallelen geraden Glaskante oder anderen Abstandhaltern (z.B. bei Dreifachverglasungen) beträgt 3 mm bis zu einer Kantenlänge von 2,5 m. Bei längeren Kantenlängen beträgt die zulässige Abweichung 6 mm.

Abbildung 24 zeigt Beispiele für die Abweichung der Abstandhalterlage.

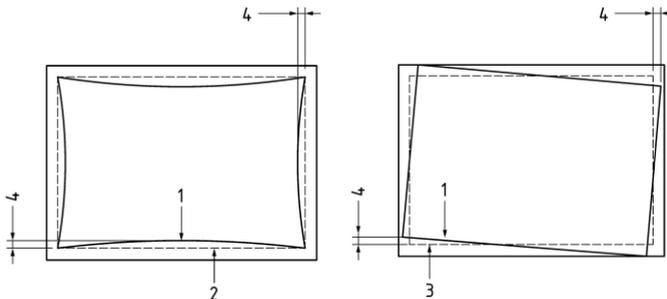


Abbildung 24: Beispiele für die Abweichung der Abstandhalterlage

Legende:

- 1 Abstandhalter
- 2 theoretische Form des Abstandhalters
- 3 theoretische Position des Abstandhalters
- 4 Abweichung

8.7.8. GEBOGENES ISOLIERGLAS

Die visuelle Qualität von gebogenem Isolierglas und seinen Glaskomponenten muss den Anforderungen von ISO 11485-1 und ISO 11485-2 genügen.

8.8. WEITERE VISUELLE ASPEKTE VON MEHRSCHEIBEN-ISOLIERGLAS

8.8.1. ALLGEMEINES

Es können einige auf der Glasoberfläche sichtbare physikalische Effekte auftreten, die nicht bei der Beurteilung der visuellen Qualität berücksichtigt werden dürfen. Sie gelten nicht als Fehler.

8.8.2. EIGENFARBE

Aufgrund des Gehalts an Eisenoxid im Glas, des Beschichtungsprozesses, der Beschichtung selbst, Schwankungen der Glasdicke und des Scheibenaufbaus des Mehrscheiben-Isolierglases sind Schwankungen des Farbeindrucks möglich, die nicht vermieden werden können.

8.8.3. UNTERSCHIEDE IN DER FARBE DES MEHRSCHEIBEN-ISOLIERGLASES

Bei Fassaden aus MIG, die beschichtetes Glas enthalten, können sich Farben in unterschiedlichen Farbtönen zeigen, ein Effekt, der sich bei Betrachtung unter einem Winkel noch verstärken kann. Mögliche Ursachen für Farbunterschiede sind unter anderem leichte Abweichungen der Farbe des Substrats, auf dem die Beschichtung aufgebracht wird, und leichte Schwankungen der Dicke der Beschichtung selbst. Eine objektive Beurteilung der Farbunterschiede kann mit Hilfe von ISO 11479-2 erfolgen.

8.8.4. INTERFERENZERSCHEINUNGEN

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

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

8.8.5. SPEZIFISCHE EFFEKTE INFOLGE BAROMETRISCHER BEDINGUNGEN

Ein Mehrscheiben-Isolierglas schließt ein Volumen an Luft oder anderen Gasen ein, das durch den Randverbund hermetisch abgeschlossen ist. Der Zustand des Gases wird im Wesentlichen durch die Höhe über

NN, den atmosphärischen Luftdruck und die Lufttemperatur bestimmt, die zum Zeitpunkt der Herstellung am Herstellungsort herrschen. Wird das Mehrscheiben-Isolierglas in einer anderen Höhe über NN eingebaut

oder ändern sich die Temperatur oder der atmosphärische Luftdruck (höherer oder niedrigerer Druck), biegen sich die Scheiben nach innen oder außen, was zu einer optischen Verzerrung führt.

8.8.6. MEHRFACHREFLEXIONEN

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

8.8.7. ANISOTROPIE (SCHILLERN)

Mehrscheiben-Isoliergläser mit einer wärmebehandelten Glaskomponente können sichtbare Verzerrungen aufweisen, die als Anisotropie bezeichnet werden, siehe EN 12150-1, EN 1863-1.

8.8.8. KONDENSATION AN DEN AUßENOBERFLÄCHEN DES MEHRSCHEIBEN-ISOLIERGLASES

Kondensation kann an den äußeren Glasoberflächen auftreten, wenn die Glasoberfläche kälter ist als die angrenzende Luft.

Das Ausmaß der Kondensation an den Außenflächen einer Glasscheibe wird durch den U-Wert, die Luftfeuchte, die Luftbewegung und die Innen- und Außentemperatur bestimmt.

Ist die relative Luftfeuchte der Umgebung hoch und fällt die Oberflächen-temperatur der Scheibe unter die

Umgebungstemperatur, kommt es an der Glasoberfläche zur Kondensation.

8.8.9. BENETZUNG DER GLASOBERFLÄCHEN

Das Erscheinungsbild der Glasoberflächen kann aufgrund von Rollen, Fingerabdrücken, Etiketten, Saugnäpfen, Dichtstoffrückständen, Silikonmassen, Glättmitteln, Schmierstoffen, Umgebungseinflüssen usw.

unterschiedlich ausfallen. Hervortreten kann dies, wenn die Glasoberflächen aufgrund von Kondensation, Regen oder Reinigungswasser nass sind.



9. SYSTEME IM MEHRSCHEIBEN- ISOLIERGLAS

9. SYSTEME IM MEHRSCHEIBENISOLIERGLAS

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

Nachdruck mit freundlicher Genehmigung des Bundesverbandes Flachglas e. V., Stand 07/2018.

9.1.1. BEWEGLICHE UND STARRE SYSTEME

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von im Scheibenzwischenraum eingebauten beweglichen und starren Systemen wie Lamellen, Folien, Lichtlenkprofile, Plissee usw. mit allen sichtbaren Teilen. Die Beurteilung der MIG erfolgt nach den einschlägigen Richtlinien und Normen.

9.1.2. PRÜFUNGSGRUNDSÄTZE

Die Beurteilung der visuellen Qualität der eingebauten Systeme erfolgt entsprechend der nachfolgenden Prüfgrundsätze und Prüfkriterien wie Betrachtungswinkel, Betrachtungsflächen, Zulässigkeiten und jeweiligen Besonderheiten der einzelnen Systeme. Bewertet wird die im eingebauten Zustand verbleibende raumseitige Sichtfläche der integrierten Systeme.

9.1.3. ELEMENTE

Die Richtlinie beurteilt ein einzelnes Element. Der Gleichlauf von mehreren angesteuerten Elementen ist nicht Gegenstand der Richtlinie.

9.1.4. WEITERE RICHTLINIEN UND NORMEN

- DIN 18073 „Rollabschlüsse, Sonnenschutz- und Verdunkelungsanlagen im Bauwesen“
- EN 13120 „Abschlüsse innen – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen“

9.2. PRÜFGRUNDSÄTZE

Vorbemerkungen

- Geräusche, die durch das Öffnen bzw. Kippen von Fenstern und durch Fahrbewegungen entstehen, sind technisch bedingt und stellen keinen Mangel dar.
- Beurteilungskriterien gelten nur für waage- und lotrecht ausgerichtete Anlagen und sind in den jeweiligen Prüfbedingungen beschrieben und gelten für die angegebenen Probekörper.

9.2.1. LAMELLENSYSTEME

Maßgeblich bei der Prüfung sind bei Lamellensystemen die sichtbaren Oberflächen der Lamellen, des Kopfprofils und des Fuß- oder Endprofils, die Lage der Lamellen in der oberen und unteren Endlage (keine Teilflächen, wie halb herunter gefahrene Behänge). Bei seitlich gehaltenen Systemen (z. B. über Spannschnüre) erfolgt eine Beurteilung der Lamellenprofile bezüglich der Oberfläche und der seitlichen Halterungen.

9.2.2. FOLIENSYSTEME - PLIESSESYSTEME

Bei Folien- und Plisseesystemen sind die Oberflächen und ihr Erscheinungsbild in ihrer oberen und unteren Endlage zu beurteilen.

9.2.3. PRÜFKRITERIEN

- Da die Behänge in der Draufsicht betrachtet werden, erfolgt die Betrachtung in einem Abstand von 2 m. Die Betrachtungsbereiche dürfen nicht gekennzeichnet sein und es darf keine direkte Kunstlichteinstrahlung auf die Lamellen bzw. Folien einwirken. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht. Die Verglasungen innerhalb von Räumlichkeiten (Innenverglasungen) sollen bei normaler (diffuser), für die Nutzung der Räume vorgesehener Ausleuchtung unter einem Betrachtungswinkel vorzugsweise senkrecht zur Oberfläche geprüft werden. Die Prüfungsvoraussetzungen gelten für die obere und untere Endlage. Ein nur teilweise geschlossenes System kann nicht bewertet werden, da hier keine Funktion im Sinne der Anforderungen von Sonnen-, Sicht- und Blendschutz besteht.

- Prüfbedingungen und Betrachtungsabstände aus Vorgaben in Produktnormen für die betrachteten Verglasungen können hiervon abweichen und finden in dieser Richtlinie keine Berücksichtigung. Die in diesen Produktnormen beschriebenen Prüfbedingungen sind am Objekt oft nicht einzuhalten.

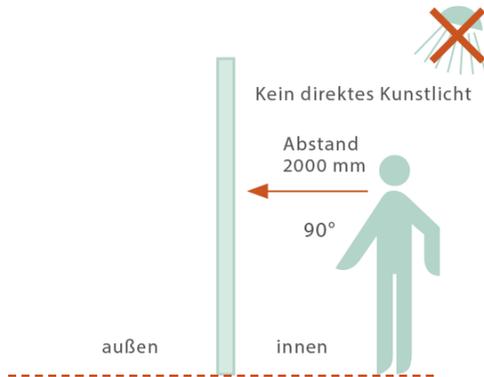


Abbildung 25: Prüfbedingungen und Betrachtungsabstände

9.2.4. BETRACHTUNGSFLÄCHEN

Die zu beurteilende Fläche wird aufgeteilt in

- Randzone = 50 mm umlaufend des vom Behang sichtbaren Bereichs (weniger strenge Beurteilung)
- Hauptzone = von der Flächenmitte aus verbleibende Sichtfläche bis zur Randzone (strenge Beurteilung)
- Die Beurteilung des Randverbundes ist nicht Bestandteil dieses Merkblattes, entscheidend ist die Betrachtung des integrierten Systems.

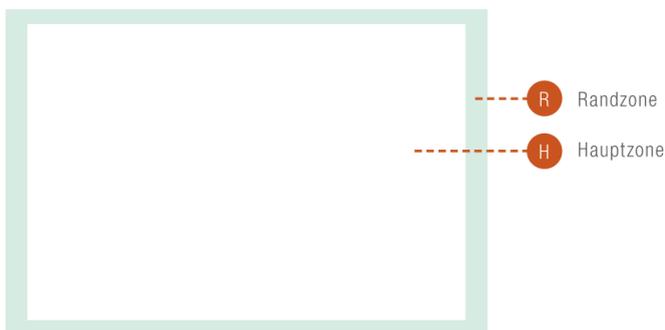


Abbildung 26: Betrachtungsflächen

9.3. ZULÄSSIGKEITEN BEI LAMELLENSYSTEMEN

9.3.1. ERKENNBARE OBERFLÄCHENABWEICHUNGEN

- Durch die Bewegung der Lamellen beim Wenden und beim Hoch- und Runterfahren kann technisch bedingter Abrieb im Bereich der Führungsschienen, Spannseile, Aufzugsschnüre und -bänder usw. nicht ausgeschlossen werden. Die Bewertung solcher Rückstände bzw. Verfärbungen erfolgt nach den Tabellen 27, 28, 29 und 30. Zulässig sind Veränderungen die in der ift-Richtlinie VE-07 beschrieben sind.

- Punkte, Einschlüsse, Flecken, Beschichtungsfehler etc. werden wie folgt bewertet:

Zulässig sind pro m² Fläche:

- Randzone: max. 4 Stück $\varnothing \leq 3$ mm
- Hauptzone: max. 2 Stück $\varnothing \leq 2$ mm
- Kratzer in der Haupt- und Randzone Kratzer in der Haupt- und Randzone Haarkratzer kaum sichtbar, nicht gehäuft erlaubt, wenn deren Summe der Einzellängen nicht größer als 30 mm ist. Die maximale Einzellänge von Kratzern beträgt 15 mm.

9.3.2. ZULÄSSIGER LAMELLENVERSATZ

- Der Lamellenversatz wird von den beiden maximal versetzten Lamellen einer Scheibe beurteilt.
- Der Lamellenversatz wird nur bei einteiligen Behängen bewertet, bei geteilten Behängen (zwei Behänge in einer Scheibe) hat diese Richtlinie keine Gültigkeit.

Scheibenbreite		Maximaler Lamellenversatz
von	bis	
0 mm	1000 mm	6 mm
1001 mm	2000 mm	8 mm
2001 mm		10 mm

Tabelle 26: Lamellenversatz

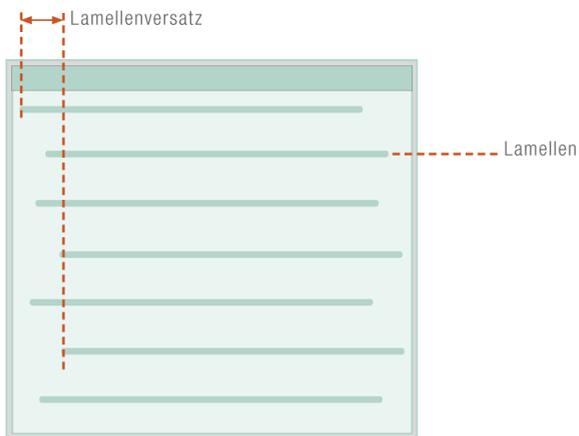


Abbildung 27: Lamellen-Versatz

9.3.3. ABWEICHUNG VON DER RECHTWINKLIGKEIT/SCHIEFHANG

Die maximal zulässige Abweichung A von der Rechtwinkligkeit in der oberen und unteren Endlage beträgt 6 mm pro Meter Lamellenlänge L , maximal jedoch 15 mm.

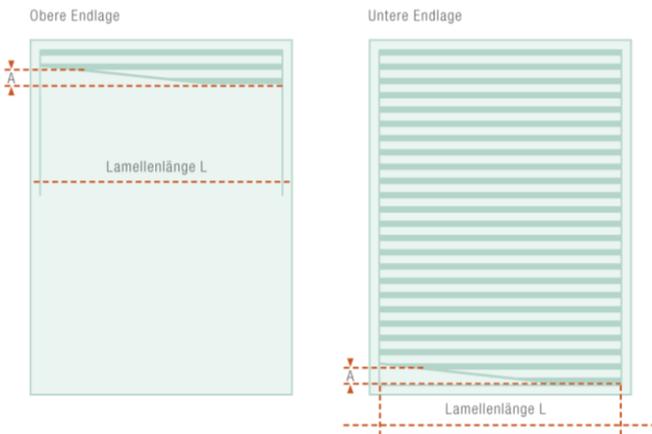


Abbildung 28: Lamellen-Schiefhang

9.3.4. ZULÄSSIGE ABWEICHUNG VON DER FORM

9.3.4.1. ZULÄSSIGE VERDREHUNG/VERZERRUNG

Verdrehung/Verzerrung (EN 13120)	
 <p>Winkelablenkung V zwischen dem einen Ende der Lamelle und dem anderen Ende</p>	2 mm/m
Lokale Verzerrung	Im Bereich der Stanzung zulässig

Tabelle 27: Lamellen-Verdrehung/-Verzerrung

9.3.4.2. ZULÄSSIGE DURCHBIEGUNG

Die Beurteilung der Durchbiegung von Lamellen wird in geschlossener Behangstellung beurteilt.

Durchbiegung D (EN 13120):		
 <p>Endstab: 4 mm Lamelle (gemessen in geschlossener Behangstellung)</p>	Länge der Lamellen in m	Höchstwerte der Durchbiegung von Lamellen in mm
	$L \leq 1,5$	5
	$1,5 < L \leq 2,5$	10
	$2,5 < L \leq 3,5$	15
	$L > 3,5$	20
Säbelförmigkeit Lamelle C (EN 13120):		
	$L = \text{Länge der Lamelle}$ $C = 1/2 L^2$	

Tabelle 28: Lamellen-Durchbiegung

9.3.5. ZULÄSSIGE ABWEICHUNG BEIM UNVOLLSTÄNDIGEN WENDEN VON LAMELLEN

Die Lamellen dürfen beim Abfahren hängen bleiben, dass sie erst beim Wenden der Lamellen in die vorgesehene Position klappen. Ein dauerhaftes Hängenbleiben der Lamellen ist unzulässig. Das Wenden kann systembedingt einen zusätzlichen Schaltvorgang erfordern.

9.3.6. MINIMALER SCHLIEßWINKEL

Der Schließwinkel von Lamellensystemen muss der Systembeschreibung entsprechen. Die Betrachtung erfolgt 100 mm von der Oberkante und 100 mm von der Unterkante des sichtbaren Bereichs.

9.3.7. UNGLEICHMÄßIGE LICHTDURCHSCHEINUNGEN

Unregelmäßige Lichtdurchgänge zwischen den Lamellen sind zulässig,

- solange diese auf vor angegebene Toleranzen der Einzelbauteile zurückzuführen sind,
- die sonstigen Toleranzen der Jalousien eingehalten werden.

Ungleichmäßige Lichtdurchscheinungen können unter anderen entstehen durch:

- ungleichmäßige Durchbiegung einzelner Lamellen
- Schließwinkeltoleranzen

9.3.8 SCHLIEßWINKELTOLERANZEN IN DER FLÄCHE

Beurteilt werden:

- der Durchschnittswert von 3 aufeinanderfolgenden Lamellen
- 100 mm von oben, mittig, 100 mm von unten des sichtbaren Bereichs der Behanghöhe

Die maximale Winkelabweichung in Bezug auf die Behangmitte darf hierbei betragen:

Systeme	bis zu einer Höhe von	ab einer Höhe von	Toleranz
Beschattungssysteme	1000 mm		$\pm 8^\circ$
		1001 mm	$\pm 12^\circ$
Lichtlenksysteme	1000 mm		$\pm 10^\circ$
		1001 mm	$\pm 12^\circ$

Tabelle 29: Schließwinkeltoleranzen in der Fläche

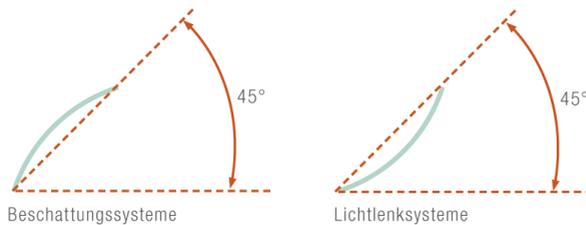


Abbildung 29: Ungleichmäßige Lichtdurchscheidung

9.3.8. GENAUIGKEIT DES ÖFFNUNGSWINKELS VON LAMELLENSYSTEMEN, WELCHE NUR EINSEITIG SCHLIEßEN

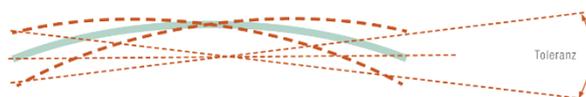


Abbildung 30: Genauigkeit des Öffnungswinkels von einseitig schließenden Lamellensysteme

Nach maximaler Öffnung des Lamellensystems dürfen die Lamellen im mittleren Höhendrittel einer senkrechten Scheibe von der waagrechten nach der folgenden Tabelle abweichen:

Scheibenhöhe ab in mm	Scheibenhöhe bis in mm	Toleranz
	1000	$\pm 7^\circ$
1001	2000	$\pm 8^\circ$
2001	3000	$\pm 9^\circ$
3000		$\pm 10^\circ$

Tabelle 30: Toleranz bei maximaler Öffnung des Lamellensystems

9.3.9. SCHWENKBARKEIT VON BEIDSEITIG SCHLIESSENDEN LAMELLENSYSTEMEN MIT MITTIGER LAGERUNG

Die Schwenkbarkeit der Lamellen richtet sich nach DIN 18 073 und muss mindestens 90° um die Längsachse betragen.

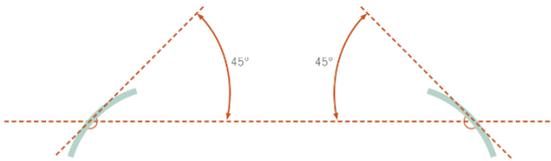


Abbildung 31: Schwenkbarkeit von beidseitig schließenden Lamellensystemen

9.3.10. SCHWENKBARKEIT VON EINSEITIG SCHLIESSENDEN LAMELLENSYSTEMEN MIT MITTIGER LAGERUNG

Die Schwenkbarkeit der Lamellen wird nur auf die schließende Seite bewertet und muss hierbei mindestens 45° um die Längsachse betragen.

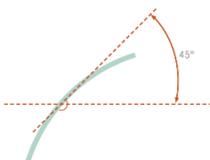


Abbildung 32: Schwenkbarkeit von einseitig schließenden Lamellensystemen

9.3.11. LAMELENSCHLUSS

Bei geschlossenem Behang und waagerechtem Blickwinkel (90° zum Behang) darf keine direkte Durchsicht möglich sein.

9.4. ROLLOSYSTEME UND PLISSEESYSTEME

9.4.1. ERKENNBARE OBERFLÄCHENFEHLER

(die zu beurteilende Behangfläche richtet sich nach Punkt 9.2.3)

Randzone:

1. **Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken, Prägefehler, Rückstände, Beschichtungsfehler etc.**
Behangfläche < 1 m², max. 4 Stück à < 3 mm
Behangfläche > 1 m², max. 4 Stück/m² à < 3 mm
2. **Kratzer**
Summe der Einzellängen max. 90 mm
Einzellänge max. 30 mm

Hauptzone:

1. **Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken, Prägefehler, Rückstände, Beschichtungsfehler etc.**
Behangfläche < 1 m², max. 2 Stück à 2 mm
Behangfläche > 1 m², max. 3 Stück à 2 mm
Behangfläche > 2 m², max. 5 Stück à 2 mm
2. **Kratzer**
Summe der Einzellängen max. 45 mm
Einzellänge max. 15 mm nicht gehäuft.

9.4.2. ABWEICHUNG VON DER RECHTWINKLIGKEIT

Die Abweichungen von der Rechtwinkligkeit werden in folgenden Positionen beurteilt:

- obere Endlage (Rollo/Plissee geöffnet)
- untere Endlage (Rollo/Plissee geschlossen)



Abbildung 33: Abweichung von der Rechtwinkligkeit

Die maximal zulässige Abweichung A von der Rechtwinkligkeit in der oberen und unteren Endlage beträgt 15 mm.

9.4.3. WELLEN- UND FALTENBILDUNG

Wellen und Falten stellen keinen Mangel dar, solange diese die Funktion des Systems nicht beeinträchtigen.

9.4.4. LICHTDURCHGÄNGE

- Direkte Lichtdurchgänge (Lichtdurchgang, ohne Behinderung durch den Behang usw.) sind nicht erlaubt.
- Indirekte Lichtdurchgänge (z. B. über Reflexionen) sind zulässig.



Abbildung 34: Lichtdurchscheidung

9.4.5. EINROLLUNGEN VON FREIEN BEHANGKANTEN

Als freie Behangkante wird eine Schnittkante bezeichnet, welche an keinem anderen Bauteil (Endstab, Wickelrohr, usw.) befestigt ist.

Eine Einrollung von freien Behangkanten ist erlaubt, wenn:

- es bei rechtwinkligem Betrachtungswinkel zu keinen direkten Lichtdurchscheinungen kommt.
- die Funktion des Rollos hierdurch nicht gestört ist.

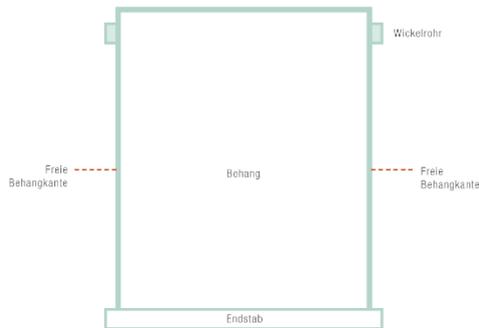


Abbildung 35: Einrollung von freien Behangkanten

Zulässig:



Nicht zulässig:

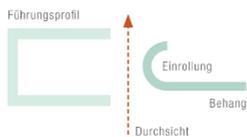


Abbildung 36: Bewertung bei Einrollungen von freien Behangkanten

9.4.6. BEHANGVERÄNDERUNG IM BEREICH VON FÜHRUNGEN

Behangveränderungen, wie z. B. Abrieb im Bereich von Führungen sind zulässig, wenn sich die Durchsicht um nicht mehr als 20 % ändert.

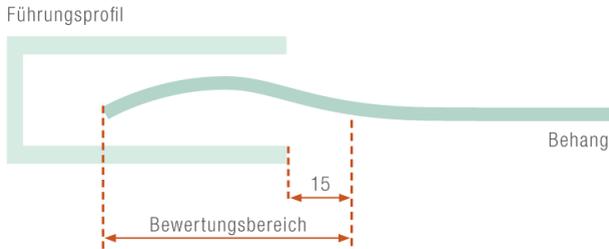


Abbildung 37: Behangveränderung im Bereich von Führungen

9.4.7. PLISSEESYSTEME

Aufgrund des Eigengewichtes des Stoffes, wechselt der Verlauf der Faltenbreite zwischen den ersten und letzten Falten. Dieses Phänomen ist bei Behängen mit Höhen von mehr als 1 m spürbarer als bei kleineren Behängen. Der Unterschied des Verlaufs ist kein Reklamationsgrund, denn er ist in den Eigenschaften des Stoffes begründet. Die ersten Falten tendieren natürlich dazu, auch aufgrund der Einwirkung von Wärme, leicht abzuflachen, wodurch die Faltung jedoch erhalten bleibt. Der Stoff muss bei jedem Hebevorgang ein ordentliches Zusammenlegen der Falten gewährleisten

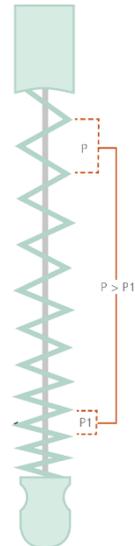


Abbildung 38: Plisseesysteme

9.5. ALLGEMEINE HINWEISE

Diese Richtlinie stellt einen Bewertungsmaßstab für die Beurteilung der visuellen Qualität von Lamellen, Rollos und Plisseesystemen im MIG dar. Bei der Beurteilung sollte grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass außer der visuellen Qualität ebenso die wesentlichen Merkmale des Produkts zur Erfüllung seiner Funktionen mit zu berücksichtigen sind.

9.6. BESONDERE HINWEISE

- Bei allen Systemen kann aus technischen Gründen links und/oder rechts des Kopfprofils ein sichtbarer Spalt entstehen. Auswirkungen aus temperaturbedingten Längenänderungen können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden und sind kein Grund zur Beanstandung.
- Die einzelnen Lamellen werden durch sogenannte Leiterkordeln in ihrer Lage fixiert. Diese Leiterkordeln können systembedingt ihre Lage verändern. Ferner erfolgt die Auffaltung dieser Leiterkordeln nicht regelmäßig.

9.7. GELTUNGSBEREICH ISOLAR SOLARLUX® VARIODIRECT

Diese Verglasungs- und Verarbeitungsrichtlinien gelten nur für ISOLAR SOLARLUX® variodirect in Isolierglas, welche produktgerecht in Fenster-, Fassaden- und Trennwandsystemen aus erprobten und üblichen Materialien und Profilen, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen, eingesetzt werden. Die Verträglichkeiten mit anderen Materialien sind zu prüfen.

Die Einhaltung dieser Richtlinie ist für den Einbau dieser Verglasungen zwingend erforderlich und ist Voraussetzung für die Gewährleistung.

Es gelten die allgemein gültigen Richtlinien für fachgerechte Verglasung in der jeweils aktuellen Fassung, insbesondere:

- DIN 18 361 – Verglasungsarbeiten
- BF- Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben - Isolierglas
- ISOLAR Verglasungsrichtlinien für Isolierverglasungen
- Die anerkannten Regeln der Technik
- DIN 18 073 – Rollabschlüsse, Sonnenschutz- und Verdunkelungsanlagen im Bauwesen

Die Glasfalze sind nach DIN 18545 Teil 1 auszubilden. Entwässerung des Falzbereiches der Isolierglaseinheit muss zu jeder Zeit und unter allen Umständen gewährleistet werden.

Im Übrigen gelten die Bestimmungen der Schrift 3 des Instituts des Glaserhandwerks für Verglasungstechnik und Festerbau in Hadamar „Klotzungsrichtlinien für ebene Glasscheiben“.

Nur durch Einhaltung dieser Richtlinien wird es möglich, technische und bauphysikalisch einwandfreie Verglasung mit im Scheibenzwischenraum integrierter ISOLAR SOLARLUX® variodirect Jalousie herzustellen. Diese Richtlinie ist Voraussetzung zur Erreichung und Erhaltung der typgerechten Funktionen von ISOLAR SOLARLUX® variodirect Jalousie im Isolierglas.

Diese Richtlinie gilt nur für Räumlichkeiten mit normaler Raumtemperatur und Luftfeuchte. Sie gilt u. a. nicht für Schwimmbäder, spezielle Feuchträume und Räume mit Belastungen und Anforderungen, welche über das normal übliche Maß hinausgehen.

Sämtliche ISOLAR SOLARLUX® variodirect Einheiten müssen im Endbetrieb, zum Erreichen einer sach- und anlagengerechten Funktion, zusammen mit der Motorsteuereinheit und geregelten Netzteilen betrieben werden, die nach Spezifikation von ISOLAR® Glas freigegeben sind. Bei Nichtbeachtung kann keine Gewährleistung übernommen werden.

9.8. LAGERUNG UND TRANSPORT

Alle Produkte der Serie ISOLAR SOLARLUX® variodirect müssen sorgfältig vor Schmutz, Feuchtigkeit und Hitze/direkter Sonneneinstrahlung geschützt und gelagert werden. Grundsätzlich dürfen ISOLAR SOLARLUX® variodirect ausschließlich in senkrechter Lage transportiert werden.

ISOLAR SOLARLUX® variodirect werden mit hochgezogenem Jalousienbehang angeliefert. Es ist sicherzustellen, dass bei der Lagerung und beim Transport die Scheiben keinesfalls auf die Steckverbindung bzw. Anschlusskontakte gestellt werden. Die ISOLAR SOLARLUX® variodirect dürfen nur mit hochgezogenem Jalousienpaket und in Einbaulage manipuliert werden. Eine Beschädigung am Seilzugsystem könnte ansonsten auftreten.

9.9. STEUERUNG UND NETZTEIL

ISOLAR SOLARLUX® variodirect werden mit einem 24 Volt Gleichstrom-Elektromotor angetrieben. In der Regel erfolgt die Stromversorgung durch ein Netzteil. Die Spannungsversorgung von 230 V ist bauseits herzustellen und die elektrischen Anschlüsse sind entsprechend den örtlichen Anforderungen auszuführen.

9.10. IGS ISOLIERGLASELEMENTE

Der Einbau von ISOLAR SOLARLUX variodirect darf nur im senkrechten Bereich erfolgen. Bei Verwendung von Dreh-/Klapp- und Senklappflügeln ist ein max. Neigungswinkel von 3° aus der Lotrechten zulässig. Zur Stromversorgung benötigte Steckverbindung

(Anschlusskabelendung ragen seitlich mit ca. 10 cm aus. Die Anordnung dieser Verbindung ist von außen gesehen rechts oben. Die Seriennummer zur Identifikation ist von innen gesehen oben rechts (Motorseite) an der Unterseite des Kopfprofils angebracht.

9.10.1. VERGLASUNG FENSTER/ISOLIERGLAS

Bei der Bemessung der Unterkonstruktion ist insbesondere auf die Durchbiegungsbegrenzung der Isoliergläser an den Scheibenkanten zu achten.

9.11. GLASFALZAUSBILDUNG

Die heutigen technischen Erkenntnisse lassen für Metall- und Kunststoffrahmen funktionsgerecht nur Dichtsysteme mit freiem Falzraum zu. Die Glasfalze sind grundsätzlich nach DIN 18 545 Teil 1 auszubilden.

Für ISOLAR SOLARLUX® variodirect sind folgende Besonderheiten zu berücksichtigen:

Ein scharfes Abknicken des Anschlusskabels ist zu vermeiden, wobei darauf zu achten ist, dass ein Spielraum zwischen Glaskante und Falzgrund von ≥ 7 mm bei ISOLAR SOLARLUX® variodirect keinesfalls unterschritten werden darf. Das Anschlusskabel und die Stecker dürfen den Dampfdruckausgleich, sowie die Wasserführung im Falz nicht behindern. Der Glaseinstand darf 20 mm nicht überschreiten. Bei Planung und Verwendung von Sonderkonstruktionen (z. B. Passivhausfenster) mit größeren Glaseinständen ist vor der Ausführung mit dem produzierenden ISOLAR® Partnerbetrieb Rücksprache zu halten.

9.12. FENSTERSYSTEME

ISOLAR SOLARLUX® variodirect ist für den Einbau in handelsübliche Profilsysteme geeignet. Systembedingt ist ein Randverbund von ca. 14 mm vorhanden, welcher durch ein Profilsystem abzudecken ist. Als Empfehlung wird die Verwendung von Dichtungsprofilen mit entsprechend großer Lippenüberdeckung aus EPDM gegeben.

9.12.1. METALL- UND KUNSTSTOFFFENSTER

Alle angewendeten Verglasungssysteme müssen zur Absicherung der

Funktion eine einwandfreie Abdichtung der Glasfalze unter allen vorkommenden Bedingungen auf Dauer gewährleisten. Als Bestandteil dieser Richtlinie gelten die Tabelle „Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern“, sowie deren Erläuterungen durch das Institut für Fenstertechnik in Rosenheim.

9.12.2. HOLZFENSTER

Vorgeschrieben ist auch bei Holzfenster die Verglasung mit dichtstofffreiem Falzraum. Nach heutigem Stand der Technik ist dies bei fast allen Konstruktionen möglich. Ist eine „Öffnung“ des Glasfalzes zum Dampfdruckausgleich unmöglich, so kann die Verglasung mit ausgefülltem Falzraum erfolgen. Hingewiesen wird jedoch darauf, dass schon der kleinste Fehler bzw. Undichtigkeit im Rahmen oder Verglasungssystem bereits kurzfristig zu Schäden im Isolierglas führen, weil eingedrungene Feuchtigkeit festgehalten wird. Für dadurch hervorgerufene Schäden entfällt die Gewährleistung.

Das Verglasungssystem ist so auszuwählen, dass zumindest außenseitig ein Vorlegeband Verwendung findet. Durch das äußere Vorlegeband muss sichergestellt werden, dass die Glaselemente nicht im Falz eingespannt werden und im eingebauten Zustand stand keine örtliche Überbeanspruchung auftreten kann.

9.12.3. VERBUNDSYSTEME

Verbundkonstruktionen wie Holz/Alu, Kunststoff/Alu, Holz/Kunststoff oder ähnliche sind wie die vorher beschriebenen Konstruktionen mit Öffnungen zum Dampfdruckausgleich zu versehen.

9.13. FENSTERKONTAKTE

Bei Dreh- und Kippelmenten ist darauf zu achten, dass stets ein Fensterkontakt im Falzbereich vorzusehen ist, welcher beim Öffnen den Stromfluss unterbricht. Werden Fensterkontakte zum kabellosen Übergang zwischen Flügel und Blendrahmen eingebaut, so muss deren Einbaulage so festgelegt werden, dass keine Feuchtigkeit auf die Kontakte einwirken kann. Es wird empfohlen, die Kontakte im vertikalen Bereich auf der Bandseite zu platzieren.

Die Kabel sind in Schlaufen zu verlegen, so dass Längenänderungen ausgeglichen werden können.

9.14. KABELVERBINDUNGEN

Es sind nur vom ISOLAR® Glas Partner Betrieb freigegebene Anschlusskabel zu verwenden. Von Anschlusskabeln länger als 20 m ist abzuraten, da Spannungsverluste auftreten können. Bei sternförmiger Verkabelung ist darauf zu achten, möglichst gleiche Kabellängen zu verarbeiten. Sämtliche Kable dürfen keinerlei Zugbelastungen ausgesetzt werden.

Der Kontakt mit stehendem Wasser ist zu vermeiden, Kabelverbindungen im Falzraum sind daher immer im Falz entlang vertikaler Glaskanten zu platzieren. Anschlusslitzen dürfen den Dampfdruckausgleich sowie die Wasserführung im Falz nicht behindern.

Auf die Anschlusslitzen der Scheiben dürfen im eingebauten Zustand keine Bewegungen übertragen werden. Kabelverbindungen müssen fachgerecht isoliert werden.

Für Lötverbindungen sind nur säurefreie Lötmittel zu verwenden. Sämtliche Durchbohrungen, Aussparungen, Kannten, Ecken etc. durch oder über welche Kabel verlegt werden, müssen entgradet sein, um eine Verletzung und daraus resultierenden Unterbrechung der Kabelverbindung auszuschließen.

9.15. STROMFÜHRUNG

Werden zwischen beweglichen und unbeweglichen Rahmenteilen Druckkontakte zum kabellosen Übergang verwendet, so sind diese ausschließlich in den Trockenbereich der Rahmen zu montieren.

Eine Abstimmung der Druckkontakte mit der Steuerungsanlage ist erforderlich. ISOLAR SOLARLUX® variodirect können mit Druckkontakten ausgeführt werden, wobei die Stromzufuhr beim Öffnen der Fenster unterbrochen wird.

9.16. STATISCHE DIMENSIONIERUNG

Der statische Nachweis der Isolierglaselemente ist vom Auftraggeber durch befugte Prüfügenieure vorzunehmen. Hierbei sind die örtlichen Windlasten und Klimlasten, sowie erhöhte Scheibentemperaturen zu berücksichtigen.

Die Verformung durch Winddruck oder sog. bezogen auf die Scheibenmitte darf max. 15 mm betragen. Die Verformung bei Klimalasten je Einzelscheibe, bezogen auf die Scheibenmitte darf bei SR 32 mm max. -5,0 mm betragen. Die Verglasungs- und Verarbeitungsrichtlinien für ISOLAR SOLARLUX® variodirect sind strikt einzuhalten.

9.17. EINBAUHINWEISE

9.17.1. KLOTZUNG

Die Verglasungseinheiten müssen fachgerecht eingebaut und verklotzt werden, wobei die allgemeinen Richtlinien zur Verklotzung von Isolierglaselementen anzuwenden sind. Die Fensterelemente müssen zentriert werden, dass die Isolierglaseinheiten keine tragenden Funktionen und im Glas keine mechanischen Spannungen entstehen. Das verwendete Klotzungsmaterial muss mit dem Randverbund des Isolierglases, bei Einsatz von VSG auch mit dem PVB-Folienverbund, verträglich sein.

Durch die Klotzung dürfen die Öffnungen zum Dampfdruckausgleich nicht verschlossen werden. Die Isolierglaseinheiten müssen in ihrer gesamten Stärke aufliegen und die Klotzbreite ist auf die Gesamtelementdicke abzustimmen. Elektrokabel dürfen durch die Klotzung nicht eingeklemmt oder gar beschädigt werden. Das Gewicht der Scheibe muss einwandfrei auf die Rahmenkonstruktion übertragen werden.

ISOLAR SOLARLUX® variodirect sind waage- und lotrecht im Rahmen einzubauen. Bei bauseitiger Montage in Flügeln oder Festverglasungen ist nach dem Einstellen und Ausrichten der Isolierglaseinheit bei den hebe- und senkbaren Jalousie-Typen der Lamellenbehang herunterzufahren und dann die Klotzung so vorzunehmen, dass der Behang und der Endstab frei und symmetrisch zwischen den Abstandhaltern hängen. Es darf keine Berührung zwischen Endstab und seitlichen, vertikalen Abstandhaltern im Isolierglas auftreten. Während der Inbetriebnahme ist beim Ab- und Auffahren zu prüfen und sicherzustellen, dass der Abstand zwischen Endleiste und Abstandhalter links und rechts gleichmäßig verteilt ist. Berührungen können im Betrieb zu Funktionseinschränkungen und Beschädigungen führen.

9.17.2. ANSCHLUSS

Die Stecker sind vor Anstecken zu reinigen. Vom Verarbeiter sind die Anschlusskabel in die Konstruktion bzw. in die bauseits vorzusehenden Leerverrohrungen einzuziehen.

Vor Montage der ISOLAR SOLARLUX® variodirect Elemente sind die Kabel auf Beschädigungen oder Kurzschluss zu prüfen. Es ist sicherzustellen, dass der Schlusstecker bei den motorisch betriebenen Jalousie-Typen fest mit den Kontakten der Platine verbunden ist.

9.17.3. FUNKTIONSKONTROLLE

Die Überprüfung der Jalousien muss netzunabhängig durchgeführt werden. Die Jalousien dürfen weder an Steuerungen noch an einem Trafo betriebsfertig angeschlossen sein. Die Prüfung muss mit einem unabhängigen Netzteil vor und nach der Verglasung durchgeführt werden.

Die Funktionskontrolle darf nur bei Temperaturen von > 10 Grad Celsius erfolgen. Bei Prüfung und Inbetriebnahme der Jalousien bei niedrigen Außentemperaturen (<10 °C) ist vor einem Fahren der Jalousien der Scheibenzwischenraum zu überprüfen bzw. die Freigabe durch den ISOLAR® Partner Betrieb einzuholen. Ein Minimum von 23 mm SZR muss für den Fahrbetrieb mit den Systemen 29 und 32 mm und symmetrischen Glasaufbau gegeben sein.

Unter Funktionskontrolle ist der Zeitpunkt zu verstehen, bei dem das ISOLAR SOLARLUX® variodirect Element nach Lieferung das erste Mal elektrisch angeschlossen wird und die Jalousie nach unten bzw. oben gefahren wird. Die Funktionskontrolle muss max. 14 Tage nach Anlieferung mit einem Jalousietestgerät (unabhängig, wie oben beschrieben) durchgeführt werden und hat an der 1. Anlieferstelle, jedenfalls vor dem Einbau der Scheiben zu erfolgen.

Ein Gewährleistungsanspruch betreffend Funktion der Jalousie besteht nur, wenn im Zuge der Prüfung das Formular Endkontrolle binnen 14 Tagen nach Anlieferung den jeweilig produzierenden ISOLAR® Partnerbetrieb gesendet wird. Dieser Begleitschein dient als Grundlage im Reklamationsfall, bei Nichtretournerung an den jeweiligen produzierenden ISOLAR® Partner Betrieb binnen der erwähnten Frist erlischt die Gewährleistung bzw. Haftung.

Nach erfolgreicher Prüfung der Jalousie in der fertigen Fassade bzw. dem eingebauten Fenster am Einbauort, ist die Jalousie im heruntergefahrenen Zustand zu belassen und die Lamellen sind ggf. auf Durchsicht zu stellen.

Um das Risiko einer jahreszeitlich abhängigen und ungewünschten Haftung der Lamellen aneinander bei sich im Neuzustand befindlichen Isolierglaselementen zu verhindern, ist es zu vermeiden, den Behang dauerhaft (> 7 Tage) im gerafften Zustand zu belassen.

9.17.4. INBETRIEBNAHME IN UNBEHEIZTEN GEBÄUDEN

Die Inbetriebnahme bei niedrigen Umgebungstemperaturen, sprich unter 10 Grad Celsius, ist nicht gestattet. Dies ist insbesondere während der Bauphase und in nicht beheizten Gebäuden zu beachten.



10. BRANDSCHUTZGLAS
ISOLAR ARDOREX®

10. BRANDSCHUTZGLAS ARNOLD-FIRE®

10.1. RANDVERBUND

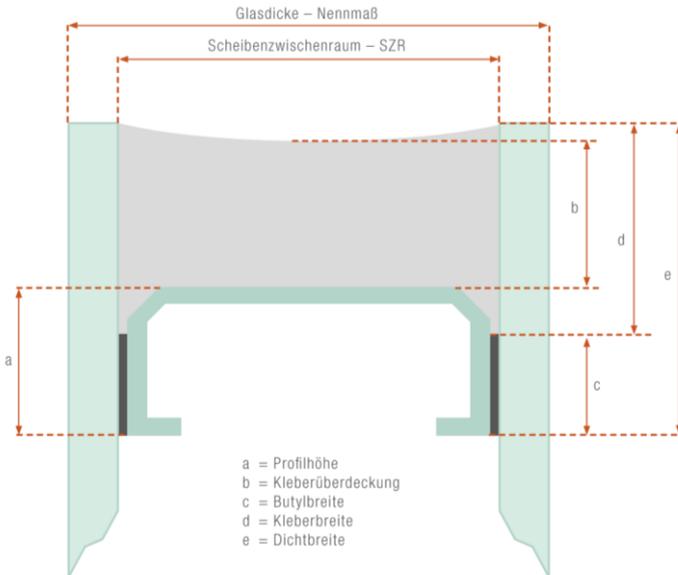


Abbildung 39: Brandschutzglas Randverbund (schematisch)

Anforderung an den Brandschutzglas-Randverbund (2-stufig):	
Dichtbreite e:	13 ± 3 mm
Kleberüberdeckung b:	> 4 mm
Kleberbreite d:	≥ 7 mm
Butylbreite c:	≥ 3 mm
Butylunterbrechungen:	Nicht zulässig, Butylbreiten ≤ 1 mm gelten als
Butylauftrag:	Nicht im SZR, kein Faden im Kleber
Kleber:	Blasenfrei, ohne Marmorierung

Tabelle 31: Anforderung an den Brandschutzglas-Randverbund

10.2. PLANITÄT

Bedingt durch die Verwendung von zweimal Einscheibensicherheitsglas bei der Herstellung eines Arnold-Fire® Elements kann es zu optischen Verzerrungen kommen. Diese ESG-Gläser können durch die Fülltechnik in ihrer Planität beeinflusst werden.

10.3. OPTISCHE BESONDERHEITEN

Speziell im Randbereich bis zu 100 mm von der Scheibenkante und in der Nähe der Ecken können Blasen und Einschlüsse auftreten.

Für die Randzone von 20 mm unmittelbar im Anschluss an den Glaseinstand gilt, dass generell herstellungsbedingte optische Unregelmäßigkeiten in Form von Einschlüssen, Schlieren, Blasen und Inhomogenität im Interlayer zulässig sind und die freie Durchsicht nicht beeinträchtigen.

Die punktuellen Fehler und die durch die Fülltechnik bedingten Unregelmäßigkeiten sowie die zuvor genannten Verzerrungen beeinflussen die freie Durchsicht durch die Scheiben nicht und sind von der Gewährleistung ausgenommen.

Leichte Verzerrungen im Randbereich R(Fläche 10% der jeweiligen Breiten- und Höhenmaße, siehe Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Isolierglas, Hadamar Richtlinie), sind für dieses Produkt zulässig.

Im Verbundglas können auch in der Hauptzone (H) schlierenartige Erscheinungen, ähnlich durchsichtigen Fäden auftreten, diese sind produktionsbedingt, nicht vollständig zu vermeiden und stellen keinen Reklamationsgrund dar.

10.4. KANTENVERSATZ UND DICKENTOLERANZEN

Der Kantenversatz von Arnold Fire® ist mit $\pm 3,0$ mm zulässig. Die Dickentoleranz ist bei Verbundglas mit $\pm 1,5$ mm und bei Isolierverglasungen mit $\pm 3,0$ mm zulässig.

10.5. TEMPERATURBESTÄNDIGKEIT

Das Brandschutzglas Arnold-Fire® als Verbundglas wie auch Mehrscheiben Isolierglas ist temperaturbeständig von -20°C bis 50°C.

10.6. UV-BESTÄNDIGKEIT

Die spezifische Zusammensetzung der Brandschutzschicht bietet die volle UV- und Lichtbeständigkeit von Arnold-Fire® ohne zusätzlichen UV-Schutz durch UV absorbierende PVB Folien.

10.7. HERSTELLERHINWEISE

Diese Verbundgläser können rohstoffbedingte Eigenfarben oder Trübungserscheinungen aufweisen, welche mit zunehmendem Dicken, mit der Zeit und unter ungünstigen Lichtverhältnissen visuell wahrnehmbar werden können.

Beanstandungen kleiner 0,5mm werden nicht berücksichtigt.
Vorhandene Störfelder (Hof) dürfen nicht größer als 3 mm sein.

11. ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Schrägbruch.....	6
Abbildung 2:	Nicht zu beurteilende Zone X.....	7
Abbildung 3:	schematische Darstellung - Diagonaltoleranz.....	8
Abbildung 4:	Kantenbearbeitung - polierte Kante	12
Abbildung 5:	schematische Darstellung Eck- und Randausschnitte, Eckabschnitte	13
Abbildung 6:	schematische Darstellung Ecken gestoßen	14
Abbildung 7:	Senklochtoleranz.....	14
Abbildung 8:	schematische Darstellung einer Senklochbohrung im VSG.....	15
Abbildung 9:	schematische Darstellung Lochbohrungslagen.....	15
Abbildung 10:	schematische Darstellung Lochgröße/Positionierung	16
Abbildung 11:	schematische Darstellung Lochgröße/Positionierung	17
Abbildung 12:	schematische Darstellung von ESG 15 mm Kochgröße/Positionierung.....	17
Abbildung 13:	schematische Darstellung von ESG 19 mm Lochgröße/Positionierung	18
Abbildung 14:	Lage- und Designtoleranzen der Abmessung bei bedruckten Gläsern	28
Abbildung 15:	Grenzmaße für Maße rechtwinkliger Scheiben.....	42
Abbildung 16:	Versatz bei VSG.....	43
Abbildung 17:	VSG mit Stufen	51
Abbildung 18:	CIELAB Farbraum.....	59
Abbildung 19:	Beispiel zur Farbmessung bei Farbunterschieden innerhalb einer Scheibe	61
Abbildung 20:	Beispiel zur Farbmessung bei Farbunterschieden zwischen benachbarten Scheiben	62
Abbildung 21:	Visuelle Betrachtung der Winkelabhängigkeit.....	65
Abbildung 22:	Etikett für geprüfte Alarmglas-Scheiben	74
Abbildung 23:	Beobachtungsbereiche	76
Abbildung 24:	Beispiele für die Abweichung der Abstandhalterlage 80	
Abbildung 25:	Prüfbedingungen und Betrachtungsabstände	87
Abbildung 26:	Betrachtungsflächen	88
Abbildung 27:	Lamellen-Versatz.....	90
Abbildung 28:	Lamellen-Schiefhang.....	90
Abbildung 29:	Ungleichmäßige Lichtdurchscheinung	93
Abbildung 30:	Genauigkeit des Öffnungswinkels von einseitig	

	schließenden Lamellensysteme	93
Abbildung 31:	Schwenkbarkeit von beidseitig schließenden Lamellensystemen	94
Abbildung 32:	Schwenkbarkeit von einseitig schließenden Lamellensystemen	94
Abbildung 33:	Abweichung von der Rechtwinkligkeit	96
Abbildung 34:	Lichtdurchscheinung	96
Abbildung 35:	Einrollung von freien Behangkanten	97
Abbildung 36:	Bewertung bei Einrollungen von freien Behangkanten	97
Abbildung 37:	Behangveränderung im Bereich von Führungen	98
Abbildung 38:	Plisseesysteme	98
Abbildung 39:	Brandschutzglas Randverbund (schematisch)	109
Tabelle 1:	Grenzabmaße der Nenndicken für Float- (EN 572-2) und Ornamentglas (EN 572-5)	3
Tabelle 2:	Schrägbruchwerte	6
Tabelle 3:	Abbruch	7
Tabelle 4:	Rückschnitt	7
Tabelle 5:	Rechtecke Standardtoleranzen	12
Tabelle 6:	Sonderformtoleranzen	13
Tabelle 7:	Grenzabmaße für Bohrungsdurchmesser	14
Tabelle 8:	ESG 4 - 12 mm Lochbohrungsdurchmesser/Positionierung	16
Tabelle 9:	ESG 15 mm Lochgröße/Positionierung	17
Tabelle 10:	ESG 19 mm Lochgröße/Positionierung	18
Tabelle 11:	Fehlerarten/Toleranzen für emaillierte Gläser	27
Tabelle 12:	Toleranzen für Ornamentglas	38
Tabelle 13:	Höchstmaß für den Versatz für bearbeitete Größen und Lagermaße	43
Tabelle 14:	VSG - Versatz bei Sonderformen	44
Tabelle 15:	Zulässige punktförmige Fehler in der Sichtfläche	47
Tabelle 16:	Zulässige lineare Fehler in der Sichtfläche	48
Tabelle 17:	Angaben zu photometrischen und energetischen Kenngrößen 1	56
Tabelle 18:	Annahmekriterien für Fehler bei beschichtetem Glas nach DIN EN 1096-1	57
Tabelle 19:	Anforderungen für Farbmessungen	63
Tabelle 20:	Grenzabmaße der Dicke für Mehrscheiben- Isoliergläser (EN 1279-1:2018-10)	68
Tabelle 21:	Maßtoleranzen der Mehrscheiben-Isolierglaseinheiten	

11. ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

	(EN 1279-1_2018-10)	69
Tabelle 22:	Versatz bei Isolierglas – Sonderformen	70
Tabelle 23:	Zulässige Anzahl punktförmiger Fehler.....	77
Tabelle 24:	Zulässige Anzahl punkt- und fleckenförmiger Rückstände.....	78
Tabelle 25:	Zulässige Anzahl linearer/langgestreckter Fehler.....	78
Tabelle 26:	Lamellenversatz.....	89
Tabelle 27:	Lamellen-Verdrehung/-Verzerrung.....	91
Tabelle 28:	Lamellen-Durchbiegung.....	91
Tabelle 29:	Schließwinkeltoleranzen in der Fläche.....	93
Tabelle 30:	Toleranz bei maximaler Öffnung des Lamellensystems.....	94
Tabelle 31:	Anforderung an den Brandschutzglas- Randverbund	109

Diese Druckversion wurde per Stand Oktober 2020 erstellt.

Das Handbuch wurde nach bestem Wissen erstellt. Aufgrund des technischen Fortschritts können sich die Daten verändern. Für evtl. Fehler übernimmt die ISOLAR GLAS Beratung GmbH keine Haftung.

Die aktuellste und gültige Version des Handbuch Toleranzen steht unter www.isolar.de zur Verfügung.

ISOLAR® GLAS Beratung GmbH

Otto-Hahn Str. 1

55481 Kirchberg

www.isolar.de

