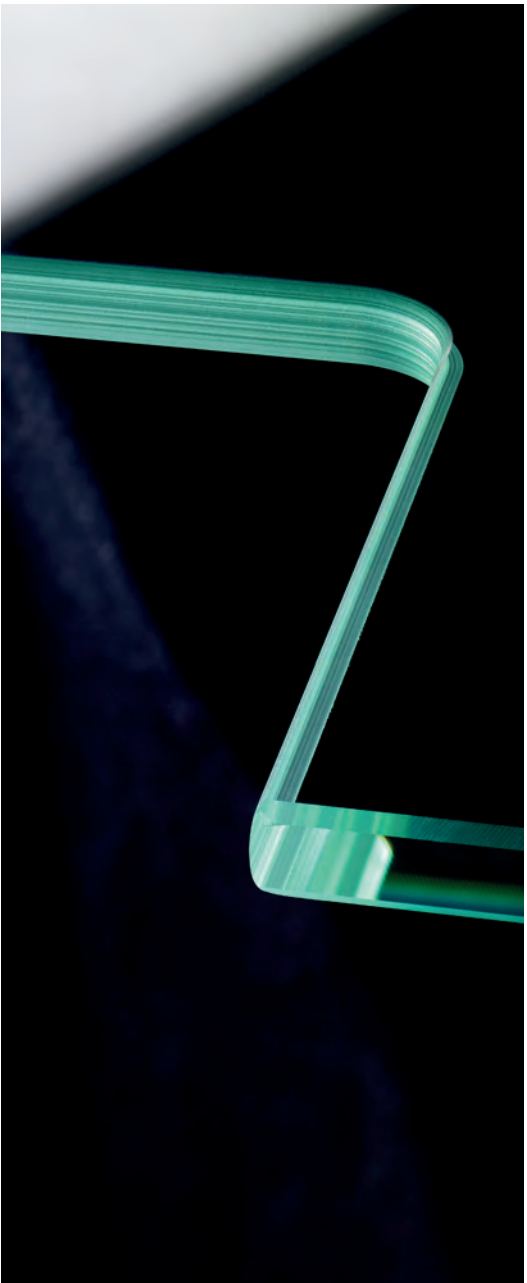
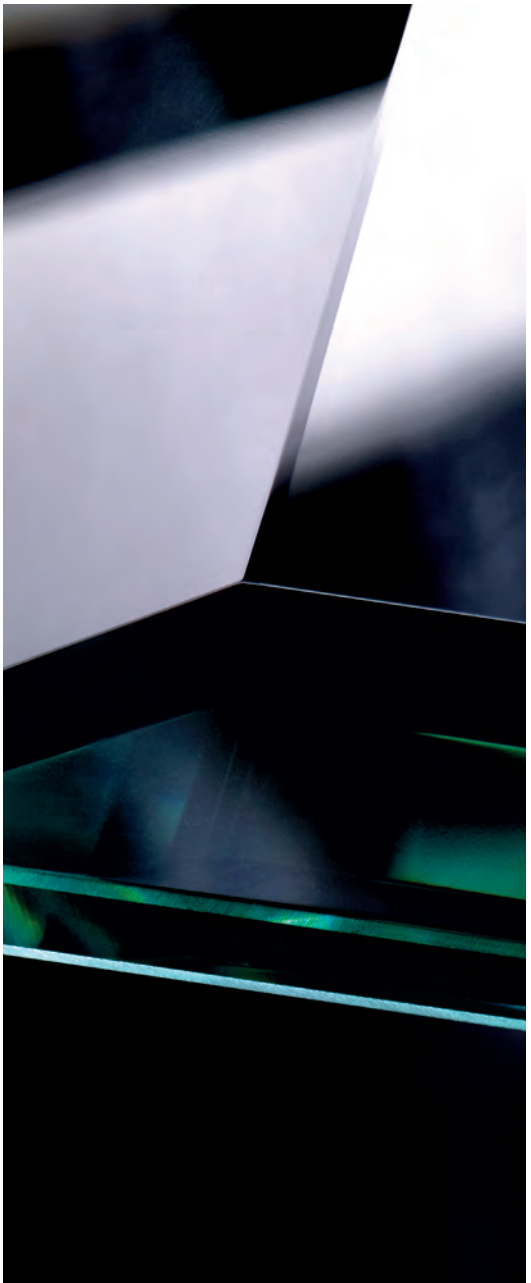
UNIGLAS®

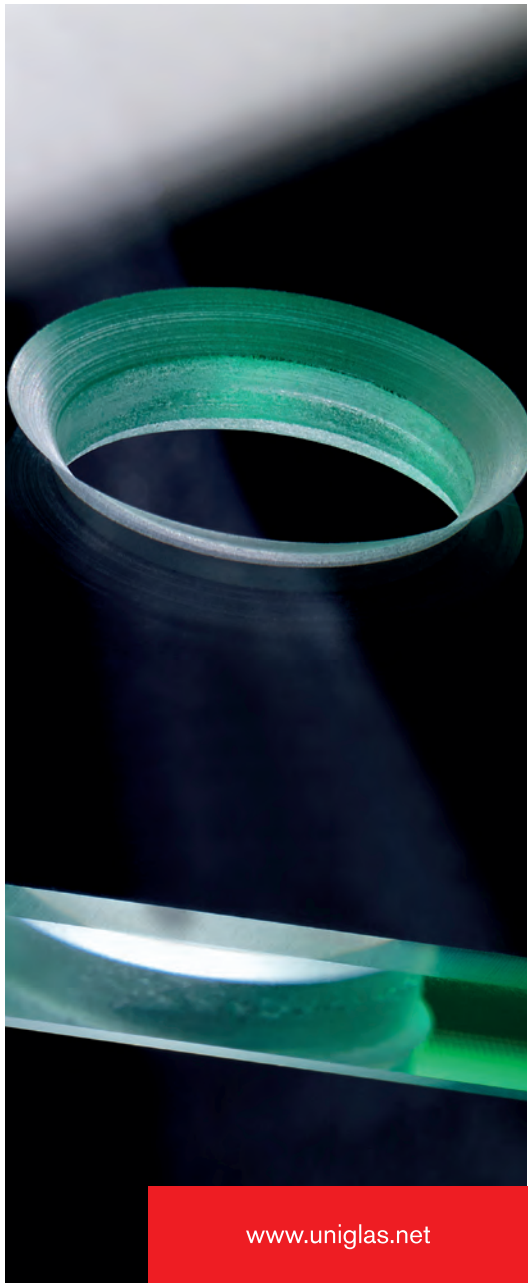
ALLES KLAR

UNIGLAS® | KOLLEG

Toleranzenhandbuch







www.uniglas.net

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Hinweise, Geltungsbereich, Garantie ... 3

2. Toleranzen über normative Anforderungen ... 4

2.1. Basisgläser ... 4
2.2 Zuschnitt ... 4
2.1.1 Allgemeines ... 4
2.1.2 Rückschnitt bei Floatglaszuschnitten ... 5
2.1.3 Rückschnitt bei ESG, heißgelagertem ESG, TVG, VG, VSG und MIG ... 5
2.1.4 Länge, Breite und Rechtwinkligkeit ... 5
2.1.5 Strukturverlauf bei Ornamentgläsern ... 5
2.1.6 Besondere Merkmale von Ornamentgläsern ... 7
2.3 Bearbeitungen ... 8
2.3.1 Kantenbearbeitungen – allgemein ... 8
2.3.2 Sonderformen ... 9
2.3.3 Lochbohrungen ... 10
2.4 Thermisch vorgespanntes Glas ... 12
2.4.1 Geradheit von thermisch vorgespanntem Glas ... 12
2.4.2 Empfohlene Mindestglasdicken in Abhängigkeit der Scheibenabmessungen ... 12
2.4.3 Glasbruch bei ESG durch Nickelsulfid ... 12
2.4.4 Emaillierungen mit Glaskeramikfarben [1] ... 12
2.4.5 Lackiertes Glas ... 14
2.4.6 Visuelle Prüfung von lackierten, emaillierten und bedruckten Gläsern [1] ... 14
2.4.7 Beurteilung des Farbeindrucks [1] ... 16
2.4.8 Sandgestrahltes Glas ... 18
2.4.9 Verbundglas (VG) und Verbundsicherheitsglas (VSG) ... 20
2.4.10 Gebogenes Glas ... 26
2.4.11 Mehrscheiben – Isolierglas (MIG) ... 30

Literatur ... 41

Stichwortverzeichnis ... 42

1 Allgemeine Hinweise, Geltungsbereich, Garantie

Das aktuelle Toleranzenhandbuch der UNIGLAS®, Stand April 2019, ist Grundlage der Gewährleistung.

Ziel des Toleranzenhandbuchs ist es, möglichst alle Fragen zur Ausführung einer technisch einwandfreien Verglasung zu klären. Das Toleranzenhandbuch wurden nach aktuellem Wissensstand erstellt. Rechtliche Ansprüche können aus diesem Handbuch nicht abgeleitet werden. Grundlagen des UNIGLAS®-Toleranzenhandbuchs sind die zum Zeitpunkt der Ausführung der vertraglichen Leistungen aktuell gültigen Regeln der Technik bzw. der relevanten nationalen (DIN, ÖNORM, SN, NEN, NBN etc.), europäischen und internationalen (EN und ISO) – Normen. Das UNIGLAS®-Toleranzenhandbuch ist Bestandteil der Allgemeinen Geschäftsbedingungen der UNIGLAS®-Gesellschafter.

Technische Angaben müssen
im Auftragsfall bestätigt werden.

Stand: April 2019

Technische Änderungen vorbehalten.

Herausgegeben von der
UNIGLAS GmbH & Co. KG,
56410 Montabaur.

UNIGLAS®

UNIGLAS® STAR FLS
Flexibler Abstandhalter

UNIGLAS® ACTIVE
Leichtpflegeglas

UNIGLAS® SHIELD
Punkthaltesystem

UNIGLAS® FACADE
Holz-Glas-Verbundelement

UNIGLAS® OVERHEAD
Vordach-System

UNIGLAS® CLEAN
Das Duschglas

UNIGLAS® NANO
Leichtpflegeglas

UNIGLAS® STAR TPS
Thermoplastischer Abstandhalter

UNIGLAS® SHADE
Jalousie-System

2. Toleranzen über normative Anforderungen

Vorwort

Dieses Kapitel regelt die Toleranzen für Basisgläser, Bearbeitungen und die daraus veredelten Produkte wie Einscheibensicherheitsglas (ESG), heißgelagertes Einscheibensicherheitsglas, teilvorgespanntes Glas (TVG), Verbundglas (VG), Verbundsicherheitsglas (VSG), gebogenes Glas und Mehrscheiben-Isolierglas (MIG).

Die nationalen bzw. internationalen Normen reichen in der Praxis nicht immer aus, um die Toleranzen eindeutig zu beschreiben. Dieses Kapitel beschreibt daher die in den Normen nicht zweifelsfrei oder gar nicht beschriebenen Anwendungen.

Standardtoleranzen

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

Sondertoleranzen

Sondertoleranzen können mit zusätzlichen Vorkehrungen in der Fertigung realisiert werden und sind im Einzelfall zu vereinbaren. Die für diese Vorkehrungen notwendigen Zusatzaufwendungen sind bei den jeweiligen Toleranzen vermerkt und können gegen Berechnung von Mehrkosten erfüllt werden, wenn diese in den Bestellungen angegeben sind.

Wichtiger Hinweis:

Änderungen bei den Toleranzen werden sofort aufgenommen und eingearbeitet. Diese können als aktuellste Fassung im Internet eingesehen werden:
www.uniglas.net

2.1. Basisgläser

Für die Basisgläser gelten folgende normative Grundlagen:

EN 572-1	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften
EN 572-2	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Floatglas
EN 572-3	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Poliertes Drahtglas
EN 572-4	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Gezogenes Flachglas
EN 572-5	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Drahtornamentglas
EN 572-6	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften
EN 572-7	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Profilbauglas mit oder ohne Drahteinlage
EN 572-8	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Liefermaße und Festmaße
EN 572-9	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Konformitätsbewertung/Produktnorm

In den Auszügen aus den zuvor angeführten Normen ergeben sich die Grenzabmaße der Nenndicken und Liefermaße für die unterschiedlichen Glaserzeugnisse. In den Normen sind zudem die Anforderungen an die Qualität sowie die zulässigen Merkmale der Basisglaserzeugnisse beschrieben. Teil 8 der Norm regelt die visuelle Qualität von Zuschnitten (Festmaße). Höhere Anforderungen müssen im Einzelfall ausdrücklich mit dem jeweiligen UNIGLAS®-Gesellschafter vereinbart werden.

Tab. 1: Grenzabmaße und Nenndicken

Nenndicke d [mm]	Grenzabmaße [mm] Floatglas
2	± 0,2
3	
4	
5	
6	
8	± 0,3
10	
12	
15	± 0,5
19	± 1,0

2.2 Zuschnitt

Ergänzend zur EN 572 gilt:

Generelle Längen- bzw. Breitenabmaße ± 0,2 mm/m Kantenlänge.

Abb. 1: Überbruch

2.1.1 Allgemeines

Zu berücksichtigen ist der so genannte Über- oder Unterbruch (Abb. 1 u. 2)

Abb. 2: Unterbruch

Der Über- oder Unterbruch ist von der jeweiligen Glasstärke und der Beschaffenheit des Basisglases (Sprödheit etc.) abhängig und bei Toleranzangaben zu berücksichtigen. Die Glasabmessungen können sich bei gesäumter Kante um den doppelten Schrägbruchwert ändern.

Bei nicht rechtwinkligen Elementen gilt, dass die in Tab. 2 dargestellten Toleranzen bei den angegebenen Winkeln anfallen können (ähnlich dem Rückschnitt). Die Geometrie der Elemente bleibt erhalten.

Tab. 2: Über- und Unterbruchwerte (Schrägbruchwerte)

Nenndicke d [mm]	Maximalwert [mm]
2	± 1,0
3	
4	
5	
6	
8	± 1,5
10	
12	± 2,0
15	± 3,0
19	+ 5,0 / – 3,0

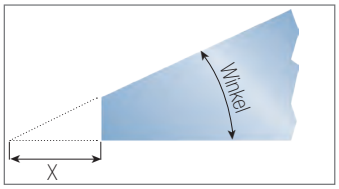
2.1.2 Rückschnitt bei Floatglaszuschnitten

UNIGLAS®-Gesellschaften behalten sich aus produktionstechnischen Gründen das Recht vor, einen Rückschnitt gemäß Tab. 3 und 4 durchzuführen. Wird dieser nicht durchgeführt, gelten die in Tab. 3 und 4 aufgeführten Maße als nicht zu beurteilende Zone. Hier können Unregelmäßigkeiten an den Kanten (z. B. Überbrüche) sowie auch in der Fläche auftreten und stellen keinen Reklamationsgrund dar.

Tab. 3: Rückschnitt bei Floatglaszuschnitten

Winkel	x [mm]
≤ 12,5°	– 30
≤ 20°	– 18
≤ 35°	– 12
≤ 45°	– 8

Abb. 3: Rückschnitt



2.1.3 Rückschnitt bei ESG, heißgelagertem ESG, TVG, VG, VSG und MIG

Bei Winkeln > 25° entspricht der Rückschnitt dem Abbruch.

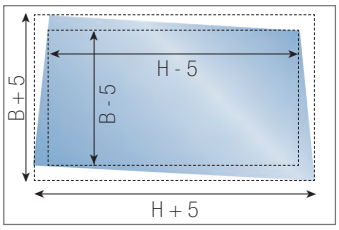
Die unter 2.3.2.1. in Tab. 12 angeführten Toleranzen sind nicht zu den in Tab. 3 und 4 angeführten Toleranzen zu addieren.

Tab. 4: Rückschnitt bei ESG, TVG, VSG und MIG

Winkel	x [mm]
≤ 12,5°	– 65
≤ 20°	– 33

2.1.4 Länge, Breite und Rechtwinkligkeit

Abb. 4: Winkligkeit



Die Scheibe muss in eine von zwei Rechtecken begrenzte Fläche passen, deren Abmessungen von den Nennmaßen der Scheibe ausgehend um das obere Abmaß vergrößert und das untere Abmaß verringert wurde. Die Seiten der vorgegebenen Rechtecke müssen parallel zueinander stehen und die Rechtecke müssen einen gemeinsamen Mittelpunkt haben (siehe Abb. 4). Diese Rechtecke beschreiben auch die Grenzen der Rechtwinkligkeit. Die Grenzabmaße für die Nennmaße der Länge H und Breite B betragen ± 5 mm.

2.1.5 Strukturverlauf bei Ornamentgläsern

Als Standard gilt: Verlauf der Struktur parallel mit dem Höhenmaß. Ausnahmen werden nur berücksichtigt, wenn der Strukturverlauf auf der Zeichnung angegeben ist und der Hinweis „STRUKTURVERLAUF lt. Zeichnung“ bei der Bestellung und Auftragspapieren vermerkt ist. Wenn der Strukturverlauf in der Verglasung über mehrere Einheiten fortgeführt werden soll, muss bei der Bestellung besonders auf diese Forderung hingewiesen werden. Dies gilt sinngemäß auch bei Motivgläsern z. B. sandgestrahlte oder bedruckte Gläser.

2.1.6 Besondere Merkmale von Ornamentgläsern

Die Beurteilung der besonderen Merkmale von Ornamentgläsern erfolgt nach Tab. 5 bis Tab. 8.

Tab. 5: Masterglas

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit	
1	**Aspektmerkmal:** maximale Anzahl. Prüfkriterien gemäß EN 572-5; Betrachtungsabstand 1,5 m senkrecht auf die im Abstand von 3 m vor einer mattgrauen Fläche aufgestellte Scheibe	Einschlüsse	sichtbare Einschlüsse sind nicht zulässig
2		Kugelförmige Blasen	Ø bis 2 mm ohne Einschränkung zulässig; Ø > 2 mm sind nicht zulässig
3		Längliche Blasen	Breite > 2 mm ist nicht zulässig; Länge > 10 mm ist nicht zulässig
4		Gispen (Blasen < 1 mm)	Maximal 10 pro cm^3
5	**Abmessungen / Gewicht**	verfügbare Nenndicken d [mm]	3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0 / 8,0 / 10,0 mm
6		Dickenabmaß	Nenndicke ± 0,5 mm
7		Gewicht [kg]	2,5 kg x Fläche A [m^2] x d [mm]
8		Längen- u. Breitenabmaß	Nennabmessung ± 3 mm
9		Rechtwinkeligkeit	Soll - Diagonalmaß ± 4 mm
10	**Oberfläche**	Oberflächenbeschaffenheit	Ein- oder beidseitig strukturiert
11		Welligkeit der Oberfläche	Maximal 0,8 mm (gemessen mit Fühlerlehre auf idealer Platte)
12		Generelle Verwerfung (Tafelung)	Maximal 3 mm pro m Gesamtbreite (stehend gemessen)
13		Musterverzug quer (Breite	Maximal 4 mm innerhalb eines Meters
14		Musterverzug längs (Länge)	Maximal 2 mm innerhalb eines Meters
15		Deformation	Maximal 10% der Nenndicke
16		Durchbiegung	Maximal 2 mm

Tab. 6: Spiegelrohglas

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit	
1	**Aspektmerkmal:** maximale Anzahl. Prüfkriterien gemäß EN 572-5; Betrachtungsabstand 1,5 m senkrecht auf die im Abstand von 3 m vor einer mattgrauen Fläche aufgestellte Scheibe	Einschlüsse	sichtbare Einschlüsse sind nicht zulässig
2		Kugelförmige Blasen	Ø bis 2 mm ohne Einschränkung zulässig; Ø > 2 mm sind nicht zulässig
3		Längliche Blasen	Breite > 2 mm ist nicht zulässig; Länge > 15 mm ist nicht zulässig
4		Gispen (Blasen < 1 mm)	Maximal 10 pro cm^3
5	**Abmessungen / Gewicht**	verfügbare Nenndicken d [mm]	3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0 / 8,0 / 10,0 mm
6		Dickenabmaß	Nenndicke ± 0,5 mm
7		Gewicht [kg]	2,5 kg x Fläche A [m^2] x d [mm]
8		Längen- u. Breitenabmaß	Nennabmessung ± 3 mm
9		Rechtwinkeligkeit	Soll - Diagonalmaß ± 4 mm
10	**Oberfläche**	Oberflächenbeschaffenheit	Ein- oder beidseitig strukturiert
11		Welligkeit der Oberfläche	Maximal 0,8 mm (gemessen mit Fühlerlehre auf idealer Platte)
12		Generelle Verwerfung (Tafelung)	Maximal 3 mm pro m Gesamtbreite (stehend gemessen)
13		Musterverzug quer (Breite	Maximal 6 mm innerhalb eines Meters
14		Musterverzug längs (Länge)	Maximal 2 mm innerhalb eines Meters
15		Deformation	Maximal 10% der Nenndicke
16		Durchbiegung	Maximal 2 mm

Tab. 7: Ornamentglas

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit	
1	**Aspektmerkmal:** maximale Anzahl. Prüfkriterien gemäß EN 572-5; Betrachtungsabstand 1,5 m senkrecht auf die im Abstand von 3 m vor einer mattgrauen Fläche aufgestellte Scheibe	Einschlüsse	sichtbare Einschlüsse sind nicht zulässig
2		Kugelförmige Blasen	Ø bis 5 mm ohne Einschränkung zulässig; Ø > 5 mm sind nicht zulässig
3		Längliche Blasen	Breite > 2 mm ist nicht zulässig; Länge > 25 mm ist nicht zulässig
4		Gispen (Blasen < 1 mm)	Maximal 10 pro cm^3
5	**Abmessungen / Gewicht**	verfügbare Nenndicken d [mm]	3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0 mm
6		Dickenabmaß	Nenndicke ± 0,5 mm
7		Gewicht [kg]	2,5 kg x Fläche A [m^2] x d [mm]
8		Längen- u. Breitenabmaß	Nennabmessung ± 3 mm
9		Rechtwinkeligkeit	Soll - Diagonalmaß ± 4 mm
10	**Oberfläche**	Oberflächenbeschaffenheit	Ein- oder beidseitig strukturiert
11		Welligkeit der Oberfläche	Maximal 0,8 mm (gemessen mit Fühlerlehre auf idealer Platte)
12		Generelle Verwerfung (Tafelung)	Maximal 3 mm pro m Gesamtbreite (stehend gemessen)
13		Musterverzug quer (Breite	Maximal 6 mm innerhalb eines Meters
14		Musterverzug längs (Länge)	Maximal 2 mm innerhalb eines Meters
15		Deformation	Maximal 10% der Nenndicke
16		Durchbiegung	Maximal 2 mm

Tab. 8: Draht- und Drahtspiegelglas

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit	
1	**Aspektmerkmal:** maximale Anzahl. Prüfkriterien gemäß EN 572-5; Betrachtungsabstand 1,5 m senkrecht auf die im Abstand von 3 m vor einer mattgrauen Fläche aufgestellte Scheibe	Einschlüsse	sichtbare Einschlüsse sind nicht zulässig
2		Kugelförmige Blasen	Ø bis 5 mm ohne Einschränkung zulässig; Ø > 5 mm sind nicht zulässig
3		Längliche Blasen	Breite > 2 mm ist nicht zulässig; Länge > 25 mm ist nicht zulässig
4		Gispen (Blasen < 1 mm)	entfällt
5	**Abmessungen / Gewicht**	verfügbare Nenndicken d [mm]	7,0 / 9,0 mm
6		Dickenabmaß	Nenndicke ± 0,5 mm
7		Gewicht [kg]	2,5 kg x Fläche A [m^2] x d [mm]
8		Längen- u. Breitenabmaß	Nennabmessung ± 3 mm
9		Rechtwinkeligkeit	Soll - Diagonalmaß ± 4 mm
10	**Oberfläche**	Oberflächenbeschaffenheit	Ein- oder beidseitig strukturiert
11		Welligkeit der Oberfläche	Maximal 0,8 mm (gemessen mit Fühlerlehre auf idealer Platte)
12		Generelle Verwerfung (Tafelung)	Maximal 3 mm pro m Gesamtbreite (stehend gemessen)
13		Musterverzug quer (Breite	Maximal 7 mm innerhalb eines Meters
14		Musterverzug längs (Länge)	Maximal 7 mm innerhalb eines Meters
15		Deformation	Maximal 10% der Nenndicke
16		Durchbiegung	Maximal 2 mm

2.3. Bearbeitungen

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

EN 12150	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Einscheiben-Sicherheitsglas
DIN 1249-11	Glas im Bauwesen - Glaskanten
EN 14179	Glas im Bauwesen - Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas
EN 1863	Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas

2.3.1 Kantenbearbeitungen – allgemein

Grundlage der Kantenbearbeitung ist DIN 1249-11 Kap. 3.4 und EN 12150-1. Es bleibt dem UNIGLAS®-Gesellschafter aus produktionstechnischen Gründen überlassen, die geschliffenen Kanten auch poliert auszuführen.

Bei VG- und VSG – Elementen aus wenigstens zwei Scheiben, können die einzelnen Scheiben in den nachstehend beschriebenen Qualitäten ausgeführt werden. In der Regel wird das gesamte Element bearbeitet. Ausnahmen sind VG und VSG aus vorgespannten Scheiben. Hier werden die Einzelscheiben vor dem Vorspannen bearbeitet und anschließend laminiert. Nachträgliche Bearbeitungen sind nicht zulässig.

Toleranzen bei Standardbearbeitungen:

Es wird zwischen den nachfolgenden Kantenbearbeitungen unterschieden:

Kante gesäumt	(KGS)
Kante maßgeschliffen	(KMG)
Kante gesägt	(KGG)
Kante wasserstrahlgeschnitten	(KWG)
Kante geschliffen	(KGN)
Kante poliert	(KPO)

Die Ausführung der Kanten KGS, KMG, KGN und KPO ist in der DIN 1249-11 beschrieben.

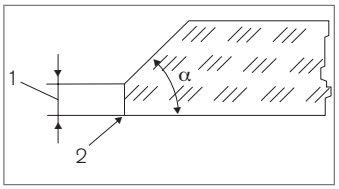
Für gesäumte Kanten gilt die unter Zuschnitt angegebene Toleranz mit Über- und Unterbruch (Abb. 1 u. 2).

Bei gesägten Kanten können durch Radial- oder Bandsägen hergestellte Kanten an den Anfangs- und Endpunkten Ein- und Auslaufspuren aufweisen. Die Toleranzen von gesägten Kanten sind im Einzelfall mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abzustimmen.

Durch die abrasive Zerspanung der Glasscheibe besitzen wasserstrahlgeschnittene Scheiben keine scharfkantigen Ausprägungen der Kante. Die Kantenflächen sind uneben und haben ein mattes Aussehen. Die Toleranzen von wasserstrahlgeschnittenen Kanten sind im Einzelfall mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abzustimmen.

Bei der Ausführung von Gehrungskanten in einem Winkel α zwischen $0° < \alpha \leq 45°$ zur Waagerechten, läuft die „Restkante“ lotrecht zur waagerecht liegenden Glasoberfläche aus. Wenn nicht anders vereinbart, beträgt die Restkante 1/3 der Nennglasdicke d, max. jedoch 2 mm. (Abb. 5) Die Gehrungskante kann geschliffen oder poliert, die Restkante gesäumt, geschliffen oder poliert ausgeführt werden.

Abb. 5: Gehrungskante



Legende:
1 Restkante
2 Saum unter 45°

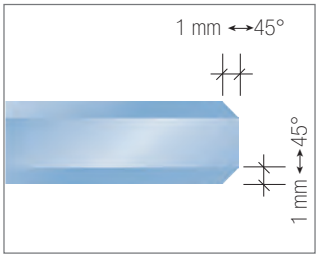
Für geschliffene oder polierte Kanten von Rechtecken gilt die nachfolgende Tab. 9. Sonderformen sind in Kap. 2.3.2 beschrieben.

Tab. 9: Standardabmaße bei Rechtecken

Kantenlänge [mm]	d ≤ 12 mm [mm]	d = 15 o. 19 mm
≤ 1.000	± 1,5	± 2,0
≤ 2.000	± 2,0	± 2,5
≤ 3.000	+ 2,0 / – 2,5	± 3,0
≤ 4.000	+ 2,0 / – 3,0	+ 3,0 / – 4,0
≤ 5.000	+ 2,0 / – 4,0	+ 3,0 / – 5,0
≤ 6.000	+ 2,0 / – 5,0	+ 3,0 / – 5,0

Das Abmaß der Diagonalen ergibt sich aus $\sqrt{(b^2 + h^2)}$
Beispiel:
Scheibe b x h = 1.000 x 3.000 mm
daraus folgt:
Plusabmaß: $\sqrt{(1{,}5^2 + 2{,}0^2)} = +2{,}5$ mm;
Minusabmaß: $\sqrt{(1{,}5^2 + 2{,}5^2)} = -2{,}9$ mm
daraus folgt:
Diagonalabmaß: +2,5/-3,0 mm

Abb. 6: Kantenbearbeitung



Toleranzen bei Sonderbearbeitungen:

In Tab. 10 sind die Toleranzen angegeben, die bei Rechtecken mit erhöhtem Aufwand realisiert werden können. Dieser Sonderaufwand resultiert daraus, dass die erste Scheibe genau vermessen werden muss. Nicht ausgeschliffene Scheiben müssen neu zugeschnitten werden.

Tab. 10: Sonderabmaße bei Rechtecken

Kantenlänge [mm]	d ≤ 12 mm [mm]	d = 15 o. 19 mm
≤ 1.000	+ 0,5 / – 1,5	+ 0,5 / – 1,5
≤ 2.000	+ 0,5 / – 1,5	+ 0,5 / – 2,0
≤ 3.000	+ 0,5 / – 1,5	+ 0,5 / – 2,0
≤ 4.000	+ 0,5 / – 2,0	+ 0,5 / – 2,5
≤ 5.000	+ 0,5 / – 2,5	+ 0,5 / – 3,0
≤ 6.000	+ 1,0 / – 3,0	+ 1,0 / – 3,5

2.3.2 Sonderformen

Auch hier erfolgt die Unterscheidung in Toleranzen bei Standard- und Sonderbearbeitungen, wobei anzumerken ist, dass einige Bearbeitungen von Sonderformen grundsätzlich im CNC-Bearbeitungszentrum erfolgen.

Bei 15 mm und 19 mm dicken Gläsern sind die Abmaße im Einzelfall mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abzustimmen.

Tab. 11: Abmaße bei Sonderformen

Kantenlänge [mm]	Standardabmaß [mm]	Sonderabmaß [mm]
≤ 1.000	± 2,0	± 1,0
≤ 2.000	± 3,0	+ 1,0 / – 1,5
≤ 3.000	± 4,0	+ 1,0 / – 2,0
≤ 3.900	± 5,0	+ 1,0 / – 2,5
≤ 4.000	± 5,0	+ 2,0 / – 4,0
≤ 5.000	+ 5,0 / – 8,0	+ 2,0 / – 4,0
≤ 6.000	+ 5,0 / – 10,0	+ 2,0 / – 5,0

2.3.2.1 Kantenbearbeitungen von Sonderformen

Tab. 12: Abmaße bei Kantenbearbeitungen

Winkel	x [mm]
≤ 12,5°	– 15
≤ 20°	– 9
≤ 35°	– 6
≤ 45°	– 4

2.3.2.2 Bearbeitungen von Sonderformen

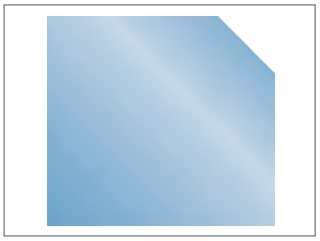
Unter Bearbeitungen von Sonderformen sind Eckausschnitte, Flächenausschnitte und Randausschnitte einer Scheibe zu verstehen. Die Lage und Abmessung der Bearbeitungen sind individuell mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abzustimmen. Bei Eck- und Randausschnitten ist der Mindestradius, der durch das Bearbeitungswerkzeug eingebracht wird, zu beachten. Die Lochlagen bzw. die Lagetoleranzen der Bearbeitungen entsprechen den Toleranzen der Kantenbearbeitungen.

2.3.2.2.1 Eckabschnitt < 100 x 100 mm

- **gesäumt:**
  Standardabmaß:

  ± 4 mm auf Lage sowie auf Abmessung

Abb. 7: Eckabschnitt



- **geschliffen:**
  Standardabmaß:

  ± 4 mm auf Lage sowie auf Abmessung

  Sonderabmaß: ± 1,5 mm bei Fertigung am CNC-Bearbeitungszentrum

- **poliert:**
  Standardabmaß: ± 2 mm auf Lage sowie auf Abmessung

  Sonderabmaß: ± 1,5 mm bei Fertigung am CNC-Bearbeitungszentrum

2.3.2.2.2 Eckabschnitt ≥ 100 x 100 mm

- **gesäumt:**
  Standardabmaß: ± 4 mm auf Lage sowie auf Abmessung

- **geschliffen oder poliert:**
  siehe Sonderformen Kap. 2.3.2 Tab. 11

2.3.2.2.3 Randausschnitt

- **gesäumt – Handbearbeitung (HB):**
  Standardabmaß – Ausschnittmaße:

Tab. 13: Abmaß Randausschnitt HB gesäumt

Ausschnittlänge [mm]	Abmaß [mm]
≤ 1.000	± 6,0

- **gesäumt - CNC-Bearbeitung:**
  Standardabmaß – Ausschnittmaße:

Tab. 14: Abmaß Randausschnitt CNC-Bearbeitung gesäumt

Ausschnittlänge [mm]	Abmaß [mm]
≤ 3.400	± 4,0
≤ 6.000	± 5,0

Achtung: Mindestradien laut UNIGLAS®-Gesellschafter

- **geschliffen oder poliert - CNC-Bearbeitung:**
  Standardabmaß – Ausschnittmaße:

Tab. 15: Abmaß Randausschnittabmaß CNC-Bearbeitung geschliffen oder poliert

Ausschnittlänge [mm]	Abmaß [mm]
< 500	± 2,0
≤ 2.000	± 3,0
≤ 3.400	± 4,0

Achtung: Mindestradien laut UNIGLAS®-Gesellschafter
Sonderabmaß - ± 1,5 mm

2.3.2.2.4 Eckausschnitt

- **gesäumt:**
  Standardabmaß: ± 4,0 mm auf Lage und Abmessungen

- **geschliffen:**
  Standardabmaß: auf die Größe ± 2,0 mm; auf die Lage ± 3,0 mm

  Sonderabmaß: CNC-Bearbeitungszentrum - auf Größe und Lage ±1,5 mm

  Achtung: In Abhängigkeit von der Glasstärke d - Mindestradien laut UNIGLAS®-Gesellschafter.

- **poliert – CNC-Bearbeitungszentrum:**
  Standardabmaß ± 2,0 mm
  Sonderabmaß ± 1,5 mm

  Achtung: In Abhängigkeit von der Glasstärke d - Mindestradien laut UNIGLAS®-Gesellschafter

2.3.3 Lochbohrungen

2.3.3.1 Durchmesser von zylindrischen Bohrungen

Der Nenndurchmesser der Bohrung sollte mindestens der Nenndicke des Glases entsprechen.

Kleinere Bohrlochdurchmesser sind mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abzustimmen. Die Abmaße sind Tab. 16 zu entnehmen.

Tab. 16: Bohrlochabmaße

Nenndurchmesser [mm]	Abmaß [mm]
4 ≤ d < 20	± 1,0
20 ≤ d < 100	± 2,0
100 ≤ d	auf Anfrage

2.3.3.2 Durchmesser von Senklöchern

- **Abmaß bei monolithischem Glas:**
  d ≤ 30 mm: + 1 mm
  d > 30 mm: + 2 mm

- **Abmaß bei VG und VSG:**
  Eine zylindrische Lochbohrung der Gegenscheibe ist mit einem 4 mm größeren Durchmesser als der Kerndurchmesser der Senklochbohrung zu erstellen.

  X = (Senkungs-Ø abzüglich Kern-Ø) ≥ 2 mm
  Glasdicke d ≥ X + 2 mm

Abb. 8: Senklochabmaß

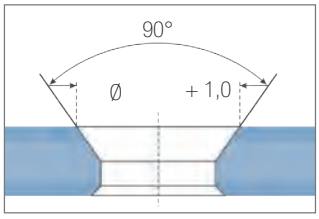
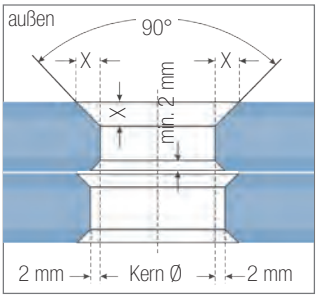


Abb. 9: Abmaße Senklochbohrung im VSG

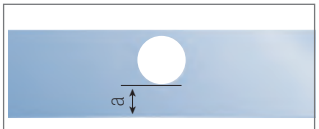


2.3.3.3 Begrenzung und Lage des Bohrlochs

Die Lage des Bohrlochs (Rand der Bohrung) bezogen auf die Glaskante, Glasecke und zur nächsten Bohrung ist abhängig von:

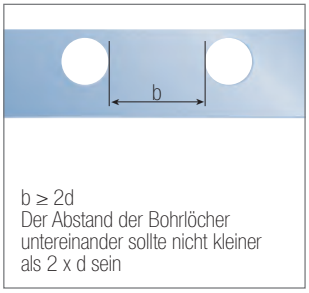
- der Glasdicke d,
- dem Durchmesser ø der Bohrung,
- der Form der Glasscheibe, sowie
- der Anzahl der Bohrungen.

Abb. 10: Lage des Bohrlochs zur Kante



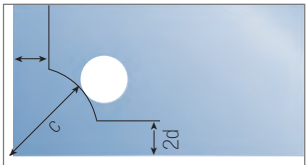
a ≥ 2d
Der Abstand des Bohrlochrandes sollte nicht kleiner als 2 x d sein

Abb. 11: Lage benachbarter Bohrlöcher



b ≥ 2d
Der Abstand der Bohrlöcher untereinander sollte nicht kleiner als 2 x d sein

Abb. 12: Lage des Bohrlochs zur Ecke



c ≥ 6d
Der Abstand des Randes einer Bohrung zur Ecke sollte nicht kleiner als 6 x d sein

Hinweis: Ist einer der Abstände vom Rand einer Bohrung zur Glaskante kleiner als 35 mm, kann es erforderlich sein, die Lochbohrung asymmetrisch zur Glasecke zu setzen. Hierzu bitte separat beim UNIGLAS®-Gesellschafter nachfragen.

Abmaße der Lage einzelner Bohrungen:

Die Abmaße der Lage von einzelnen Bohrungen entsprechen denen von Breite (B) und Länge (H) aus Tab. 17.

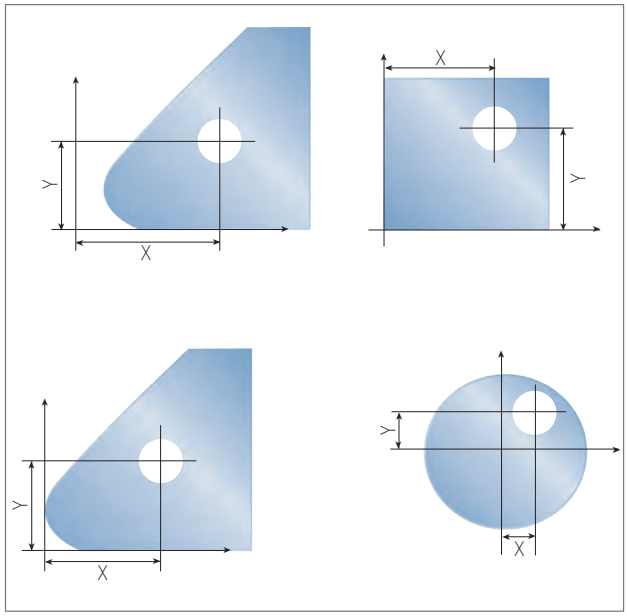
Die Position der Bohrungen wird in rechtwinkligen Koordinaten (X- und Y- Achse) vom Bezugspunkt zur Bohrlochmitte gemessen. Der Bezugspunkt ist allgemein eine vorhandene Ecke oder ein angenommener Fixpunkt. Die Lage der Bohrungen (X, Y) ist (X± t, Y± t) wobei X und Y die geforderten Abstände sind und t das Abmaß.

Hinweis: Engere Toleranzen bitte separat beim UNIGLAS®-Gesellschafter nachfragen.

Tab. 17: Abmaße der Bohrlochlage

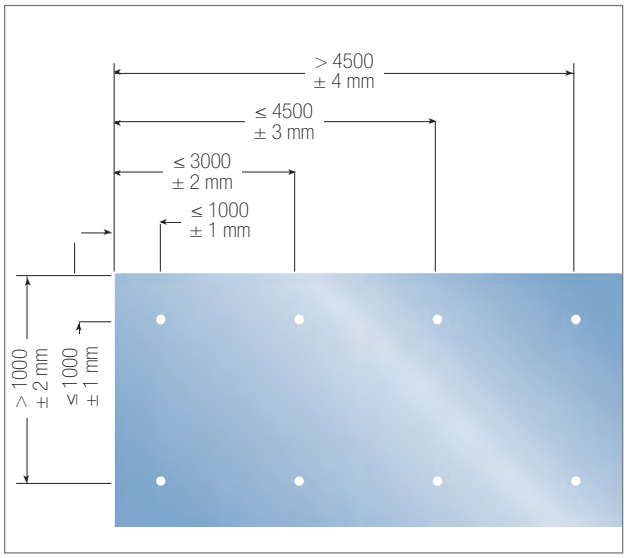
Nennmaße der Seite B oder H [mm]	Abmaß t für Nennglasdicken d ≤ 12 mm [mm]	d ≤ 12 mm [mm]
≤ 2.000	± 2,5	± 3,0
2.000 < B oder H ≤ 3.000	± 2,0	± 2,0
> 3.000	± 4,0	± 5,0

Abb. 13: Bohrlochlage



Abmaße der Lagen mehrerer Bohrungen:

Abb. 14: Lochbohrungslagen



2.4 Thermisch vorgespanntes Glas

Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) nach EN 12150-1 und -2

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

Teilvorgespanntes Glas (TVG) nach EN 1863-1 und -2, sowie dem Verwendbarkeitsnachweis des Herstellers.

Die visuelle Qualität, mit Ausnahme der in den Produktnormen und nachstehend beschriebenen Merkmale, entspricht der EN 572-8.

2.4.1 Geradheit von thermisch vorgespanntem Glas

Siehe EN 12150-1 und EN 1863-1

Bei nahezu quadratischen Formaten mit einem Seitenverhältnis zwischen 1:1 und 1:1,3 und bei Glasdicken $d \leq 6$ mm ist durch den thermischen Prozess die Abweichung von der Geradheit größer als bei schmalen rechteckigen Formaten bzw. dickeren Gläsern.

2.4.2 Empfohlene Mindestglasdicken in Abhängigkeit der Scheibenabmessungen

Bei den Empfehlungen werden keine anwendungstechnischen Anforderungen berücksichtigt.

Tab. 18: Produktionstechnisch bedingte Mindestglasdicken

Maximale Glasabmessung B x H [mm]	Mind. Nennglasdicke d [mm]
1.000 x 2.000	4
1.500 x 3.000	5
2.100 x 3.500	6
2.500 x 4.500	8
2.800 x 5.000	10
3.000 x 7.000	$19 \geq d \geq 12$

2.4.3 Glasbruch bei ESG durch Nickelsulfid

Bei der Herstellung von Glas lassen sich trotz äußerster Sorgfalt geringe Verunreinigungen der Schmelze mit Nickel und Schwefel nicht vermeiden. Dadurch können sich in der Schmelze winzige, bis zum heutigen Zeitpunkt nicht detektierbare NiS-Verbindungen (Durchmesser etwa 50 µm bis 600 µm) in einer Hochtemperaturphase bilden, die je nach Nickelanteil bei geringeren Temperaturen als 282°C bis 379°C in die Niedrigtemperaturphase übergehen und im Laufe der Zeit ihr Volumen vergrößern. Bei ESG kann dies in seltenen Einzelfällen zu einem Spontanbruch führen, der nicht unter die Gewährleistung fällt. Durch einen zusätzlich zu bestellenden Heißlagerungstest kann ein Großteil dieser Brüche künstlich ausgelöst werden, womit sich die Wahrscheinlichkeit eines solchen Spontanbruchs nochmals signifikant reduziert.

Die Ursache von Glasbrüchen ist stets durch den Anwender nachzuweisen. Im Besonderen sind dabei Fremdkörpereinschlüsse wie z.B. Nickelsulfid durch geeignete Methoden zu belegen.

2.4.4 Emaillierungen mit Glaskeramikfarben [1]

2.4.4.1 Allgemein

Die Emaillefarbe besteht aus anorganischen Stoffen, die für die Farbgebung maßgeblich sind und die geringen Schwankungen unterliegen. Diese Stoffe sind mit Glasfluss vermengt. Während des thermischen Vorspannprozesses (ESG, ESG-H und TVG) umschließt der Glasfluss die Farbkörper und verbindet sich mit der Glasoberfläche. Erst nach diesem Prozess stellt sich die endgültige Farbgebung ein.

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

Darüber hinaus ist auch die Art der Aufbringung 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 der von der Bewitterung abgewandten Seite (Position 2 oder höher) aufgebracht. Ausnahmen sind mit dem Hersteller abzustimmen. Für die Anwendung auf Position 1 (Witterungsseite) werden spezielle Farben verwendet. Die keramischen Farben (Emaille) 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) aufgebrachtes Medium (Dichtstoffe, Paneelkleber, Isolierungen, Halterungen usw.) durchscheinen kann.

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

Wenn bedruckte Scheiben zusätzlich mit Funktionsschichten wie zum Sonnenschutz und/oder zur Wärmedämmung versehen werden, sind die entsprechenden Normen, wie z. B. die EN 1096 zu beachten.

Die bedruckte Fläche wird nach Abs. 2.4.6.f dieser Richtlinien beurteilt.

2.4.4.2 Verfahren

2.4.4.2.1 Walzenauftragverfahren (Rollercoating-Verfahren)

Die plane Glasscheibe wird unter einer gerillten Gummiwalze durchgefahren, die die Emaillefarbe 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 Emailleglläser 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 Emaillefarbe mittels Sprühpistole geschehen.

2.4.4.2.2 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 UNIGLAS®-Gesellschafter 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.

2.4.4.2.3 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 UNIGLAS®-Gesellschafter abzuklären.

2.4.4.2.4 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. Derzeit ist eine Druckauflösung bis zu 360 dpi möglich.

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

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

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

2.4.5 Lackiertes Glas

Bei UNIGLAS® | COLOR handelt es sich um individuell lackiertes Glas mit glänzenden oder mattierten Oberflächen auf klarem oder eisenoxidarmen ESG. Durch die farbige Beschichtung auf der Rückseite des Glases, werden Leuchtkraft und Brillanz der Farbe dauerhaft geschützt und bleiben erhalten.

UNIGLAS® | COLOR ist für diverse Innenanwendungen geeignet und kann durch seine Feuchtraumbeständigkeit hervorragend in Küchen und Bädern eingesetzt werden. Eine Außenanwendung ist generell nur mit besonderer Zustimmung sowie nach Rücksprache und Abklärung aller technischen Details mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter zulässig. Verklebungen und Abdichtungen auf der Lackschicht dürfen nur mit Kleb- und Dichtstoffen durchgeführt werden, für die der UNIGLAS®-Gesellschafter die Freigabe erteilt hat.

Für die Lackierung werden die Farbtöne nach RAL, NCS oder anderen Farbsystemen individuell angemischt. Die Glaskante und die glasseitige Fase werden vor dem Lackieren abgeklebt und bleiben klar. Die der Lackierung zugewandte Fase wird mit lackiert.

Für die Beurteilung der visuellen Qualität von UNIGLAS® | COLOR gelten sinngemäß die in Kap. 2.4.6. beschriebenen Verfahren. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Lackschicht weniger kratzfest ist als emaillierte Farbschichten.

2.4.6 Visuelle Prüfung von lackierten, emaillierten und bedruckten Gläsern [1]

In diesem Kapitel wird 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, beschrieben. Auch so genannte lackierte Gläser, die thermisch vorgespannt werden können, werden mit keramischen Farben beschichtet. Somit wird auch die Prüfung und Beurteilung derartiger Produkte nach diesem und den folgenden Kapiteln durchgeführt.

Dieses Kapitel dient ausschließlich zur Beurteilung der Emaillierung und Bedruckung des sichtbaren Bereichs im eingebauten Zustand. Für die Beurteilung des Glases werden die jeweiligen Produktnormen des Glases herangezogen.

Die Hinweise und Toleranzen gelten für lackiertes Glas nach EN 16477 oder anderweitig bedruckte Gläser, sowie anderer Farbarten, zum Beispiel organische Farben nur sinngemäß in ihrem Grundsatz. Die spezifischen Eigenschaften dieser Farbarten werden hier jedoch nicht beschrieben.

Bauordnungsrechtliche Aspekte werden hier nicht behandelt.

Tab. 19: Merkmale/Toleranzen für emaillierte Gläser

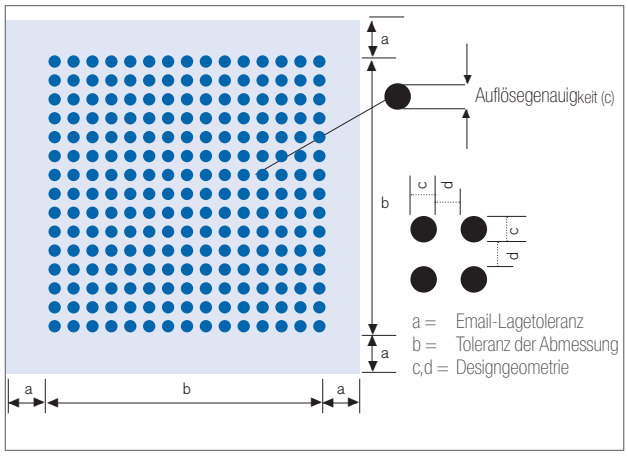
Zulässige punktförmige Stellen im Emaille*	Ø 0,5 – 1,0 mm max. 3 Stück/m², mit Abstand ≥ 100 mm Ø 1,0 – 2,0 mm max. 2 Stück/Scheibe
Haarkratzer und eingebrannte Fremdkörper	zulässig bis 10 mm Länge
Wolken **	unzulässig
Wasserflecken	unzulässig
Farbüberschlag an den Kanten	Bei gerahmten Scheiben und bei Bohrungen, die mit zusätzlichen, mechanischen Halterungen oder Abdeckungen versehen sind, zulässig, sonst nicht. Bei ungerahmten Scheiben mit geschliffener oder polierter Kante: • Im Rollercoating-Verfahren auf der Fase zulässig, auf der Kante nicht zulässig • Im Gießverfahren zulässig • Im Siebdruckverfahren nicht zulässig • Im Digitaldruckverfahren nicht zulässig Verfahrensbedingt können beim Digitaldruck nur aus der Nähe erkennbare kleinste Farbspritzer im unmittelbaren Bereich der Druckkanten auftreten.
Unbedruckter Glasrand	bei Siebdruck und Digitaldruck zulässig bis 2 mm
Linienförmige Strukturen im Druck	zulässig
Emaille-Lagetolerenz (a) s. Abb. 15 ***	Scheibengröße ≤ 2000 mm: ± 2,0 mm Scheibengröße ≤ 3000 mm: ± 3,0 mm Scheibengröße > 3000 mm: ± 4,0 mm
Toleranz der Abmessungen bei Teilemaillierung (b) s. Abb. 15 ≤ 1.000 mm	Kantenlänge der Druckfläche: — Toleranzbereich: ± 2,0 mm ≤ 3.000 mm — ± 3,0 mm > 3.000 mm — ± 4,0 mm
Designgeometrie (c) (d) s. Abb. 15	in Abhängigkeit der Größe Kantenlänge der Druckflache: — Toleranzbereich: ≤ 30 mm — ± 0,8 mm ≤ 100 mm — ± 1,0 mm ≤ 500 mm — ± 1,2 mm ≤ 1.000 mm — ± 2,0 mm ≤ 2.000 mm — ± 2,5 mm ≤ 3.000 mm — ± 3,0 mm > 3.000 mm — ± 4,0 mm
Farbabweichungen	Die Beurteilung der Farben erfolgt durch das Glas (Emailfarbe auf Position 2). Farbabweichungen im Bereich von ΔE ≤ 6 (Float) bzw. ΔE ≤ 5 (Weißglas) bei der gleichen Glasdicke sind zulässig (siehe auch Kapitel 2.4.11.6).

* Merkmale ≤ 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 Teilflachen kleiner 5 mm) kann ein so genannter Moiré-Effekt auftreten. Aus diesem Grunde ist eine Abstimmung mit dem Hersteller erforderlich.

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

Abb. 15: Lage- und Designtoleranzen der Abmessung bei bedruckten Gläsern



Zur Beurteilung der Produkte ist es erforderlich, dem UNIGLAS®-Gesellschafter 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 monolithischen Scheiben z. B. zu Mehrscheibenisolierglas (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).

Bei der Beurteilung ist generell die Aufsicht auf die Emaillierung durch das Glas 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 oder VSG ist bei der Lage- und Designtoleranz gegebenenfalls noch die aus dem Versatz resultierende Toleranz zu beachten. Je nach Muster kann es bei Motiven, die im Siebdruckverfahren aufgebracht werden, zu einem so genannten „Moiré“-Effekt (von frz. moirer „moirieren; marmorieren“) kommen. Der Moiré-Effekt macht sich bei der Überlagerung von regelmäßigen feinen Rastern durch zusätzliche scheinbare grobe Raster bemerkbar. Deren Aussehen ist den Mustern ähnlich, die sich aus Interferenzen ergeben. 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. Dies kann u. U. durch geeignete Farben verhindert werden, daher ist der Einsatzzweck vor der Bestellung mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abzustimmen.

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

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

2.4.7 Beurteilung des Farbeindrucks [1]

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 subjektiv als „störend“ oder auch „nicht störend“ eingestuft werden kann.

2.4.7.1 Art des Basisglases und Einfluss der Farbe [1]

Die Eigenfarbe des Glases, die wesentlich von der Glasdicke und der Glasart (z. B. durchgefärbte Gläser, eisenoxidarme 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. Sonnenschutz-

schichten (Erhöhung der Lichtreflexion der Oberfläche), reflexionsmindernden Beschichtungen oder auch leicht geprägt sein wie z. B. bei Ornamentgläsern. Farbabweichungen bei der Emaillierung können auf Grund von Schwankungen bei der Farbherstellung und dem Einbrennprozess nicht ausgeschlossen werden.

2.4.7.2 Lichtart, bei der das Objekt betrachtet wird [1]

Die Lichtverhältnisse unterscheiden sich in Abhängigkeit von der Jahres- und Tageszeit und der vorherrschenden Witterung. 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 ausgeprägt sind.

Die erste Oberfläche reflektiert bereits einen Teil des auftretenden Lichtes je nach Einfallswinkel mehr oder weniger stark. Die auf die Farbe auftreffenden „Spektralfarben" werden von den Farbpigmenten teilweise reflektiert und teilweise absorbiert. Dadurch entsteht je nach Lichtquelle und Ort der Betrachtung sowie dem Hintergrund eine unterschiedliche Farbwahrnehmung.

2.4.7.3 Betrachter beziehungsweise Art der Betrachtung [1]

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

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

Die Toleranzen stellen einen Kompromiss zwischen Produktivität und dem Anspruch an den optischen Eindruck der Glaseinheiten 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 UNIGLAS®-Gesellschafter abzustimmen. (vgl. 2.4.11.6)

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 auf einmal und nicht in Teil-Bestellungen erfolgen.

2.4.7.4 Sonstige Hinweise [1]

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

- EN 12150
- EN 14179
- EN 1863
- EN 14449

Emaillierte Gläser können nur in Ausführung Einscheibensicherheitsglas (ESG oder heißgelagertes ESG) oder als teilvorgespanntes Glas (TVG) hergestellt werden.

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

2.4.7.5 Witterungsbeständigkeit von emaillierten und bedruckten Verglasungen [1]

Die Witterungsbeständigkeit von emaillierten und bedruckten Verglasungen hängt entscheidend von den Umweltbedingungen (z. B. Meeresnähe oder Einbau an verkehrsreichen Straßen) ab.

Aufgrund schädlicher Umweltgase wie SO_2, NO_X, Chlor und Staub können die Glas- oder die emaillierten Oberflächen bereits nach wenigen Monaten unansehnlich ausschauen. Die Auswirkungen sind z. B. matte, glanzlose Oberflächen.

Emaillierte und bedruckte Verglasungen sind daher auch nicht für den Einsatz im Nassbereich wie Duschen oder Schwimmbäder geeignet. Der Einsatz von UNIGLAS® I COLOR (Kap. 2.4.5.) bedarf der vorherigen Abstimmung mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter.

Anwendungsbeispiele

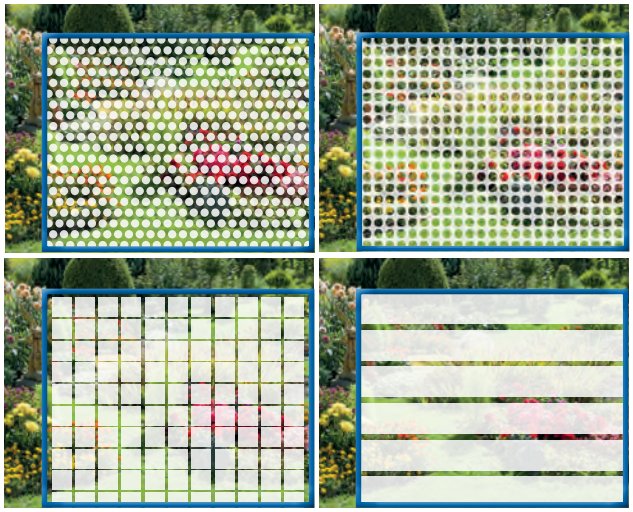
- Bei Isolierglas zum Scheibenzwischenraum orientiert.
- Bei Fassaden nach innen orientiert.
- Bei Duschen nach außen orientiert.
- Bei Tischplatten auf der Unterseite angeordnet.

Abb. 16: Beispiel für gestalterisches Motiv

Bedruckung für Sicht und Sonnenschutz

Bei dieser Anwendung sind Farbwahl und Bedruckungsgrad extrem wichtig. Je heller die Farben, desto größer ist die Lichtdurchdringung. Je kleiner der Bedruckungsgrad, desto mehr Transparenz entsteht. Die Definition beider Parameter ist also von dem zu erreichenden späteren Wirkungsgrad abhängig. In den Produktionsstätten werden eine Vielzahl von standardisierten Dekoren zur Auswahl angeboten. Selbstverständlich können aber auch eigene Kreationen nach detaillierten Vorgaben auf die Gläser aufgebracht werden.

Abb. 17: Beispiele für Sicht-/Sonnenschutz



Rutschhemmung

In öffentlichen Bereichen, aber auch im privaten Umfeld empfehlenswert, schreiben die Arbeitsstättenrichtlinien sowie die Informationen der gesetzlichen Unfallversicherungen in bestimmten Bereichen unterschiedliche Rutschfestigkeitsklassen vor, die nach DIN 51130 zu belegen sind. Durch die Veränderung des Bedruckungsgrades und Spezialdruckfarbe können verschiedene Klassen erreicht werden und tragen so zur Standsicherheit auf Glasböden bei.

Rutschhemmungen lassen sich auch mit LaserGrip® oder Mattierungen erreichen.

2.4.8 Sandgestrahltes Glas

Eine beliebte Methode zur künstlerischen Gestaltung von Glas ist das Mattieren der Oberfläche durch Sandstrahlen. Die aufgeraute Scheibenoberfläche wird dadurch undurchsichtig, bleibt jedoch transluzent. Durch das Abdecken einzelner Bereiche können individuelle Bilder und Muster aufgebracht werden, die viele gestalterische Möglichkeiten eröffnen. Beim Sandstrahlen wird die Stärke des Glases genutzt, um tiefe Verläufe und Strukturen herauszuarbeiten oder feine Schatten voll zum Ausdruck zu bringen. Das ist aufwendig und kostet Zeit, doch das individuelle Design überzeugt. Jedes Stück wird zum Unikat. Nachteil ist, dass sich durch Sandstrahlen Oberflächendefekte ergeben, welche die Biegezugfestigkeit des Glases beeinträchtigen. Diese festigkeitsmindernde Auswirkung der mikroskopischen Kerben können durch nachträgliches Ätzen mit Flusssäure verringert werden.

Fingerabdrücke und Staub lassen sich von der rauen Oberfläche der sandgestrahlten Bereiche nur schwer entfernen – aggressive oder scheuernde Mittel greifen die Oberfläche an. Daher bieten die UNIGLAS®-Gesellschafter optional einen „Griffschutz“ an, der die Flächen versiegelt, die Verschmutzungsneigung reduziert und die Reinigung erleichtert.

Beurteilung der visuellen Qualität von sandgestrahlten Gläsern

Dieser Abschnitt gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von vollflächig- oder teilflächig sandgestrahlten Gläsern, deren Oberflächen in Sandstrahltechnik mattiert sind. Als Basisglas kommt sowohl normal gekühltes, wie auch zu Einscheibensicherheitsglas (ESG / heißgelagertes ESG) oder teilvorgespanntes (TVG), klares oder in der Masse eingefärbtes Float- oder Ornamentglas in Frage.

Baurechtliche Aspekte werden an dieser Stelle nicht behandelt.

Zur Beurteilung der Produkte ist es erforderlich, dem Hersteller mit der Bestellung den konkreten Anwendungsbereich, die konstruktiven und visuellen Anforderungen bekannt zu geben. Das betrifft insbesondere folgende Aufgaben:

- Innen- und / oder Außenanwendung,
- Einsatz für den Durchsichtbereich, (Betrachtung von beiden Seiten, z.B. Trennwände usw.)
- Anwendung mit direkter Hinterleuchtung,
- Kantenqualität (Für freistehende Kanten wird eine matt geschliffene Kante empfohlen. Bei gesäumten oder bei Schnittkanten wird von gerahmter Ausführung ausgegangen.),
- Weiterverarbeitung der sandgestrahlten Scheiben, z. B. zu Mehrscheibenisolierglas (MIG) oder Verbundglas (VG) bzw. Verbundsicherheitsglas (VSG),
- Position der mattierten Oberfläche und/oder
- Optional: Ausführung der sandgestrahlten Oberfläche mit Griffschutz.

Werden sandgestrahlte Gläser zu VSG oder Isolierglas verbunden, wird jede Scheibe einzeln beurteilt (wie monolithische Scheiben).

Hinweise, Begriffe – vollflächig und teilflächig sandgestrahlte Gläser

Die Glasoberfläche ist durch den Sandstrahlvorgang vollflächig oder teilflächig mattiert. Die Betrachtung bei der Begutachtung erfolgt auf der Oberfläche, welche der üblichen Raumnutzung entspricht.

Die sandgestrahlte Seite sollte immer die von der Bewitterung abgewandte Seite (Position zwei oder größer) sein. Ausnahmen sind nur nach vorheriger Rücksprache mit dem Hersteller zulässig. Anwendungen im Durchsichtbereich (Betrachtung von beiden Seiten) müssen immer mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abgestimmt werden. Bei vollflächiger Sandstrahlung ist eine Wolkenbildung möglich, die bei Hinterleuchtung der Scheiben sichtbar wird.

In Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren ergeben sich Unterschiede und Besonderheiten, die nachfolgend genannt werden.

Griffschutz:

Die mit einem „Griffschutz“ beschichtete Oberfläche ist weniger empfindlich gegen Schmutz oder Fingerabdrücke. Die besonderen Reinigungs- und Pflegeempfehlungen sind generell beim UNIGLAS®-Gesellschafter anzufordern.

Beurteilung allgemein:

Grundsätzlich ist bei der Beurteilung der visuellen Qualität die direkte Draufsicht auf die Oberfläche, welche der üblichen Raumnutzung entspricht, maßgebend.

Dabei dürfen die Beanstandungen nicht besonders markiert sein. Die Prüfung der Verglasung ist aus einem Abstand von mindestens 1,50 m Entfernung und senkrechter Betrachtungsweise bzw. einem Betrachtungswinkel von max. 30° zur Senkrechten vorzunehmen. Geprüft wird bei Tageslicht bei bedecktem Himmel, ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung vor einem einfarbigen Hintergrund. Bei vorher vereinbarten speziellen Anwendungen sind diese als Prüfbedingungen anzuwenden.

Tab. 20: Merkmale/Toleranzen für sandgestrahlte Gläser

Zulässige punktförmige Fehlstellen F in der sandgestrahlten Fläche*	Ø 0,5 < F ≤ 1,0 mm max. 3 Stück/m², mit Abstand ≥ 100 mm Ø 1,0 < F ≤ 2,0 mm max. 2 Stück/Scheibe	
Wolken	zulässig	
Wasserflecken	unzulässig	
Überschlag der Sandstrahlung an den Kanten	Bei gerahmten Scheiben und bei Bohrungen an den Kanten und auf den Fasen zulässig Bei polierten Kanten nur auf den Fasen zulässig	
Unmattierter Glasrand	bis 2 mm in die Glasfläche zulässig	
Lagetolerenz bei Teilsandstrahlung (a) s. Abb. 19 **	Kantenlänge der Scheibe Scheibengröße ≤ 1.000 mm: Scheibengröße > 1.000 mm:	Toleranzbereich: ± 1,0 mm ± 2,0 mm
Lagetolerenz bei Teilsandstrahlung (b) s. Abb. 19**	Kantenlänge der sandgestrahlten Fläche Scheibengröße ≤ 1.000 mm: Scheibengröße > 1.000 mm:	Toleranzbereich: ± 1,0 mm ± 2,0 mm
Designgeometrie (c) (d) s. Abb. 20	Größe des Designs: ≤ 1.000 mm > 1.000 mm	Toleranzbereich: ± 1,0 mm ± 2,0 mm

* Bemessungsgrundlage ist die Fläche der Glasscheibe. Bei kleineren Formaten (< 0,67 m²) sind 2 Fehlstellen zulässig.

** Die Lagetoleranz der sandgestrahlten Fläche wird vom Referenzpunkt aus gemessen, der mit dem UNIGLAS® Gesellschafter abzustimmen ist.

Abb. 18: Lage- und Designtoleranzen der Abmessung der teilmattierten Flächen

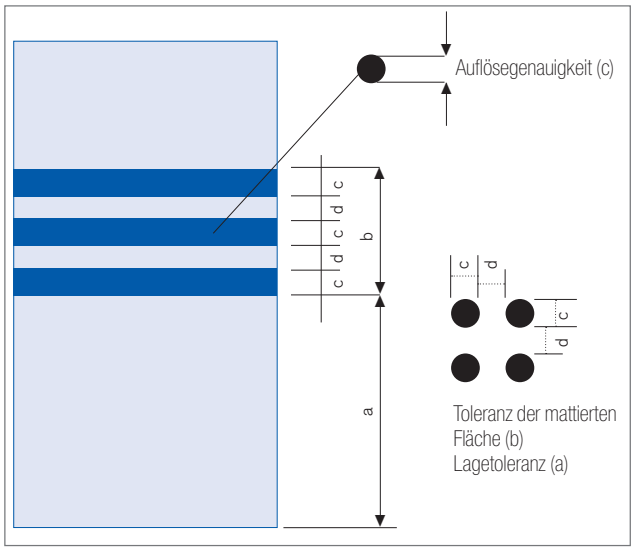
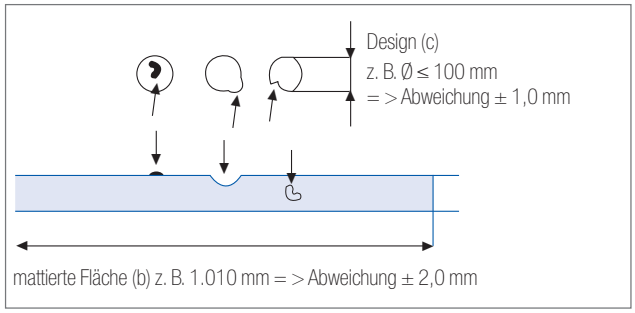


Abb. 19: Geometrie der Abweichung vom Design



Dieser Abschnitt dient ausschließlich zur Beurteilung der Mattierung im sichtbaren Bereich im eingebauten Zustand. Für die Beurteilung des Basisglases werden die entsprechenden Produktnormen herangezogen.

Beurteilung des Farbeindrucks:

Farbabweichungen oder Abweichungen des visuellen Eindrucks der sandgestrahlten Fläche im Fall von Nachbestellungen können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, da diese durch mehrere nicht vermeidbare Einflüsse auftreten können. Unter bestimmten Licht- und Betrachtungsverhältnissen kann ein erkennbarer Unterschied zwischen zwei sandgestrahlten Glasscheiben vorherrschen, der vom Betrachter subjektiv als „störend“ oder auch „weniger störend“ eingestuft werden kann.

2.4.9 Verbundglas (VG) und Verbundsicherheitsglas (VSG)

Verbundglas (VG) und Verbundsicherheitsglas (VSG) bestehen aus mindestens zwei Scheiben, die mit einer oder mehreren organischen Zwischenschichten verbunden sind. Die beiden Glaserzeugnisse unterscheiden sich dadurch, dass für die Bezeichnung VSG durch eine Prüfung die Erfüllung besonderer Sicherheitsanforderungen nachgewiesen werden muss.

Das Glaserzeugnis VSG gilt als „sicher brechend“, wenn im Bruchfall die entstehenden Bruchstücke an der Zwischenschicht haften bleiben.

Für die Herstellung und Konformitätsbewertung von VG und VSG gilt die Produktnorm EN 14449. Nach Maßgabe dieser Europäischen Norm ist die visuelle Qualität für diese Produkte nach der EN ISO 12543-6 zu bewerten. Diese internationale Norm begrenzt die zulässigen Merkmale in der Glasscheibe, der Zwischenschicht und legt die Prüfverfahren in Bezug auf das Aussehen fest. Die Bewertung gilt nur für VG und VSG im Auslieferungszustand.

Zusätzlich sind die Teile 1 und 5, sowie die maßgeblichen Produktnormen der verwendeten Basisgläser zu beachten. Für beschichtetes VSG gilt zusätzlich EN 1096-4.

Die wesentlichen Definitionen und zulässigen Merkmale sind nachstehend aufgeführt. Bei Widersprüchen gelten die Festlegungen in der Norm vorrangig zu diesen Richtlinien.

Bearbeitungsmöglichkeiten:

VG- und VSG-Elemente können gebohrt oder gefräst werden, die Kanten der Einzelscheiben nach DIN 1249-11 geschnitten (KG), gesäumt (KGS), maß geschliffen (KGM), geschliffen (KGN) oder poliert (KPO) ausgeführt sein. (vgl. 2.3.1.)

Bei Einzelscheiben aus ESG- oder TVG-Gläsern sind die Bearbeitungen vor dem Laminieren durchzuführen. Die nachträgliche Bearbeitung des Kantenversatzes oder in der Oberfläche ist nicht zulässig. Bei Kombinationen aus normal gekühlten Gläsern kann auch das Gesamtpaket bearbeitet werden und eine Nachbearbeitung ist möglich.

2.4.9.1 Definitionen möglicher Merkmale

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Definitionen von EN ISO 12543-1 sowie wie im Folgenden beschrieben:

2.4.9.1.1 Punktförmige Merkmale

Diese Merkmale umfasst undurchsichtige Flecken, Blasen und Fremdkörper.

2.4.9.1.2 Lineare Merkmale

Diese Merkmale umfassen Fremdkörper und Kratzer oder Schleifspuren.

2.4.9.1.3 Andere Merkmale

Kerben und Inhomogenitäten der Zwischenschicht wie z. B. Falten, Schrumpfung und Streifen.

2.4.9.1.4 Undurchsichtige Flecken

Sichtbare Merkmale im Verbundglas, wie z. B. Zinnflecken, Einschlüsse im Glas in der Zwischenschicht.

2.4.9.1.5 Blasen

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

2.4.9.1.6 Fremdkörper

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

2.4.9.1.7 Kratzer oder Schleifspuren

Lineare Beschädigung der äußeren Oberfläche des Verbundglases.

2.4.9.1.8 Kerben

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

2.4.9.1.9 Falten

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

2.4.9.1.10 Durch Inhomogenität der Zwischenschicht bedingte Streifen

Optische Verzerrungen in der Zwischenschicht, die durch die Herstellung in der Zwischenschicht verursacht und nach der Herstellung sichtbar sind.

2.4.9.2 Zulässige Merkmale

2.4.9.2.1 Punktförmige Merkmale in der Sichtfläche

Bei Überprüfung nach dem in der EN ISO 12543-6 und unter 2.4.9.7 angegebenen Prüfverfahren hängt die Zulässigkeit von punktförmigen Merkmalen von Folgendem ab:

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

Dies wird in der Tab. 21 dargestellt. Merkmale, die kleiner als 0,5 mm sind, werden nicht berücksichtigt. Merkmale, die größer als 3 mm sind, sind unzulässig.

ANMERKUNGEN: Die Zulässigkeit von punktförmigen Merkmalen im Verbundglas ist von der Dicke des einzelnen Glases unabhängig.

Eine Anhäufung von Merkmalen entsteht, wenn vier oder mehr Merkmale in einem Abstand < 200 mm voneinander entfernt liegen. Dieser Abstand verringert sich auf 180 mm bei dreischeibigen Verbundglas, auf 150 mm bei vierscheibigen Verbundglas und auf 100 mm ab fünfscheibigen Verbundglas. Die Anzahl der zugelassenen Merkmale in Tab. 21 ist um 1 für einzelne Zwischenschichten zu erhöhen, die dicker als 2 mm sind.

Errechnete Dezimalwerte der zulässigen Anzahl von Merkmalen sind generell auf die nächsthöhere natürliche Zahl aufzurunden.

Tab. 21: Zulässige punktförmige Merkmale in der Sichtfläche

Größe der Merkmale [mm]		0,5 < d ≤ 1,0 [mm]	1,0 < d ≤ 3,0 [mm]			
Scheibengröße A [m²]		für alle Größen	A ≤ 1	1 < A ≤ 2	2 < A ≤ 8	8 < A
Anzahl der zugelassenen Merkmale	2 Scheiben	Keine Begrenzung, jedoch keine Anhäufung von Merkmalen	1	2	1,0 /m²	1,2 /m²
	3 Scheiben		2	3	1,5 /m²	1,8 /m²
	4 Scheiben		3	4	2,0 /m²	2,4 /m²
	5 Scheiben		4	5	2,5 /m²	3,0 /m²
	–		–	–	–	–

2.4.9.2.2 Lineare Merkmale in der Sichtfläche

Bei Überprüfung nach dem in der EN ISO 12543-6 und unter 3.4.9.7 angegebenen Prüfverfahren sind lineare Merkmale, wie in Tab. 22 angegeben, zulässig.

Lineare Merkmale von weniger als 30 mm Länge sind zulässig.

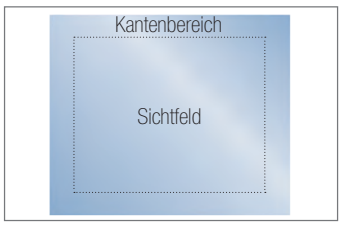
Tab. 22: Zulässige lineare Merkmale in der Sichtfläche

Scheibengröße A [m²]	Anzahl der zulässigen Merkmale l ≤ 30 mm
A ≤ 5	nicht zulässig
5 < A ≤ 8	1
8 < A	2

2.4.9.2.3 Merkmale im Bereich der Kanten bei gerahmten Rändern

Merkmale bis zu einem Durchmesser Ø ≤ 5 mm im Bereich der Kanten gem. Abb. 20 sind zulässig.

Abb. 20:



Bei Scheibenmaßen A ≤ 5 m² ist die Breite des Kantenbereichs auf 15 mm festgelegt. Der Breite des Kantenbereichs bei Scheibengrößen A > 5 m² beträgt 20 mm. Sind Blasen vorhanden, darf die mit Blasen versehene Fläche 5 % der Kantenfläche nicht überschreiten.

2.4.9.2.4 Kerben

Kerben sind nicht zulässig.

2.4.9.2.5 Falten und Streifen

Falten und Streifen sind in der Sichtfläche nicht zulässig.

2.4.9.2.6 Merkmale an Kanten, die nicht gerahmt werden

Bei Außenverglasungen von VG oder VSG mit freiliegender, d. h. nicht gerahmter Glaskante können aufgrund der permanenten Feuchtebelastung der Folie in einer Randzone von ungefähr 15 mm optische Veränderungen auftreten, die nicht unter die Gewährleistung fallen. Diese Veränderungen entstehen überwiegend bei der Verwendung von Zwischenschichten, z. B. aus PVB, welche hydrophil (wasserliebend) sind. Um diesen optischen Effekt zu unterbinden, sollte die Konstruktion so ausgeführt werden, dass eine permanente Feuchtebelastung der Folie auf der Glaskante konstruktiv oder durch eine ausreichende Belüftung vermieden wird. Im Bereich von Vordächern kann dies z. B. durch eine Ausführung in Form eines VSG mit Stufe erfolgen. Ausfachende Verglasungen aus VSG mit frei liegenden Kanten, z. B. von Geländern, sollten vermieden werden.

Für Anwendungsbereiche mit freiliegender Glaskante sollte Verbundglas und Verbundsicherheitsglas nur mit:

- gesäumter Kante,
- geschliffener Kante oder
- polierter Kante

verwendet werden. Die gewünschte Kantenqualität ist bei der Bestellung vorzugeben. Fehlt die Angabe wird von einer allseitig gerahmten Ausführung ausgegangen. Visuelle Effekte an der Abstellkante sowie Folienreste im Saumbereich und Folienüberstände oder Folieneinzüge sind fertigungstechnisch bedingt und nicht vermeidbar.

Um die Eigenschaften des Verbundglases über den gesamten Nutzungszeitraum zu erhalten, ist eine fachgerechte Reinigung der Glaskanten mindestens 1 x jährlich Voraussetzung.

2.4.9.3 Dickentoleranzen

Die Nenndicke von VG und VSG ergibt sich aus der Summe der Nenndicken der einzelnen Scheiben sowie der Zwischenschichten.

Die Grenzabmaße der Dicke von VG und VSG dürfen die Summe der Grenzabmaße der einzelnen Glasscheiben, die in den Produktnormen der Basisgläser angegeben sind plus Folienstärke, nicht überschreiten.

Wenn die Gesamtdicke der Zwischenschicht ≤ 2 mm beträgt, gilt ein zusätzliches Grenzabmaß von ± 0,1 mm. Bei Zwischenschichten > 2 mm beträgt das zusätzlich zu berücksichtigende Grenzabmaß abweichend ± 0,2 mm. Die Nenndicken der Standard PVB-Folien betragen 0,38 mm bzw. das n-fache von 0,38 mm, wobei n eine beliebige natürliche Zahl > 1 einnehmen kann. Abweichende Dicken von fast allen NC-Folien sind 0,5 mm sowie das n-fache von 0,38 mm.

Beispiel: Für ein VSG mit der Nenndicke 44.4, d. h. zwei Floatgläser à 4 mm Dicke und eine PVB – Folie mit 1,52 mm Dicke, errechnet man die Grenzabmaße wie folgt: Das Grenzabmaß für das Floatglas 4 mm beträgt ± 0,2 mm und für die Zwischenschicht ± 0,1 mm. Daher beträgt die Nenndicke d = 9,52 mm ± 0,5 mm.

Die Dicke der VG bzw. VSG-Einheit ist als der Mittelwert der Messungen in der Glasmitte aller vier Seiten zu berechnen. Die Messungen sind mit einer Messunsicherheit von 0,01 mm durchzuführen, und der Mittelwert wird dann auf 0,1 mm gerundet.

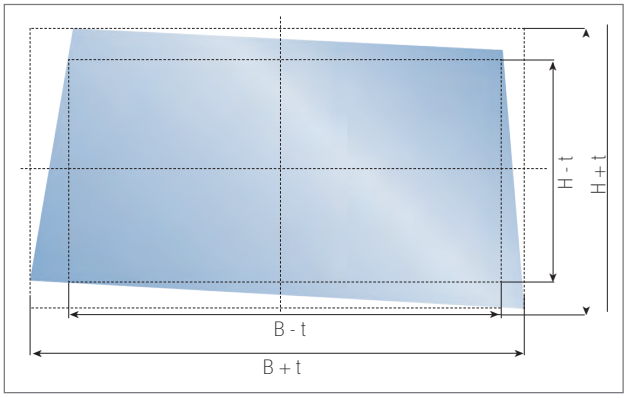
Auch die auf 0,1 mm gerundeten Einzelmessungen müssen innerhalb der Grenzabmaße liegen.

Bei Verbundglas, welches Ornamentglas einschließt, müssen die Messungen mit einem Dickenmessgerät mit Messteller mit einem Durchmesser d = 55± 5 mm durchgeführt werden.

2.4.9.4 Größentoleranzen

Die Glasscheibe darf weder größer sein, als das um das obere Grenzabmaß (t) vergrößerte Nennmaß, noch kleiner sein, als das um das untere Grenzabmaß (t) verringerte Nennmaß. (vgl. Abb. 22)

Abb. 21: Grenzabmaße für rechtwinklige Scheiben



Das Abmaß der Winkel orthogonaler Glasscheiben wird mithilfe der Differenz zwischen den Diagonalen angegeben.

Die Differenz zwischen den beiden Diagonalen (v) darf nicht größer als das Grenzabmaß nach Tab. 23 bzw. 24 sein.

Tab. 23: Grenzabmaße für VG und VSG aus normal gekühlten Glas in Anlehnung an EN ISO 12543-5

Kantenausführung	Grenzabmaße (t) in der Breite [B] oder Höhe (H) aus normal gekühlten Glas [mm]						
	geschnitten oder gesäumt			KMG, KGN, KPO und GK (vgl. 3.1.1.)			v [mm]
Elementdicke d [mm]	d ≤ 6	6 < d ≤ 12	12 < d	d ≤ 26	d ≤ 40	40 < d	
B o. H ≤ 2.000	± 1,0	± 1,0	± 2,0	± 1,0 – 2,0	+ 1,0 – 3,0	+ 1,0 – 3,0	≤ 1,0
2.000 < B o. H ≤ 3.500	± 2,0	± 2,0	± 3,0	+ 1,0 – 3,0			≤ 2,0
3.500 < B o. H ≤ 5.000	–	± 3,0					≤ 3,0
5.000 < B o. H	–	± 4,0	± 4,0	–	–	–	≤ 4,0

Tab. 24: Grenzabmaße für VG und VSG aus vorspanntem Glas in Anlehnung an EN ISO 12543-5

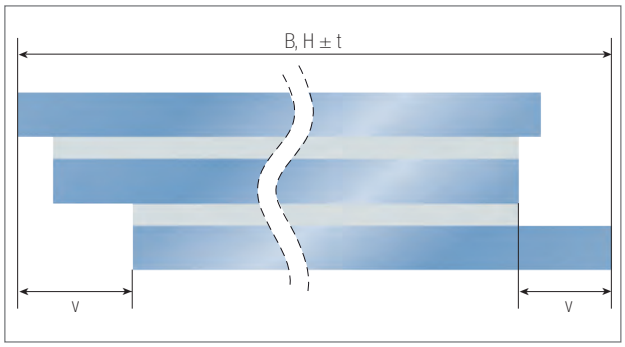
Kantenausführung	Grenzabmaße (t) in der Breite [B] oder Höhe (H) aus therm. vorgespanntem Glas [mm]				
	geschnitten oder gesäumt			KMG, KGN oder KPO (vgl. 2.3.1.)	v [mm]
Elementdicke d [mm]	d ≤ 6	6 < d ≤ 12	12 < d	generell	
B o. H ≤ 2.000	± 1,0	± 1,0	± 2,0	± 2,0	≤ 1,0
2.000 < B o. H ≤ 3.500	± 2,0	± 2,0	± 3,0		≤ 2,0
3.500 < B o. H ≤ 5.000	–	± 3,0		± 3,0 – 2,0	≤ 3,0
5.000 < B o. H	–	± 4,0	± 4,0	+ 4,0 – 2,0	≤ 4,0

Die in den Tab. 23 und 24 angegebenen Grenzabmaße gelten nicht für feuerwiderstandsfähiges VSG

2.4.9.5 Versatztoleranz

Die Einzelscheiben von VG und VSG können sich aus fertigungstechnischen Gründen im Verbundprozess gegeneinander verschieben. Bei VG und VSG aus zwei oder mehreren Gläsern wird standardmäßig jede Einzelscheibe nach DIN 1249-11 bearbeitet. Zu den Verschiebetoleranzen addieren sich die Zuschnitttoleranzen. Die längste Kante des Elementes muss innerhalb der Grenzabmaße der Tab. 23 und 24 liegen. Versatztoleranzen treten nur bei VG und VSG aus normal gekühlten Gläsern mit Schnittkanten oder gesäumten Kanten, sowie grundsätzlich aus thermisch vorgespannten mit allen Kantenbearbeitungen auf. Das zulässige Versatzmaß ergibt sich aus den Tab. 25 und 26.

Abb. 22: Versatzmaß v



Tab. 25: Zulässige Versatzmaße für Rechtecke

Kantenlänge B o. H [mm]	Zul. Höchstmaß v je Nenndicke d [mm]		
	d ≤ 8	8 < d ≤ 20	20 < d
B o. H ≤ 2.000	± 1,0	± 2,0	± 3,0
2.000 < B o. H ≤ 3.500	± 2,0	± 2,5	± 3,5
3.500 < B o. H	± 3,0	± 3,0	± 4,0

Tab. 26: Zulässige Versatzmaße für Sonderformen

Kantenlänge B o. H [mm]	Zul. Höchstmaß v je Nenndicke d [mm]		
	d ≤ 8	8 < d ≤ 20	20 < d
B o. H ≤ 2.000	1,5	3,0	4,5
2.000 < B o. H ≤ 3.500	3,0	4,0	5,5
3.500 < B o. H	4,5	5,0	6,0

Bei VG und VSG-Gläsern aus thermisch vorgespannten Gläsern ist keine nachträgliche Egalisierung des Kantenversatzes möglich. Bei Kombinationen aus normal gekühlten Gläsern ist eine Nachbearbeitung zulässig.

Bei VG und VSG-Gläsern, bestehend aus thermisch vorgespannten Gläsern mit einer Breite unter 20 cm und einer Höhe über 50 cm, kann es zu Verwerfungen an den langen Kanten der Gläser kommen. Das VG oder VSG-Glas ist dann nicht mehr rechtwinklig, sondern kann eine leichte sichelförmige Krümmung aufweisen. Dieser Zustand ist produktionsbedingt und stellt keinen Reklamationsgrund dar.

2.4.9.6 Planität

Die Planität ist als maximaler Abstand zwischen einer gekrümmten Glasoberfläche zu einem angelegten Lineal auf die Messlänge von einem Meter definiert.

Für VSG aus zwei Floatglasscheiben beträgt der zulässige Abstand max. 1,5 mm/m.

Ein Wellenprofil (S-förmig) mit einer Periode von weniger als 3 m ist nicht zulässig.

Bei VG oder VSG aus anderen Glaserzeugnissen ist zusätzlich die Planität der Basisgläser zu beachten.

2.4.9.7 Prüfverfahren

Das zu betrachtende VG oder VSG wird senkrecht vor und parallel zu einem matt-grauem Hintergrund aufgestellt und diffusem Tageslicht oder gleichwertigem Normlicht (D65) 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). Merkmale, die bei dieser Betrachtungsweise störend sind, müssen gekennzeichnet werden. Anschließend erfolgt die Beurteilung der festgestellten Merkmale wie in den Kapiteln 2.4.9.1.ff beschrieben.

2.4.9.8 Farbfolien

Bei Farbfolien kommt es bedingt durch Witterungseinflüsse (z. B. Sonnenlicht) mit der Zeit zu Farbintensitätsverlusten. Daher können Nachlieferungen mehr oder weniger starke, visuell wahrnehmbare Farbunterschiede zu bereits eingebauten Gläsern des gleichen Typs aufweisen. Dies stellt keinen Reklamationsgrund dar.

2.4.9.9 VSG mit Stufen

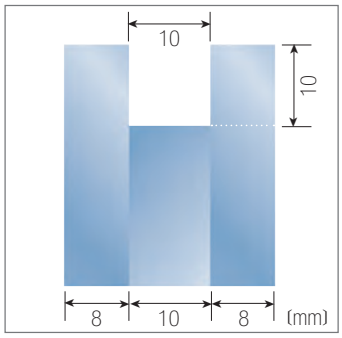
Grundsätzlich werden bei allen VSG-Gläsern mit Stufe im Bereich der Stufe die Folienüberstände abgeschnitten. Auch bei zweischeibigen VSG-Elementen ist dies generell durchführbar, jedoch ausdrücklich zu vereinbaren.

Bei VSG-Gläsern, die aus drei oder mehr Gläsern bestehen und bei denen die mittlere(n) Scheibe(n) zu den äußeren Gläsern versetzt ist (sind), wird die Folie abgeschnitten, wenn die Stufenbreite der Glasstärke der Mittelscheibe entspricht bzw. die Stufentiefe den Glasdicken der Mittelscheiben entspricht. 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.

Ein Gegenstück, welches in das VSG-Element geschoben werden soll, sollte vom Kunden bekannt gegeben werden (Breite, Tiefe etc.). Produktionsbedingt sind Folienrückstände an den Glaskanten vorhanden, diese können an der Abstellkante durch Auflagerpunkte deformiert sein und stellen keinen Reklamationsgrund dar.

Abb. 23: Stufen VSG



2.4.9.10 Sondertoleranzen für Konstruktionsglas VSG aus TVG

Sind bei VSG aus 2 x TVG für Anwendungen im konstruktiven Glasbau geringere Toleranzen erforderlich, sind diese gesondert mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter zu vereinbaren.

Erreichbare Grenzabmaße ergeben sich am Beispiel von Tab. 27.

Tab. 27: Erreichbare Sonder-Grenzabmaße für VSG aus 2 x TVG für den konstruktiven Glasbau

	Sonder-Grenzabmaße (t) in der Breite [B] oder Höhe (H) [mm]
VSG aus 2 x TVG [mm]	12.12..2 ≤ d ≤ 66.2
B o. H ≤ 3.000	± 2,0
3.000 < B o. H ≤ 4.000	± 2,5
4.000 < B o. H ≤ 5.000	± 3,0
Lage der Bohrungen zueinander	± 1,0
Versatz an Kante und Bohrung	1,0
Kantenausführung	KGM, KGN oder KPO (vgl. 2.4.9. u. 2.3.1.)
Scheibenformat	rechtwinkelig
Minimalmaß B x H	300 mm x 400 mm
Maximalmaß B x H	2.600 mm x 4.200 mm

2.4.9.11 Kennzeichnung

VG und VSG werden üblicherweise nicht gekennzeichnet. Ausnahmen sind VSG–Aufbauten mit Scheiben aus ESG, heißgelagertem ESG oder TVG. Hier ist mindestens eine der thermisch vorgespannten Scheiben entsprechend der Produktnorm dauerhaft zu kennzeichnen. Mehrfachkennzeichnungen sind möglich. Es muss bei der Bestellung ausdrücklich angegeben werden, ob eine Kennzeichnung mit Ausnahme der Kennzeichnung der vorgespannten Produkte gewünscht wird.

Anwendungen von VSG in Aufzugsanlagen sind dauerhaft nach EN 81-20 zu kennzeichnen. Der Bestimmungszweck oder der Kennzeichnungsbedarf der Verglasung muss spätestens bei der Bestellung angegeben werden.

VSG mit durchschuss- oder explosionshemmenden Eigenschaften muss nach dem AVCP–System 1 (**A**ssessment and **V**erification of **C**onstancy of **P**erformance) gekennzeichnet werden.

2.4.10 Gebogenes Glas

2.4.10.1 Geltungsbereich [2]

Gegenstand dieses Kapitels ist thermisches gebogenes Glas für die Verwendung in der Gebäudehülle und beim Ausbau von baulichen Anlagen (Bauwerken).

Für spezielle Anwendungen, z. B. im Schiffsbau oder im Möbelbau, ist bezüglich der möglichen Produkte und Toleranzen sowie der visuellen Qualität, etc. mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter Rücksprache zu halten.

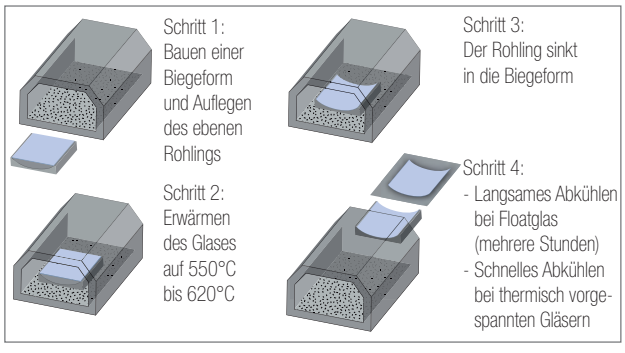
2.4.10.2 Herstellung und Geometrie [2]

Die Umsetzbarkeit der gewünschten Biegegeometrie mit dem gewählten Glasaufbau – eventuell mit Beschichtung – sind herstellerabhängig, weshalb grundsätzliche Angaben zu möglichen Biegeradien und Glasaufbauten nur eingeschränkt möglich sind. Prinzipiell lässt sich jedoch festhalten, dass aufwändige Geometrien, wie sphärische Biegungen, in der Regel nur als Floatglas möglich sind.

Wird gebogenes VG- oder VSG benötigt, werden die Einzelscheiben beim Biegeprozess in der Regel gemeinsam auf die Biegeform gelegt. Hierdurch sind die Toleranzen der Einzelscheiben meist deutlich geringer, als bei VSG aus thermisch vorgespanntem gebogenem Glas, da die Scheiben in diesem Fall nur einzeln hergestellt werden können.

Bei der Herstellung gebogener Scheiben wird grundsätzlich zwischen schwach gebogenen Verglasungen mit einem Krümmungsradius über zwei Metern und stark gebogenen Gläsern mit kleineren Krümmungsradien unterschieden. Zudem wird zwischen einachsig (zylindrisch) gebogenem Glas und doppelachsig (sphärisch) gebogenem Glas differenziert. Das Verfahren der thermischen Biegung erlaubt die Umsetzung sehr kleiner Biegeradien. Die exakten Werte sind herstellerabhängig, jedoch können Radien bis zu 100 mm möglich sein, bei Glasdicken über 10 mm bis etwa 300 mm.

Abb. 24: Prinzipielle Herstellungsschritte



2.4.10.3 Bauordnungsrechtliche Vorschriften

Bei thermisch gebogenen Glas handelt es sich im Sinne der Landesbauordnungen um ein nicht geregeltes Produkt. Daher muss vom jeweiligen Hersteller ein Verwendbarkeitsnachweis, z. B. in der Form einer ETA (European Technical Assessment) geführt werden. Liegt keine ETA oder abZ (allgemein bauaufsichtliche Zulassung) vor, so ist in Deutschland die Beantragung eine ZiE (Zustimmung im Einzelfall) bei der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde des jeweiligen Bundeslandes oder einer von dort gegebenenfalls autorisierten Stelle erforderlich. Außerhalb Deutschlands sind abweichende, landesspezifischen Anforderungen zu beachten.

Gebogenes Glas ist nicht in der Glasbemessungs- und Konstruktionsnormenreihe DIN 18008-1 bis 6 bzw. ÖNORM B 3716-1 bis 5 und -7 geregelt. Für die Konstruktion und die Bemessung von gebogenem Glas stellen diese Normen daher lediglich eine Grundlage dar.

Die wesentlichen Produkteigenschaften, wie z. B. die charakteristischen Biegespannungswerte sind der ETA bzw. der abZ zu entnehmen. Die in den Normen der DIN 18008 und ÖNORM B 3716 genannten Spannungswerte dürfen nicht für gebogenes Glas herangezogen werden. Ebenso gelten die Nachweiserleichterungen (Tabellenwerte) für absturzsicherndes gebogenes Glas nicht.

Um planes und gebogenes Glas zu unterscheiden wird üblicherweise der Namenszusatz „gb“ vorangestellt. Beispiele sind gb-Floatglas, gb-ESG, gb-TVG, gb-VG, gb-VSG. Für gebogenes Mehrscheiben-Isolierglas (gb-MIG) ist anzumerken, dass die Produktnorm für Mehrscheiben-Isolierglas EN 1279-1 gb-MIG mit Radien > 1.000 mm einschließt. Für gb-MIG mit kleineren Biegeradien sind zusätzliche Brauchbarkeitsnachweise vom Hersteller zu erbringen.

2.4.10.4 Bauphysik [2]

2.4.10.4.1 Allgemeines

Die Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) formuliert Vorgaben, die den Energieverbrauch von Gebäuden verringern und den Einsatz von erneuerbaren Energien erhöhen soll. Auf europäischer Ebene werden hierzu in der EPBD Mindestanforderungen gestellt, die in den einzelnen Mitgliedsstaaten entsprechend geändert oder angepasst werden können. Das bedeutet, dass u. a. Anforderungen an den zulässigen Primärenergiebedarf eines Gebäudes und den maximalen Transmissionswärmeverlust über die Gebäudehülle gestellt werden. Durch die Energieeinsparverordnung (EnEV), die in Deutschland die EU Richtlinie umsetzt, werden an das Bauteil Fenster und Fassade, u. a. Anforderungen an die Wärmedämmung und den sommerlichen Wärmeschutz gestellt.

2.4.10.4.2 Wärmedämmung und Sonnenschutz

Die genannten Anforderungen müssen von gebogenen und planen Verglasungen gleichermaßen erfüllt werden. Zum Einsatz kommen hier möglicherweise Wärmedämm- und Sonnenschutzbeschichtungen. Neben den funktionalen Anforderungen sind vor allem bei Sonnenschutzbeschichtungen auch die ästhetischen Anforderungen (z. B. Reflexion des beschichteten Glases, Farbgebung durch die Beschichtung oder auch des Glassubstrats) wichtig.

Für die Festlegung der optischen Eigenschaften sollte, vor allem bei größeren Objekten, von Anfang an mit Mustern in Bauteilgröße gearbeitet werden, um die zu erwartende optische Qualität mit dem Hersteller abstimmen zu können. Eine erste Produktfestlegung kann aber auch mit so genannten „Handmustern" mit in der Regel einer Größe von 200 x 300 mm erfolgen.

Welche Beschichtungsmöglichkeiten hier in Abhängigkeit der Geometrie, des Glasaufbaus, der Größe, etc. gegeben sind, muss im Einzelfall mit dem Hersteller des gebogenen Glases geklärt werden. Eine pauschale Festlegung auf erreichbare U_g-Werte, g-Werte, etc. ist aufgrund der Vielzahl der zuvor genannten Parameter nicht möglich. Die Angabe von U_g-Werten sowie der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kennwerte erfolgt in der Regel für plane Verglasungen mit gleichem Glasaufbau. Die Ermittlung erfolgt nach EN 673 und EN 410.

2.4.10.4.3 Lärmschutz

Die Messung des Luftschalldämmwertes erfolgt nach EN ISO 10140-2 und die Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes nach EN ISO 717-1. Die Messung wird an planen Verglasungen der Größe 1.230 mm x 1.480 mm durchgeführt.

Die Übertragbarkeit auf gebogene Verglasungen ist nur bedingt möglich, da die abstrahlende Oberfläche größer ist als bei in der Größe vergleichbaren, planen Scheiben. Hier ist eine Prüfung bei einem akkreditierten Prüfinstitut zu empfehlen.

2.4.10.5 Visuelle Qualität [2]

Grundsätzlich gelten die Produktnormen der Basisglaserzeugnisse und die ergänzenden Festlegungen in diesen Richtlinien auch für gebogenes Glas. Darüber hinaus sind bei gebogenem Glas Einbrände, besondere Merkmale an den Beschichtungen und Flächenabdrücke zulässig.

Entgegen anderslautender Festlegungen in den Basisglasnormen ist gebogenes Glas bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung und aus einem Abstand von mindestens 3 m von innen nach außen und aus

einem Betrachtungswinkel, welcher der allgemein üblichen Raumnutzung entspricht, zu beurteilen.

Die Durchsicht und der Farbeindruck werden durch die Biegung des Glases beeinflusst, weil die Reflexion gebogener Gläser aufgrund von Gesetzmäßigkeiten der Optik stets eine andere ist, als bei planem Glas. Das Reflexionsverhalten wird durch folgende Kriterien beeinflusst:

- die Reflexion des Basisglases,
- der Beschichtung,
- dem Biegeradius,
- der Größe des Biegewinkels, (z. B. über 90°)
- den tangentialen Übergängen, (s. Abb. 31) sowie
- der Glasdicke

Es wird die Anfertigung von Musterscheiben empfohlen, um einen ersten Eindruck der optischen Qualität und des visuellen Eindrucks zu erhalten.

2.4.10.6 Toleranzen [2]

Die in Tab. 28 genannten Abmaße gelten für zylindrisch gebogenes Glas bis zu einer maximalen Kantenlänge von 4.000 mm und einem maximalen Biegewinkel von 90°.

Bei größeren Abmessungen oder Biegewinkel ist mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter Rücksprache zu halten. Die angegebenen Toleranzen sind für alle Kantenbearbeitungen anzuwenden. Die Qualität der Kantenbearbeitung ist mindestens gesäumt. Alle anderen Kantenbearbeitungen sind vor der Auftragsvergabe schriftlich zu vereinbaren.

Für Sonderanwendungen, z. B. im Schiffsbau als Yachtglas oder im Möbelbau, sind die Toleranzen mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter gesondert zu vereinbaren.

Alle angegebenen Abmaße beziehen sich auf die Glaskanten.

Tab. 28: Abmaße von zylindrisch gebogenem Glas

	Glasdicke T [mm]	Floatglas	ESG	VG / VSG*	2-fach MIG
Abwicklung (A) / Höhe (L) ≤ 2.000 mm	T ≤ 12	± 2 mm	± 2 mm	± 2 mm	± 2 mm
	12 < T	± 3 mm	± 3 mm	± 3 mm	± 3 mm
2.000 mm < Abwicklung (A) / Höhe (L)	T ≤ 12	± 3 mm	± 3 mm	± 3 mm	± 3 mm
	12 < T	± 4 mm	± 4 mm	± 4 mm	± 4 mm
Konturtreue (PC)**	–	± 3 mm / m 4 ≤ Absolutwert < 2		± 3 mm / m 5 ≤ Absolutwert < 2	
Geradheit der Höhenkante (RB)	T ≤ 12	± 2 mm / m	± 2 mm / m	± 2 mm / m	± 2 mm / m
	12 < T	± 3 mm / m	± 3 mm / m	± 3 mm / m	± 3 mm / m
Verwindung (V) ***	–	± 3 mm / m	± 3 mm / m	± 3 mm / m	± 3 mm / m
Kantenversatz (d) **** - Fläche ≤ 5 m²	–	–	–	± 2 mm	± 3 mm
Kantenversatz (d) **** - Fläche > 5 m²	–	–	–	± 3 mm	± 4 mm
Lage der Lochbohrung	–	–	EN 12150	EN 12150	–
Glasdickentoleranz	–	EN 572	EN 572	–	–

* Bei VG / VSG entspricht die Glasdicke T der Summe der Einzelglasdicken ohne Zwischenlage. Die Abmaße gelten für VG / VSG aus Floatglas, ESG oder TVG

** Bei gebogenem Glas ist stets mit tangentialen Übergängen sowie Aufwölbungen derAbwicklungskanten zu rechnen. ***Bezogen auf die längsten Kanten der Verglasungseinheit

****Bezogen auf die Höhen- und Abwicklungskante: Die Angabe ist für alle Kantenbearbeitungen gültig.Der Versatz für Lochbohrungen bei VG und VSG richtet sich nach diesem Abmaß.

Örtliche Verwerfung:

Die Angaben der Produktnormen für planes ESG und TVG können nicht uneingeschränkt auf gebogenes Glas übertragen werden, da diese u. a. von der Glasgröße, der Geometrie sowie der Glasdicken abhängig sind. Im Einzelfall sind diese Toleranzen mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abzustimmen.

Konturtreue (PC)

Konturtreue bezeichnet die Genauigkeit einer Biegung. Alle Kanten der Kontur werden um 3 mm nach innen / außen versetzt. Die Biegekontur darf nicht mehr als dieses Maß von der Soll-Kontur abweichen (s. Abb. 25). Bei der Prüfung der Konturtreue darf das Glas innerhalb dieser Soll-Kontur gemittelt werden.

Abb. 25: Schematische Darstellung der Konturtreue

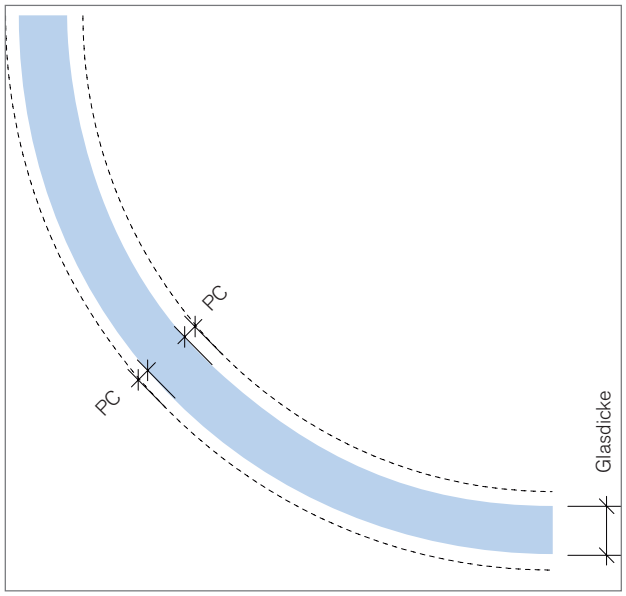
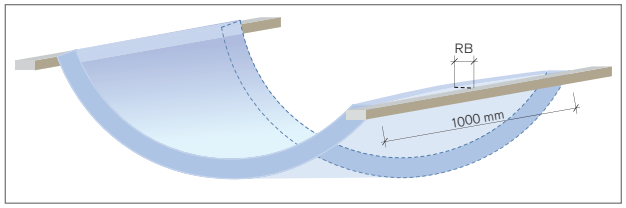


Abb. 26: Geradheit der Höhenkante (RB)



Verwindung (V)

Verwindung beschreibt die Genauigkeit der Parallelität der Höhenkanten im gebogenen Zustand. Die Verwindung darf bei gebogenem Glas max. ± 3 mm je m. (gerade Kante) betragen (s. Abb. 27). Hierfür muss das Glas mit den Höhenkanten auf eine plane Oberfläche gelegt und dann geprüft werden (konvexe Lage bzw. N-Lage).

Abb. 27: Schematische Darstellung Verwindung (V)

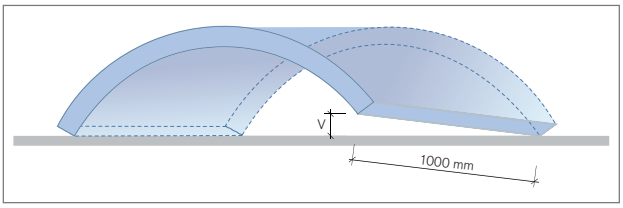


Abb. 28: Kantenversatz bei gb-VG u. gb-VSG (d)

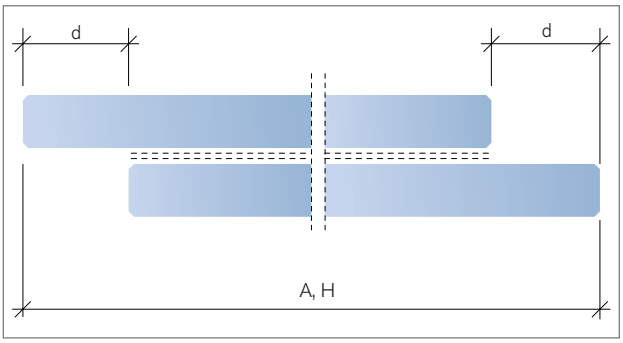
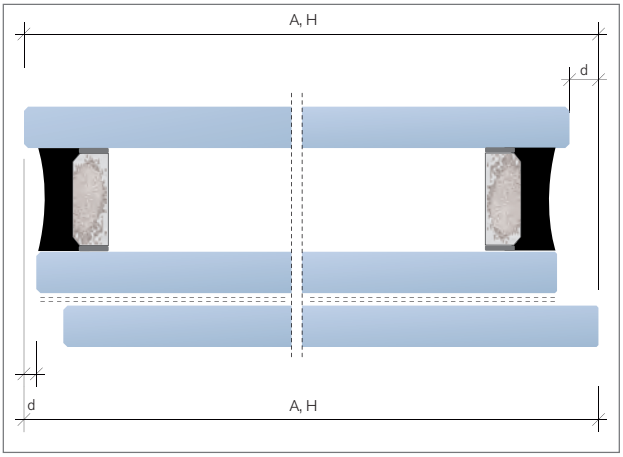


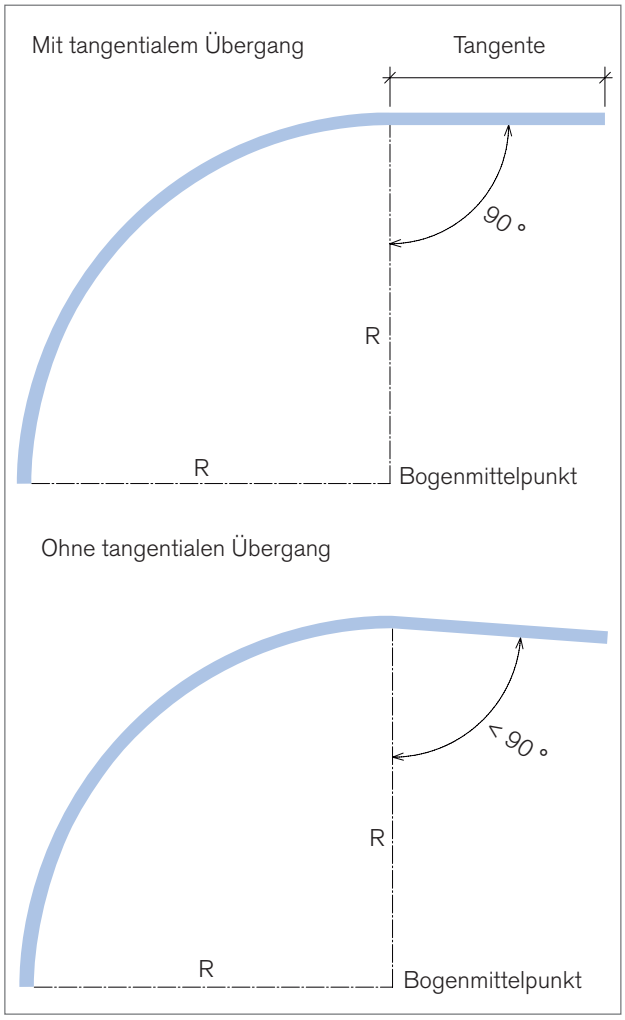
Abb. 29: Kantenversatz bei MIG (d)



Tangentiale Übergänge

Eine Tangente ist eine Gerade, die eine gegebene Kurve in einem bestimmten Punkt berührt. Die Tangente steht senkrecht zum zugehörigen Radius. Ohne einen tangentialen Übergang ist das Glas geknickt! Dies ist zwar technisch möglich, jedoch nicht empfehlenswert. Am Knickpunkt entstehen größere Toleranzen als an einem tangentialen Übergang.

Abb. 30: Tangentiale Übergänge



2.4.11 Mehrscheiben – Isolierglas (MIG)

Die Wärmedurchgangskoeffizienten U_g und die lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kennzahlen werden im Auftragsfall individuell vom UNIGLAS®-Gesellschafter gemäß den anzuwendenden Normen EN 673 und EN 410 mithilfe des vom ift Rosenheim validierten Computerprogramm UNIGLAS® | SLT berechnet. Sofern nichts anderes bekannt, wird von einer Vertikalverglasung ausgegangen.

Um ein optisch einwandfreies Erscheinungsbild zu erhalten, sollte die Gegenscheibe von Isolierglas mit Sonnenschutzglas dünner sein als die Sonnenschutzscheibe. Draht-, Drahtornament- sowie Drahtspiegelglas dürfen nicht als innere Scheibe hinter Sonnenschutzscheiben verwendet werden.

2.4.11.1 Randverbund

Die Ausführung des Randverbundes entspricht den Systemspezifikationen der UNIGLAS GmbH & Co. KG.

2.4.11.2 Dickentoleranz im Randbereich der Einheit

Die tatsächliche Dicke muss an jeder Ecke und in der Nähe der Mittelpunkte der Kanten zwischen den äußeren Glasoberflächen gemessen werden. Die Messwerte sind auf 0,1 mm genau zu bestimmen. Die Messwerte der Dicken dürfen von der vom Hersteller des Mehrscheiben-Isolierglases angegebenen Nenndicke um nicht mehr als die in Tab. 29 angegebenen Abmaße abweichen. Geringere Dickentoleranzen als in Tab. 29 angegeben bedürfen einer einzelvertraglichen Regelung.

Tab. 29: Dickentoleranzen von MIG [Quelle: EN 1279-1:2018-10]

	Glaserzeugnis	zulässige Abmaße der Elementdicke*
Zweifach-Isolierglas	alle Scheiben sind entspanntes Floatglas	± 1,0 mm
	mindestens eine Scheibe besteht nicht aus Verbundglas, Ornamentglas oder ist kein entspanntes Glas	± 1,5 mm
Dreifach-Isolierglas	alle Scheiben sind entspanntes Floatglas	± 1,4 mm
	mindestens eine Scheibe besteht nicht aus Verbundglas, Ornamentglas oder ist kein entspanntes Glas	+ 2,8 / – 1,4 mm

*) wenn bei entspanntem oder vorgespanntem Glas eine Glaskomponente eine Nenndicke von mehr als 12 mm, oder bei Verbundglas eine Nenndicke von 20 mm aufweist, sind die Toleranzen mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abzustimmen.

2.4.11.3 Abmessungstoleranz / Versatz

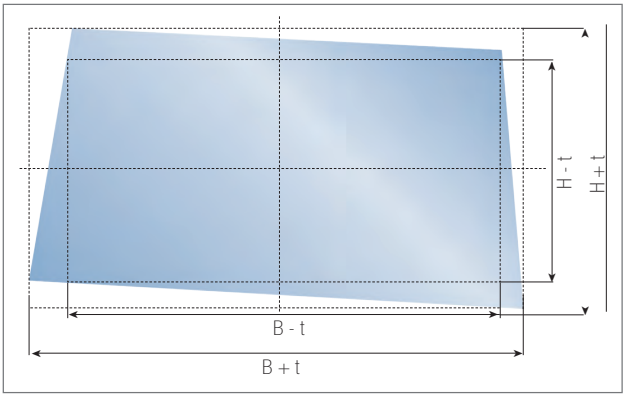
Als Abmessungstoleranz für das Isolierglaselement gilt Tab. 30.

Tab. 30: Abmaße von MIG in der Breite und in der Höhe (d_n =: Nenndicke des MIG)

Zweifach- / Dreifach-MIG	Abmaße in der Breite [B] oder Höhe (H) [mm]
alle Einzelscheiben $d_n \leq 6$ mm sowie (B und H) ≤ 2.000 mm	± 2,0
$d_n = 6$ mm < dickste Einzelscheibe ≤ $d_n = 12$ mm oder 2.000 mm < (B oder H) ≤ 3.500 mm	± 3,0
$d_n = 6$ mm < dickste Einzelscheibe ≤ $d_n = 12$ mm und 3.500 mm < (B oder H) ≤ 5.000 mm	± 4,0
$d_n = 12$ mm < dickste Einzelscheibe oder 5.000 mm < (B oder H)	± 5,0

Als mögliches Versatzmaßes aus dem Isolierglaszusammenbau gilt Tab. 31 in Verbindung mit Abb. 31. Für gebogenes Isolierglas gb-MIG gilt sowohl für die Toleranzen, wie auch für das Versatzmaß Tab. 28.

Abb. 31: Grenzmaße rechtwinkliger Scheiben



Tab. 31: Maximales Versatzmaß von MIG (d_n =: Nenndicke des MIG)

Zweifach- / Dreifach-MIG	Versatzmaß [mm]
alle Einzelscheiben $d_n \leq 6$ mm sowie (B und H) ≤ 2.000 mm	≤ 2,0
$d_n = 6$ mm < dickste Einzelscheibe ≤ $d_n = 12$ mm oder 2.000 mm < (B oder H) ≤ 3.500 mm	≤ 3,0
$d_n = 6$ mm < dickste Einzelscheibe ≤ $d_n = 12$ mm und 3.500 mm < (B oder H) ≤ 5.000 mm	≤ 4,0
$d_n = 12$ mm < dickste Einzelscheibe oder 5.000 mm < (B oder H)	≤ 5,0

2.4.11.4 Thermisch vorgespanntes Glas mit Festmaßbeschichtung im MIG

Bei Kombinationen mit thermisch vorgespannten Gläsern (ESG, heißgelagertes ESG oder TVG) mit nachträglich applizierten Lohnbeschichtungen sind Beschichtungsrückstände auf der Glasaußenseite des Isolierglases möglich. Diese Rückstände sind technisch bedingt und nicht vermeidbar bzw. entsprechen dem Stand der Technik. Die Rückstände korrodieren und wittern von selbst nach einiger Zeit ab.

2.4.11.5 Visuelle Qualität von MIG

Die Beurteilung der visuellen Qualität erfolgt nach dem Merkblatt 006 „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“. Die Richtlinie geht über die Anforderungen von Anhang F der EN 1279-1:2018 hinaus und ist in den Verglasungsrichtlinien der UNIGLAS® abgedruckt.

2.4.11.6 Farbgleichheit

Die individuelle Farbwahrnehmung kann sehr unterschiedlich sein. Die Beurteilung der Farbe einer Fassade von außen unterliegt einer Vielzahl von Einflüssen, wie

- dem Tageslicht (vom stark bewölkten Himmel bis zum Sonnenschein),
- dem Abstand und Betrachtungswinkel,
- der Art und Farbe der in der Fassade verbauten Pfosten und Riegel,
- dem Abstand zwischen zwei benachbarten Glasscheiben,
- dem individuellen Wahrnehmungsvermögen des Betrachters,
- dem Zustand der Innenräume z. B. das Fehlen der Innenbeleuchtung im Gebäude (dunkler Hintergrund) kann die Wahrnehmung von Farbunterschieden verstärken, oder
- den Umgebungsbedingungen wie andere Gebäude oder Begrünungen, die sich im Glas spiegeln.

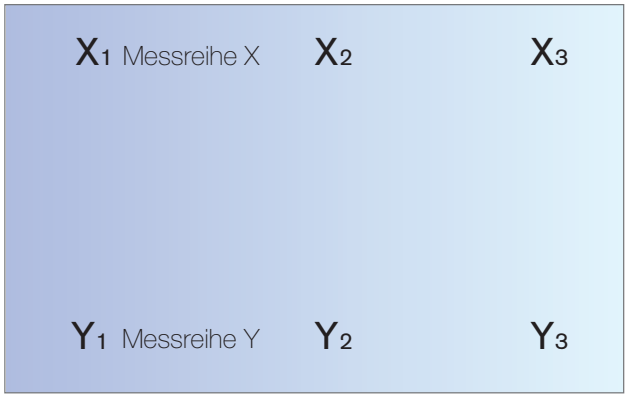
Farbreflexionen von Glasfassaden geben oft verschiedene Farbtöne wieder, obwohl sie Gläser mit gleichen Funktionsschichten aufweisen. Dieser Effekt verstärkt sich, wenn die Fassade unter verschiedenen Blickwinkeln betrachtet wird. Zu den möglichen Ursachen für Farbunterschiede gehören sowohl geringfügige Farbabweichungen im beschichteten Substrat als auch geringfügige Dickenabweichungen der Beschichtung. Aufgrund der hohen Empfindlichkeit des menschlichen Auges können geringfügige Dickenabweichung bei hochselektiven Beschichtungen zu unterschiedlichen Farbwahrnehmungen führen. Eine subjektive Beurteilung der Farbgleichheit der Fassade ist nicht zielführend. Dieses Kapitel beschreibt ausführlich die normierte Methode, die zur Farbmessung bei beschichtetem Glas vor Ort anzuwenden ist.

Die ISO 11479-2 “Glass in building – Coated glass- Part 2: Colour of façade“ beschreibt eine Methode zur objektiven Bewertung der Farbe von beschichteten Isolierglas (EN 1096-1) und legt zugleich Grenzwerte der zulässigen Farbunterschiede fest. Dabei können sowohl Farbunterschiede innerhalb einer Glasscheibe wie auch zwischen zwei benachbarten Scheiben der gleichen Fassade bestimmt und quantifiziert werden. In dieser Norm werden spezifische Anforderungen an beschichtetes Glas in Abhängigkeit von der Lichtdurchlässigkeit und Lichtreflexion des Glases beschrieben. Ferner werden Hinweise zur Winkelabhängigkeit gegeben. Farbwahrnehmungen in den Räumen oder in der Durchsicht des Glases werden nicht von dieser Norm erfasst.

Alle gemessenen Werte beziehen sich auf das in die Fassade eingebaute Endprodukt und nicht auf Einzelkomponenten. Dabei sind nur baugleiche Produkte (z. B. Glasdicke und -art und Beschichtungsart) zu vergleichen.

Innerhalb einer Glasscheibe sind die Parameter für Helligkeit L* und für den Farbort a* und b* nach dem CIE Farbmodell (Commission Internationale d'Eclairage) mit einem Spektraphotometer aus dem Labor oder einem gemäß Herstellerangaben für den Vor-Ort-Einsatz geeigneten Handfarbmessgerät zu ermitteln. Die Empfindlichkeit dieser Geräte, ob im Labor oder vor Ort verwendet, muss vergleichbar mit der des menschlichen Auges sein. Zur Bestimmung von Helligkeit und Farbort werden L*, a* und b*, in den Bereichen in denen repräsentative Farbunterschiede wahrgenommen werden, an mindestens drei Punkten gemessen. (vgl. Abb. 32) Nachdem der Fensterrahmen, bzw. Pfosten und Riegel, die Farbmessung des Isolierglases beeinträchtigen kann, müssen die Messpunkte jedoch in mindestens 150 mm Abstand zum Glasrand liegen.

Abb. 32: Beispiel von Messpunkten



Aus den gemessenen Einzelwerten innerhalb der jeweiligen Messreihen sind die jeweiligen Mittelwerte für die Parameter L^*_m, a^*_m und b^*_m zu bilden:

$$L^*_m = \sum_1^n \frac{(L_1 + L_2 + \ldots + L_n)}{n} \qquad a^*_m = \sum_1^n \frac{(a_1 + a_2 + \ldots + a_n)}{n} \qquad b^*_m = \sum_1^n \frac{(b_1 + b_2 + \ldots + b_n)}{n}$$

Die den Farbunterschied kennzeichnenden Parameter ΔL^*, Δa^* und Δb^* ergeben sich aus der Subtraktion der jeweiligen Mittelwerte:

$$\Delta L^* = L^*_{mx} - L^*_{my} \qquad \Delta a^* = a^*_{mx} - a^*_{my} \qquad \Delta b^* = b^*_{mx} - b^*_{my}$$

Der Farbabstand ΔE^* ist entsprechender folgender Formel zu berechnen:

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

Um Farbabstände zwischen zwei benachbarten Scheiben zu bestimmen, sind die Parameter L*, a* und b* wie zuvor beschrieben bei identischem Hintergrund zu messen. Dabei sind die Parameter an jeder Scheibe an mindestens drei Punkten gemäß Abb. 33 a und b entlang einer Diagonale festzustellen und deren Mittelwerte miteinander zu vergleichen.

Dabei kann die Referenzscheibe mit jeder der vier benachbarten Scheiben (oben, unten, links und rechts) verglichen werden. Es sollten jedoch nur bauartgleiche Scheiben, d. h. gleicher Glasart, Glasdicken und gleicher Beschichtungen verglichen werden. Bedingt durch die Eigenfarbe von Glas oder von Zwischenlagen bei VSG kann es bei anderen Glasarten oder Glasdicken zu Farbabweichungen außerhalb des zulässigen Bereichs kommen.

Abb. 33a: Scheibe X

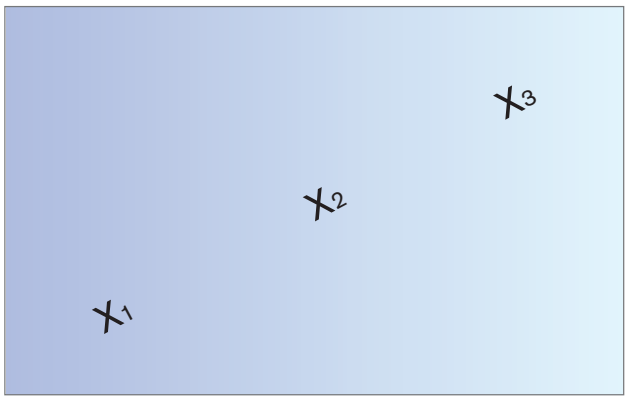
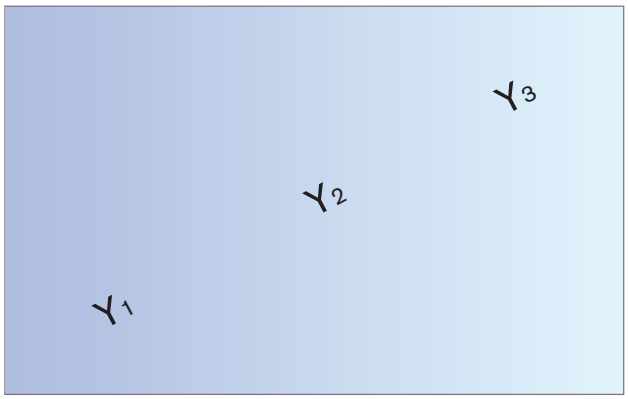


Abb. 33b: Scheibe Y



Die Beurteilung der Zulässigkeit gemessener Farbtoleranzen sind in Tab. 32 aufgeführt.

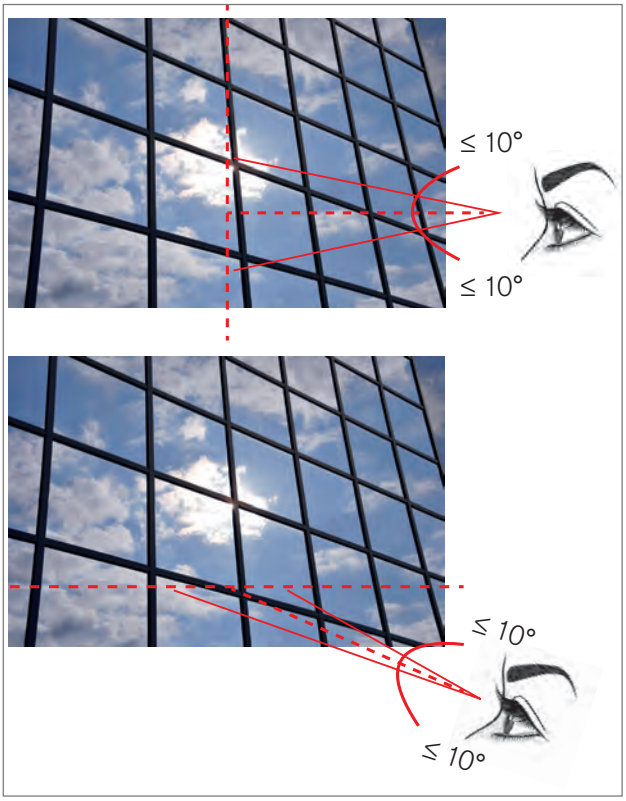
Tab. 32: Zulässige Farbunterschiede

ΔL*	≤ 5,0
Δa*	≤ 5,0
Δb*	≤ 5,0
ΔE*	≤ 6,0

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

Die farbliche Homogenität einer Fassade ist bei bedecktem Himmel zu beurteilen, welcher der Normlichtart D65 möglichst nahekommt. Bei der visuellen Betrachtung ist ein Winkel von max. 10° nicht zu überschreiten. (vgl. Abb. 35)

Abb. 34: Beschränkung der Betrachtungswinkel bei der Beurteilung der farblichen Homogenität einer Fassade



Um sicherzustellen, dass immer die gleichen Messbedingungen herrschen, sollten die Messungen immer mit der gleichen Lichtquelle bzw. bei vergleichbarer natürlicher Beleuchtung und dem gleichen Beleuchtungsverfahren erfolgen. Marktübliche Handfarbmessgeräte eignen sich nur für eine Farbmessung in Reflexion unter einem definierten Betrachtungswinkel. Laborgeräte hingegen können die Eigenschaften von Glasscheiben in Transmission und Reflexion mit unterschiedlichen Betrachtungswinkeln messen.

Eine Fassade sollte nur unter Bedingungen betrachtet werden, die repräsentativ für ein Gebäude „in Betrieb" sind. Andernfalls müssen diese Faktoren bei der Bewertung angemessen berücksichtigt werden. Nur dadurch wird gewährleistet, dass die Messergebnisse und Bewertungen verwertbar sind.

Farbunterschiede bei Betrachtung von innen gelten nicht als Mangel. Für die Beurteilung von Farbunterschieden in Transmission ist eine Messung vor Ort nicht möglich, da hierfür kein geeignetes Messgerät zur Verfügung steht. Der Transmissionsfarbunterschied lässt sich lediglich durch visuelle Betrachtung bewerten.

2.4.11.7 Stufenisolierglas und SSG-Verglasungen

Die Abmaße des Stufenüberstands bei MIG betragen ± 3,0 mm bei einem Überstand von bis zu 100 mm, ansonsten ± 4,0 mm.

Auf Wunsch wird die Stufe mit Silikon beschichtet. Hierbei wird das Silikon von Hand mit einer Spachtel verteilt. Leichte Marmorierungen, Schlieren oder Verunreinigungen der Glaskante sind dabei nicht vermeidbar. Die Dicke der Silikonschicht kann innerhalb einer Stufe variieren. Ferner kann es zu Farbunterschieden zwischen dem vom Isolierglashersteller verwendeten Silikon und dem bei den Verglasungsarbeiten zur Anwendung kommenden Silikon kommen. Das Schwärzen der Stufe mit Silikon ist daher keine Alternative zu einer visuell einwandfreien Emaillierung des Randbereichs und der Stufe.

Es ist zu beachten, dass die mit Silikon gespachtelte Fläche in der Regel keinen geeigneten Klebepartner für Structural Sealant Glazing (SSG)-Anwendungen darstellt. In jedem Fall muss die Stufe vor der Weiterverarbeitung des MIG frei von Staub, Schutz und Fett sein. Der Ersteller des Fensters bzw. der Fassade ist für den Nachweis der Kompatibilität der einzelnen Komponenten, die im direkten und indirekten Kontakt zueinander stehen verantwortlich. Auch der Nachweis einer eventuell tragfähigen Verklebung der Stufe liegt in seinem Verantwortungsbereich. Er muss alle hierfür erforderlichen Genehmigungen einholen und Verwendbarkeitsnachweise veranlassen. Nachdem die UNIGLAS®-Gesellschafter verschiedene Silikone verarbeiten, muss sich der verantwortliche Konstrukteur rechtzeitig erkundigen, welche Materialien zur Anwendung gelangen.

Freiliegende Glaskanten sollten mindestens gesäumt ausgeführt werden, im sichtbaren Bereich geschliffen oder poliert. Die gewünschte Kantenqualität ist bei der Bestellung anzugeben. Unabhängig von der bestellten Kantenqualität sind Dichtstoffrückstände aus dem Pro-

duktionsprozess nicht vollständig auszuschließen. Diese stellen keinen Reklamationsgrund dar.

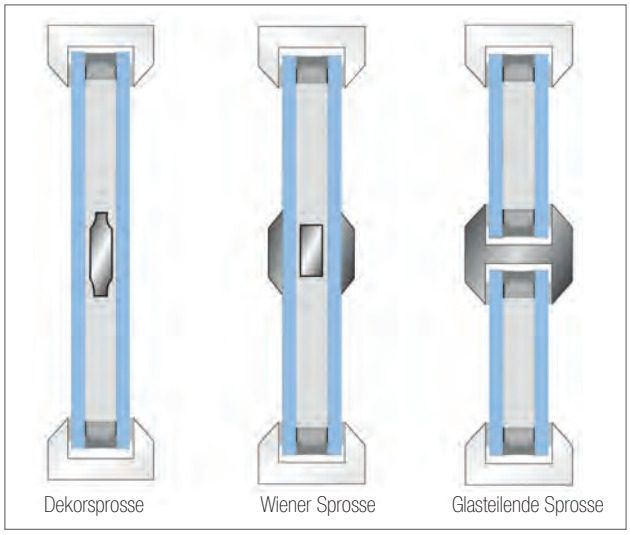
Bei Isolierglas für SSG-Verglasungen handelt es sich um kein herkömmliches MIG nach EN 1279-5. Dieses System muss nach ETAG 002 (European Technical Approval Guideline) bewertet werden. Isoliergläser für SSG-Verglasungen müssen nach dem AVCP – System 1 (Assessment and Verification of Constancy of Performance) gekennzeichnet werden. Das heißt, die Konformität dieser speziellen Isoliergläser entspricht dem AoC-Level 1 (Attestation of Conformity) durch eine anerkannte Prüfstelle. Da die tragende Verklebung zur Fremdüberwachung angemeldet werden muss, ist der UNIGLAS®-Gesellschafter frühzeitig mit den Leistungen zu beauftragen.

Die UNIGLAS®-Gesellschafter bieten unterschiedliche Eingreifsysteme in den Randverbund von SSG-Verglasungen aus Kunststoff oder Aluminium, sowie zusätzliche Sicherungssysteme (Nothalter) an. Zum Teil liegen bereits ETAs für diese Systeme vor. Es wird empfohlen sich bereits während der Planungsphase über die Möglichkeiten bei den entsprechenden UNIGLAS®-Gesellschafter kundig zu machen.

2.4.11.8 Sprossen im Scheibenzwischenraum [3]

Aus gestalterischen Gründen und zur Stilerhaltung kann MIG mit Sprossen im Scheibenzwischenraum (SZR) hergestellt werden. Bei Dekorsprossen ist weiterhin eine ebene Glasfläche und somit eine einfache Fensterreinigung gegeben.

Abb. 35: Sprossenarten



Bei Scheinsprossen, auch Wiener Sprossen oder Kastensprossen genannt, werden zusätzlich auf die raumseitigen und außenseitigen Glasoberflächen Fenstersprossenprofile geklebt um den Eindruck zu erhalten, es würde sich um jeweils einzelne Scheiben handeln.

Glasteilende Sprossen verschlechtern die Energiebilanz des Fensters im Vergleich zu Sprossen im SZR (Wiener- und Dekorsprosse). Auf glasteilende Sprossen wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen.

Zur individuellen Gestaltung von Fenstern werden Sprossen aus verschiedenen Materialien in unterschiedlichen Breiten, Geometrien und Oberflächenausführungen angeboten. Nachstehend wird auf die spezifischen Merkmale von Fenstern mit Wiener- und Dekorsprossen im SZR hingewiesen.

2.4.11.8.1 Kriterien zur Beurteilung von Sprossen im SZR

Grundsätzlich ist von einem Betrachtungswinkel von 90° auszugehen, welcher der üblichen Raumnutzung entspricht. Die Betrachtung erfolgt grundsätzlich wie bei der Beurteilung von Isolierglas. Die Beanstandungen dürfen nicht gekennzeichnet sein und es darf keine direkte Sonnen- oder Kunstlichteinstrahlung auf die Sprossen einwirken. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bei bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht und ohne künstliche Beleuchtung. 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 Beurteilung hat bei freier Durchsicht auf neutralen Hintergrund zu geschehen. Der Gesamteindruck des Fensters ist entscheidend.

2.4.11.8.2 Farbtoleranzen der Sprossen

Die Sprossenoberflächen werden nach bestimmten Standards, z. B. RAL für die Farbe, hergestellt. Die visuell zu beurteilende Genauigkeit des Farbtons hängt von vielen Parametern ab, die in diesen Standards geregelt sind.

Hinweis:
Zeitbedingte Farbtonabweichungen werden von dieser Richtlinie nicht geregelt, da diese vom Standort (z. B. UV-Strahlung) abhängig sind.

- Physikalisch bedingte Wärmerisse bei eloxierten Oberflächen sind zulässig
- Änderungen der Sprossenoberfläche auf Schmalseiten von Sprossen im SZR sind zulässig.

Die Eigenfarbe und Beschichtung des Glases können die Farbwirkung der Sprossenoberfläche beeinflussen!

2.4.11.8.3 Ausführung

■ Verbindungen

Spaltbildende Verbindungen zum Abstandhalterrahmen sind bei einigen Abstandhaltersystemen die Regel und deshalb zulässig.

Anbindung Sprosse an den Abstandhalterrahmen:

Sprossenmitte zu Abstandhaltermitte (x) max. ±1 mm. (vgl. Abb. 36)

Abb. 36: Sprossenlage

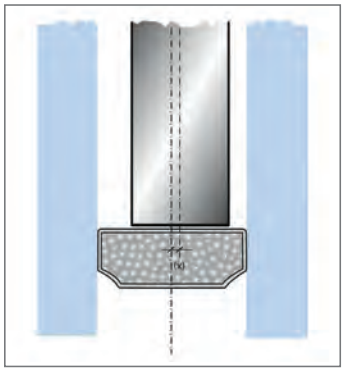
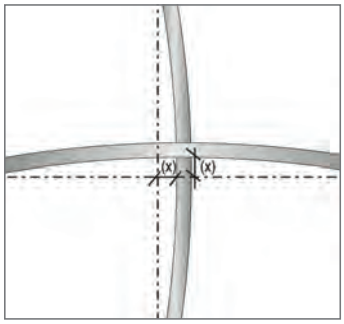


Abb. 37: Parallelität



Der Scheibenzwischenraum muss deutlich größer sein als die Bauhöhe der Sprossen. Durch klimatische Einflüsse sowie Erschütterungen, manuell oder mechanisch angeregte Schwingungen, können zeitweilig bei Sprossenfenstern Klappergeräusche entstehen.

■ **Parallelität und Lagetoleranz der Sprosse zum Abstandhalter: (Abb. 36 u. 37)**

Die zulässige Abweichung (x) zur Solllage (Abb. 36 u. 37), beträgt im Auslieferungszustand des Isolierglases ±2 mm pro Meter Sprossenlänge, mindestens jedoch ±1 mm unabhängig von der Sprossenlänge.

Die genannten Toleranzen gelten ohne Berücksichtigung der Fertigungs- und Einbautoleranzen des Isolierglases im Fenster sowie des Gesamteindruckes des Fensters. Bei Dreifach-Isolierglas wird empfohlen, die innen liegenden Sprossen auf den äußeren SZR zu begrenzen.

■ **Klima und Temperatureinfluss**

Die Auswirkungen aus temperaturbedingten Längenänderungen bei Sprossen im Scheibenzwischenraum können grundsätzlich nicht vermieden werden. Aus diesem Grund sind die Sprossenlängen, wie in Kap. 2.4.11.8.4. beschrieben, zu begrenzen. Die zuvor genannten Toleranzen gelten nur bei Raumtemperatur.

2.4.11.8.4 Maximallängen von Sprossen im SZR

Der Längenausdehnungskoeffizient der Sprossen aus Kunststoff oder Aluminium ist höher als der Längenausdehnungskoeffizient von Glas. Um eine Differenz der Längenausdehnungen bzw. einen Durchhang durch das Eigengewicht von mehr als 2 mm zu vermeiden, sollten die Sprossenlängen vertikal und horizontal auf maximal 1.600 mm begrenzt werden.

Bei einem horizontalen Einbau ohne Unterstützung durch zusätzliche Kreuzsprossen sollten die maximalen Spannweiten gem. Tab. 33 nicht überschritten werden. Die Tabelle gilt sowohl für Wiener- wie auch für Dekor- oder Ziersprossen.

Tab. 33: maximale Spannweiten

Sprossenhöhen [mm]	Maximallänge [mm]
h ≤ 10	800
11 < h ≤ 20	1.100
21 < h ≤ 30	1.200
31 < h ≤ 40	1.300
41 < h ≤ 50	1.500

2.4.11.9 Systeme im Scheibenzwischenraum [4]

Dieses Kapitel gilt für die Beurteilung der Qualität von im Scheibenzwischenraum eingebauten beweglichen und starren Systemen wie Lamellen, Folien, Lichtlenkprofile, Plissee usw. mit allen sichtbaren Teilen. Die Beurteilung der MIG und der verwendeten Basisgläser erfolgt nach den Produktnormen und den Ergänzungen dieser Richtlinien.

Die Beurteilung der 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.

Diese Richtlinie beurteilt ein einzelnes Element. Der Gleichlauf von mehreren angesteuerten Elementen ist abhängig vom verwendeten System und nicht Gegenstand der Richtlinie. Dieser bedarf einer besonderen Vereinbarung mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter.

Weitere Richtlinien und Normen:

■ DIN 18073 „Rollabschlüsse, Sonnenschutz- und Verdunkelungsanlagen im Bauwesen“

■ EN 13120 „Abschlüsse innen - Leistungs- und Sicherheitsanforderungen“

2.4.11.9.1 Prüfgrundsätze

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

2.4.11.9.2 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.

2.4.11.9.3 Foliensysteme – Plisseesysteme

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

2.4.11.9.4 Prüfkriterien

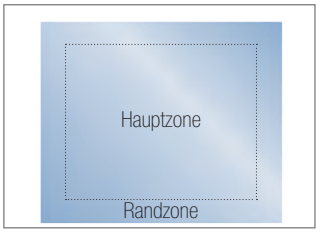
Die Behänge sind in der Draufsicht unter einem Winkel von annähernd 90° in einem Abstand von 2 m zu betrachten. Die Betrachtungsbereiche dürfen nicht gekennzeichnet sein und es darf keine direkte Kunstlichteinstrahlung auf die Lamellen bzw. Folien einwirken. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht. Gläser mit Systemen im SZR innerhalb von Räumlichkeiten (Innenverglasungen) sind bei normaler (diffuser), für die Nutzung der Räume vorgesehener Ausleuchtung zu prüfen. 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 für Verglasungen mit Systemen im SZR keine Berücksichtigung. Die in den Produktnormen beschriebenen Prüfbedingungen sind am Objekt oft nicht einzuhalten.

2.4.11.9.5 Betrachtungsflächen

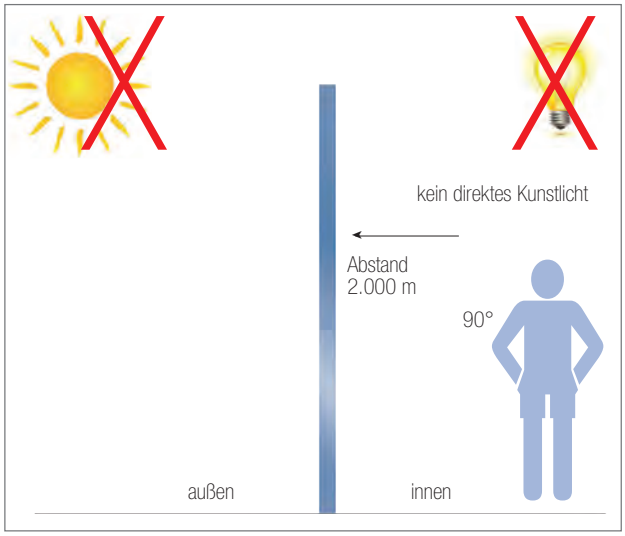
Die zu beurteilende Fläche wird gem. Abb. 38 aufgeteilt in:

Abb. 38: nicht abgedeckte Betrachtungsflächen



- Randzone = 50 mm der Randfläche des sichtbaren Bereichs bis zum abgedeckten Bereich aus dem jeweiligen Breiten- und Höhenmaß (weniger strenge Beurteilung) und
- Hauptzone = von der Flächenmitte aus verbleibende Sichtfläche bis zur Randzone (strenge Beurteilung)
- Die Beurteilung des Randverbundes erfolgt nach den Richtlinien zur Beurteilung der visuellen Qualität für das Bauwesen (vgl. Verglasungsrichtlinien). Dieses Kapitel widmet sich lediglich die Betrachtung des integrierten Systems.

Abb. 39:



2.4.11.9.6 Zulässigkeiten bei Lamellensystemen

2.4.11.9.6.1 Erkennbare Oberflächenabweichungen

Durch die Bewegung der Lamellen beim Wenden und beim Hoch- und Herunterfahren kann mechanisch bedingter Abrieb im Bereich der Führungsschienen, Spannseile, Aufzugsschnüre und -bänder usw. nicht ausgeschlossen werden. Die Bewertung solcher Rückstände erfolgt nach Tab. 34 bis 36 und Abb. 40.

Punkte, Einschlüsse, Flecken, Merkmale der Beschichtungen etc. werden wie folgt bewertet:

Zulässig sind in der:

Randzone: max. 4 Stück Ø ≤ 3 mm/m²
Hauptzone: max. 2 Stück Ø ≤ 2 mm/m²

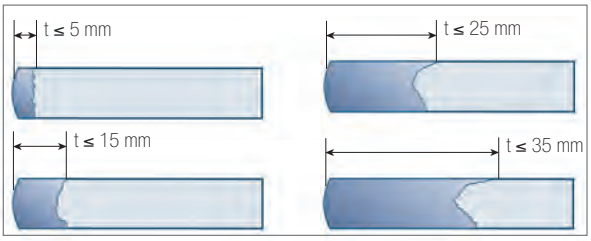
Kratzer in der Haupt- und Randzone, Haarkratzer die kaum sichtbar sind und nicht gehäuft vorkommen, sind erlaubt, wenn deren Summe der Einzellängen nicht größer als 30 mm beträgt.

Die maximale Einzellänge von Kratzern beträgt 15 mm.

Tab. 34: Beurteilungskriterien

Beurteilungskriterium	Beurteilung
Abriebspuren im SZR bedingt zulässig	nach Tab. 35
Rückstände bedingt zulässig z.B. Butyl auf den Lamellen	nach Tab. 35

Abb. 40: Beispiele



© ift Rosenheim

Tab. 35: Rückstände auf den Lamellen

Farbe der Lamellen Farbe der Verschutzung	Kontrast
	0 - 20 %
	20 - 40 %
	40 - 60 %
	60 - 80 %
	80 - 100 %

© ift Rosenheim

Tab. 36: Tiefe der Bereiche mit Rückständen

Tiefe der Bereiche mit Rückständen	Kontrast				
	0 - 20%	20 - 40%	40 - 60%	60 - 80%	100%
t ≤ 5 mm	OK	OK	OK	OK	OK
t ≤ 15 mm	OK	OK	OK	OK	nein
t ≤ 25 mm	OK	OK	OK	nein	nein
t ≤ 35 mm	OK	OK	nein	nein	nein
t > 35 mm	nein	nein	nein	nein	nein

2.4.11.9.6.2 Zulässiger Lamellenversatz

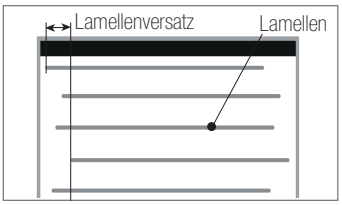
Der Lamellenversatz wird von den beiden maximal versetzten Lamellen einer Scheibe beurteilt.

Der Lamellenversatz wird nur bei einteiligen Behängen bewertet, bei geteilten Behängen (zwei Behänge in einer Scheibe) hat diese Begrenzung der Zulässigkeit keine Gültigkeit.

Tab. 37: Zulässiger Lamellenversatz

Scheibenbreite ab	Scheibenbreite bis	maximaler Lamellenversatz
0 mm	1.000 mm	6 mm
1001 mm	2.000 mm	8 mm
2001 mm		10 mm

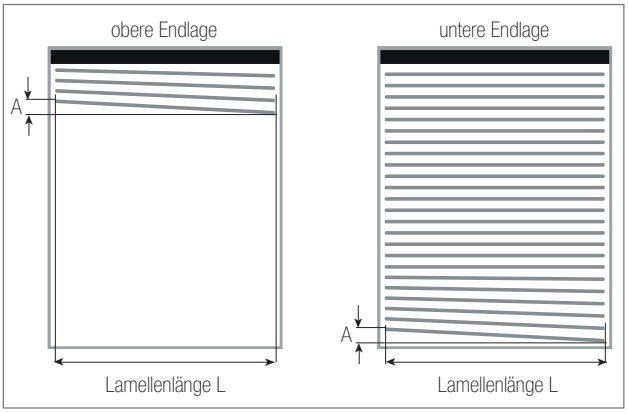
Abb. 41: Lamellenversatz



2.4.11.9.6.3 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. (vgl. Abb. 42)

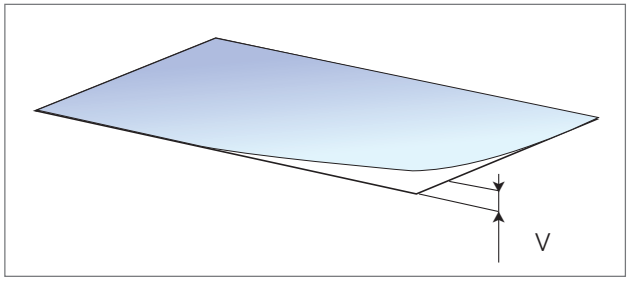
Abb. 42:



2.4.11.9.6.4 Zulässige Abweichung von der Form

Die zulässigen Abweichungen von der Form sind nach EN 13120 zu beurteilen. Die zulässige Verdrehung und Verzerrung ergibt sich aus Tab. 38 i. V. mit Abb. 43.

Abb. 43: Verdrehung/Verzerrung

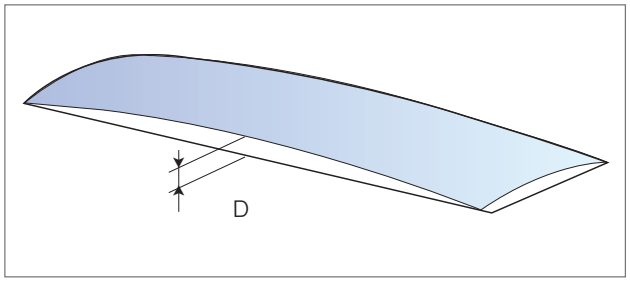


Tab. 38: Verdrehung / Verzerrung

Verdrehung / Verzerrung (EN 13120)	
Winkelablenkung V zwischen dem einen Ende und dem anderen Ende der Lamelle (vgl. Abb. 43)	2 mm/m
lokale Verzerrung	im Bereich der Stanzung zulässig

Die Durchbiegung bzw. Wölbung D der Lamellen wird in geschlossener Stellung des Behangs beurteilt, um den Einfluss des Gewichtes der einzelnen Lamellen auf die Durchbiegung bzw. Wölbung zu eliminieren. Die Zulässigkeiten sind aus Tab. 39 i. V. mit Abb. 44 zu entnehmen. Die Durchbiegung bzw. Wölbung D des Endstabes darf unabhängig von seiner Länge 4 mm betragen.

Abb. 44: Durchbiegung/Wölbung

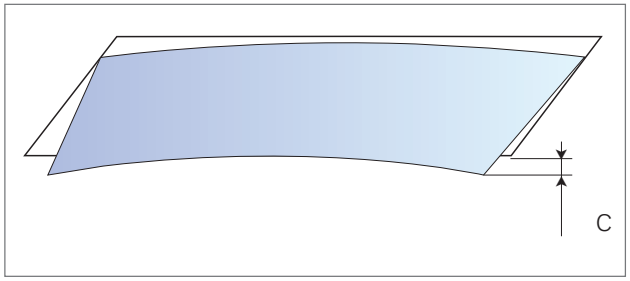


Tab. 39: Durchbiegung / Wölbung

Länge L der Lamellen [m]	max. D [mm]
L ≤ 1,5	5
1,5 < L ≤ 2,5	10
2,5 < L ≤ 3,5	15
3,5 < L	20

Unter „Säbelförmigkeit C“ wird die Abweichung der Kante einer Lamelle mit der Länge L von der Geraden verstanden, wenn die Lamelle auf einer Ebene flach ausgelegt wird. Die Zulässigkeit der „Säbelförmigkeit C“ gem. Abb. 45 ist wie folgt zu berechnen:

Abb. 45: Säbelförmigkeit



$$C = \frac{L^2}{2}\ [\text{mm}]$$

Hinweis: L ist in „Meter“ einzusetzen

2.4.11.9.6.5 Zulässige Abweichung bei unvollständigen Wenden von Lamellen

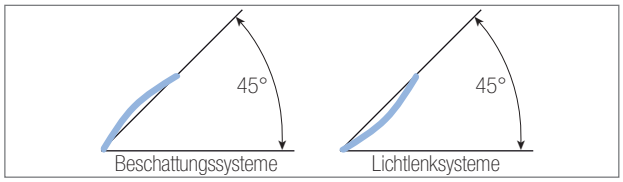
Die Lamellen dürfen beim Abfahren hängen bleiben, wenn sie beim Wenden der Lamellen in die vorgesehene Position klappen.

Ein dauerhaftes Hängenbleiben der Lamellen ist unzulässig. Das Wenden kann systembedingt einen zusätzlichen Schaltvorgang erfordern.

2.4.11.9.6.6 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.

Abb. 46: Schließwinkel



2.4.11.9.6.7 Ungleichmäßige Lichtdurchgänge

Unregelmäßige Lichtdurchgänge zwischen den Lamellen sind zulässig,

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

Ungleichmäßige Lichtdurchgänge können unter anderen entstehen durch:

- ungleichmäßige Durchbiegung einzelner Lamellen, oder
- Schließwinkeltoleranzen.

2.4.11.9.6.8 Schließwinkeltoleranz in der Fläche

Beurteilt wird:

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

Die maximale Winkelabweichung in Bezug auf die Behangmitte ist Tab. 40 zu entnehmen.

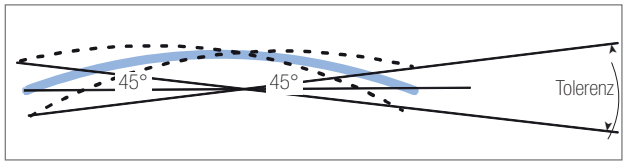
Tab. 40: Schließwinkeltoleranzen

System	Systemhöhe H [mm]	zul. Abweichung
Beschattungssysteme	H ≤ 1.000	± 8°
	1.001< H	± 12°
Lichtlenksysteme	H ≤ 1.000	± 10°
	1.001< H	± 12°

2.4.11.9.6.9 Genauigkeit des Öffnungswinkels von Lamellensystemen, welche nur einseitig schließen

Nach maximaler Öffnung des Lamellensystems dürfen die Lamellen im mittleren Höhendrittel einer senkrechten Scheibe von der Waagrechten (vgl. Abb. 47) nach Tab. 41 abweichen:

Abb. 47: Genauigkeit des Öffnungswinkels



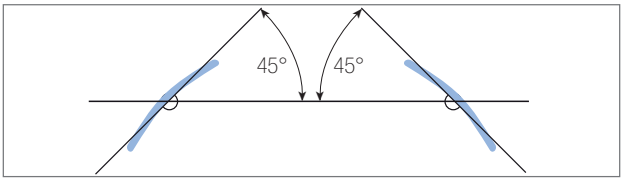
Tab. 41: Toleranzen Öffnungswinkel

Scheibenbreite B [mm]	zul. Abweichung
B ≤ 1.000	± 7°
1.001< B ≤ 2.000	± 8°
2.001< B ≤ 3.000	± 9°
3.001< B	± 10°

2.4.11.9.6.10 Schwenkbarkeit von beidseitig schließenden Lamellensystemen mit mittiger Lagerung

Die Schwenkbarkeit der Lamellen von beidseitig schließenden Systemen richtet sich nach DIN 18073 und muss mindestens 90° um die Längsachse betragen. (vgl. Abb. 48)

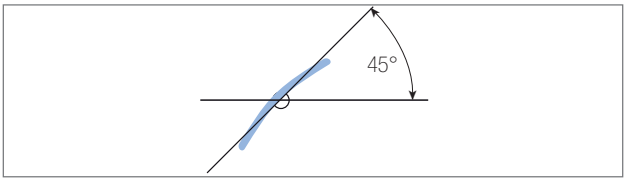
Abb. 48: Schwenkbarkeit der Lamelle (beidseitig schließend)



2.4.11.9.6.11 Schwenkbarkeit von einseitig schließenden Lamellensystemen mit mittiger Lagerung

Die Schwenkbarkeit der Lamellen von einseitig schließenden Systemen wird nur auf der schließenden Seite bewertet und muss hierbei mindestens 45° um die Längsachse betragen. (vgl. Abb. 49)

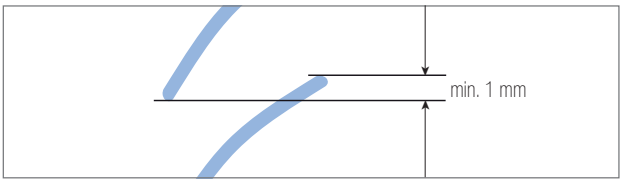
Abb. 49: Schwenkbarkeit der Lamellen (einseitig schließend)



2.4.11.9.6.12 Überdeckung der Lamellen

Die einzelnen Lamellen müssen bei maximalem Schließwinkel um mindestens 1 mm überdecken. (vgl. Abb. 50)

Abb. 50: Überdeckung der Lamellen



2.4.11.9.6.13 Lamellenschluss

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

2.4.11.9.7 Zulässigkeiten bei Rollo- und Plisseesystemen

Die Prüfkriterien der zu beurteilenden Fläche der Rollo- und Plisseesysteme richtet sich nach Kap. 2.4.11.9.4. Die zulässigen Abweichungen sind Tab. 42 zu entnehmen.

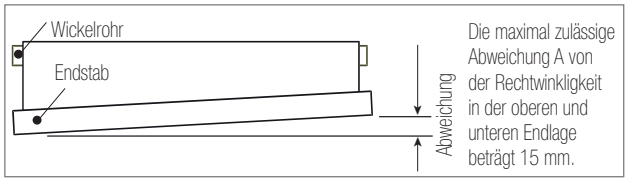
Tab. 42: Erkennbare Merkmale der Oberfläche

Randzone	1	Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken, Rückstände Merkmale der Beschichtung oder der Prägung etc.	
		1 m² ≥ Scheibenfläche:	max. 4 Stück ø à ≤ 3 mm
		Scheibenfläche > 1 m²:	max. 4 Stück / m² ø à ≤ 3 mm
	2	Kratzer:	
		Summe der Einzellängen	max. 90 mm
		Einzellänge	max. 30 mm
Hauptzone	1	Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken, Rückstände Merkmale der Beschichtung oder der Prägung etc.	
		1 m² ≥ Scheibenfläche:	max. 2 Stück ø à ≤ 2 mm
		2 m² ≥ Scheibenfläche > 1 m²:	max. 3 Stück ø à ≤ 2 mm
		Scheibenfläche > 2 m²:	max. 5 Stück ø à ≤ 2 mm
	2	Kratzer:	
		Summe der Einzellängen	max. 45 mm
		Einzellänge	max. 15 mm nicht gehäuft

Die Abweichungen von der Rechtwinkligkeit werden gem. Abb. 51 in folgenden Positionen beurteilt:

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

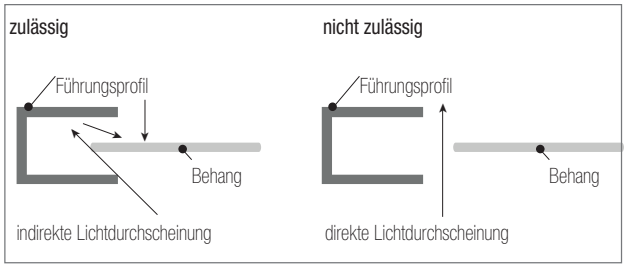
Abb. 51: Zulässige Abweichung der Rechtwinkligkeit



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

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

Abb. 52: Lichtdurchscheinungen



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 Lichtdurchgängen kommt und
- die Funktion des Rollos hierdurch nicht gestört ist.

Abb. 53: freie Behangkanten

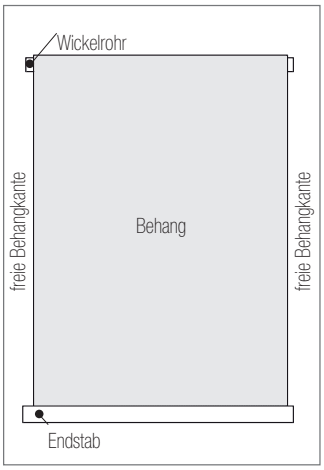
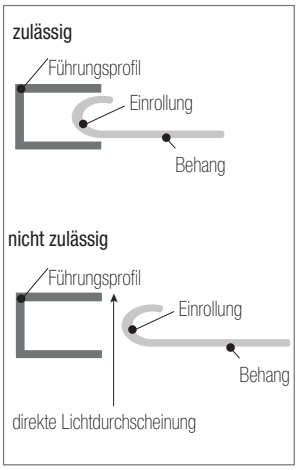


Abb. 54: zulässige Einrollung



Behangveränderungen, wie z. B. Abrieb im Bereich von Führungen sind zulässig, wenn sich die Durchsicht um nicht mehr als 20 % ändert. Der Bewertungsbereich ist Abb. 55 zu entnehmen.

Abb. 55: Bewertungsbereich Behangveränderungen

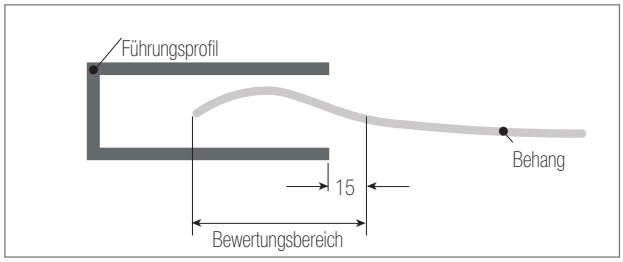
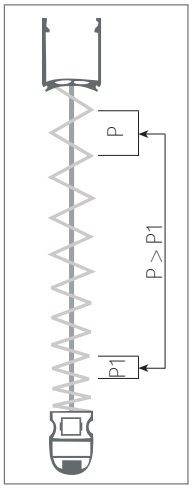


Abb. 56: Faltenbreite



Aufgrund des Eigengewichtes des Stoffes, wechselt der Verlauf der Faltenbreite zwischen den ersten und letzten Falten. (vgl. Abb. 56).

Dieses Phänomen ist bei Behängen mit Höhen von mehr als 1 m stärker zu beobachten als bei Behängen mit geringeren Höhen. Der Unterschied des Verlaufs stellt keinen Reklamationsgrund dar, denn er ist in den Eigenschaften des Stoffes begründet.

Die ersten Falten tendieren auch aufgrund der Einwirkung von Wärme dazu, leicht abzuflachen, wodurch die Faltung jedoch erhalten bleibt. Der Stoff muss bei jedem Hebevorgang ein ordentliches Zusammenlegen der Falten gewährleisten.

2.4.11.9.8 Weitere Hinweise zu Kap. 2.4.11.9

Kap. 2.4.11.9 stellt einen Bewertungsmaßstab für die Beurteilung der visuellen Qualität von Lamellen, Rollo und Plisseesystemen im MIG dar. Bei der Beurteilung sollte grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass neben der visuellen Qualität auch die wesentlichen Merkmale des Produkts zur Erfüllung seiner Funktionen mit zu berücksichtigen sind.

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.

Bei allen Systemen können Abdeckungen auf den Glasoberflächen eingesetzt werden. Diese Abdeckungen können beispielsweise aus Emaille oder Folien auf Glas bestehen. Deren Bewertung erfolgt nach Kap. 2.4.6.

Literatur

[1] Merkblatt 015/2013 „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern“ vom Bundesverband Flachglas e.V. (in Auszügen)

[2] Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen (in Auszügen)

[3] Merkblatt 016/2013 „BF-Merkblatt für die Beurteilung von Sprossen im SZR“ vom Bundesverband Flachglas e.V. (in Auszügen)

[4] Merkblatt 007/2010 „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas“ vom Bundesverband Flachglas e.V. (in Auszügen)

Sachwortregister

A

Abdichtung ... 14,15
Abstandhalter ... 35
Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) ... 27

B

Basisglas ... 4,5,16,19-21,23,25,27,28,35
Bemessung ... 20,27
Beschichtetes Glas ... 31

D

Dickentoleranzen von MIG ... 23,30
Drahtglas ... 4
Dreifach-Isolierglas ... 30,35
Durchbiegung ... 6,7,38,39

E

Eigenfarbe ... 16,32,34
Einscheiben-Sicherheitsglas ... ESG 4,5,12,14,17,19,21,26-29,31
Einscheiben-Sicherheitsglas, heißgelagert ... 4,5,8,12,17,19,26,31
Einwirkung ... 17,25,41
Emaillierung ... 12,14-17,33
Europäische technische Bewertung (ETA) ... 27,34

F

Farbe ... 12-18
Farbunterschiede ... 25,31-33
Floatglas ... 4,5,23,25-28,30
Folien ... 35,36,41

G

Gebogenes Glas ... 4,26-29,41
Glasart ... 16,32
Geltungsbereich ... 26
Gewährleistung ... 12,22
Glasbruch ... 12
Glasdicke ... 8,10-12,15,16,25,26,28,29,32
Glaskanten ... 8,22,25,28,33

H

Heißgelagertes ESG ... 4,5,8,12,17,19,26,31
Heißlagerungstest ... 12

J

Jalousie ... 38

K

Kantenbearbeitung ... 8,9,16,24,28
Klimatische Einflüsse ... 35
Kratzer ... 15,21,37,40

L

Lackiertes Glas ... 14
Lagerung ... 16,17,39
Lichtart ... 17,33
Lochbohrungen ... 10,28

M

Mehrscheibenisolierglas MIG ... 4,5,16,17,19,27-31,33-35,41

O

Ornamentglas ... 19,23,30

P

Plissee ... 35,36,40,41

R

Rahmen ... 32,35
Randverbund ... 30,34,36
Randzone ... 5,22,36,37,40
Reflexion ... 17,27,28,31,33,40
Rollo ... 40,41

S

Scheibenzwischenraum ... 18,34,35
Silikon/ Silikonöl ... 33
Sonnenschutz ... 13,16,18,27,30,33,35
Spiegel ... 6,7,30,31
Spiegelrohglas ... 6
Sprossen ... 34,35,41
Sprossenlänge ... 35
Strukturverlauf ... 5
Stufenisolierglas ... 33

T

Teilvorgespanntes Glas TVG ... 4,5,12,17,19,21,26-29,31
Toleranzen ... 8,9,11,13-17,20,23,24,26,28-31,33-35,38,39
Transmission ... 27,33
Transport ... 17

U

UV-Strahlung ... 34

V

Verbundglas ... 4,19,20-23,30
Verbundsicherheitsglas VSG ... 4,5,8,10,16,17,19-29,32
Verwerfung ... 6,7,25,29
Verzerrung ... 21,37,38
Visuelle Qualität ... 4,12,20,27,31

W

Wärmedämmung ... 13,27

Z

Zulässigkeiten ... 35,36,38,40
Zuschnitt ... 4,5,8,24

DEUTSCHLAND

D. FLINTERMANN
GmbH & Co. KG
D-48499 Salzbergen
Tel.: +49 (0) 5971 9706-0
info@flintermann.de

FRERICHS GLAS GmbH
D-27283 Verden (Aller)
Tel.: +49 (0) 4231 102-0
info@frerichs-glas.de

FRERICHS GLAS GmbH
D-21339 Lüneburg
Tel.: +49 (0) 4131 21-0
fgl@frerichs-glas.de

GLAS SCHNEIDER
GmbH & Co. KG
D-57627 Hachenburg
Tel.: +49 (0) 2662 8008-0
info@glas-schneider.de

HENZE-GLAS GmbH
D-37412 Hörden am Harz
Tel.: +49 (0) 5521 9909-0
henze@henzeglas.de

HOHENSTEIN
ISOLIERGLAS GmbH
D-39319 Redekin
Tel.: +49 (0) 39341 972-0
post@hohenstein-isolierglas.de

KÖWA Isolierglas GmbH
D-92442 Wackersdorf
Tel.: +49 (0) 9431 7479-0
info@koewa.de

KUNTE Glas GmbH & Co. KG
D-99734 Nordhausen
Tel.: +49 (0) 3631 9003-46
kontakte@kunte-glas.de

GLAS RICKERT GmbH & Co. KG
D-46395 Bocholt-Lowick
Tel.: +49 (0) 2871 2181-0
info@glasrickert.de

SINSHEIMER Glas und
Baubeschlaghandel GmbH
D-74889 Sinsheim
Tel.: +49 (0) 7261 687-03
info@snh-glas.de

WAPRO GmbH & Co. KG
D-36452 Diedorf
Tel.: +49 (0) 36966 777-0
info@wapro.de

ÖSTERREICH (AT)

EGGER GLAS Isolier- und
Sicherheitsglaserzeugung GmbH
A-8212 Pischelsdorf
Tel.: +43 (0) 3113 3751-0
office@egger-glas.at

GLAS MARTE GmbH
A-6900 Bregenz
Tel.: +43 (0) 5574 6722-0
office@glasmarte.at

PETSCHENIG
GLASTEC GmbH
A-2285 Leopoldsdorf
Tel.: +43 (0) 2216 2266-0
office@petschenig.com

PETSCHENIG
GLASTEC GmbH
A-1090 Wien
Tel.: +43 (0) 1 3179 232
office@petschenig.com

PICHLER GLAS GmbH
A-4880 St. Georgen
im Attergau
Tel.: +43 (0) 7667 8579
office@pigla.at

SLOWENIEN (SL)

ERTL GLAS STEKLO,
proizvodnja stekla d.o.o.
SI-1310 Ribnica
Tel.: +386 (0) 18350500
info@ertl-glas.si

NIEDERLANDE (NL)

GLASINDUSTRIE
BEN EVERS b.v.
NL-5482 TN Schijndel
Tel.: +31 (0) 73 547 4567
info@benevers.nl

BELGIEN (BE)

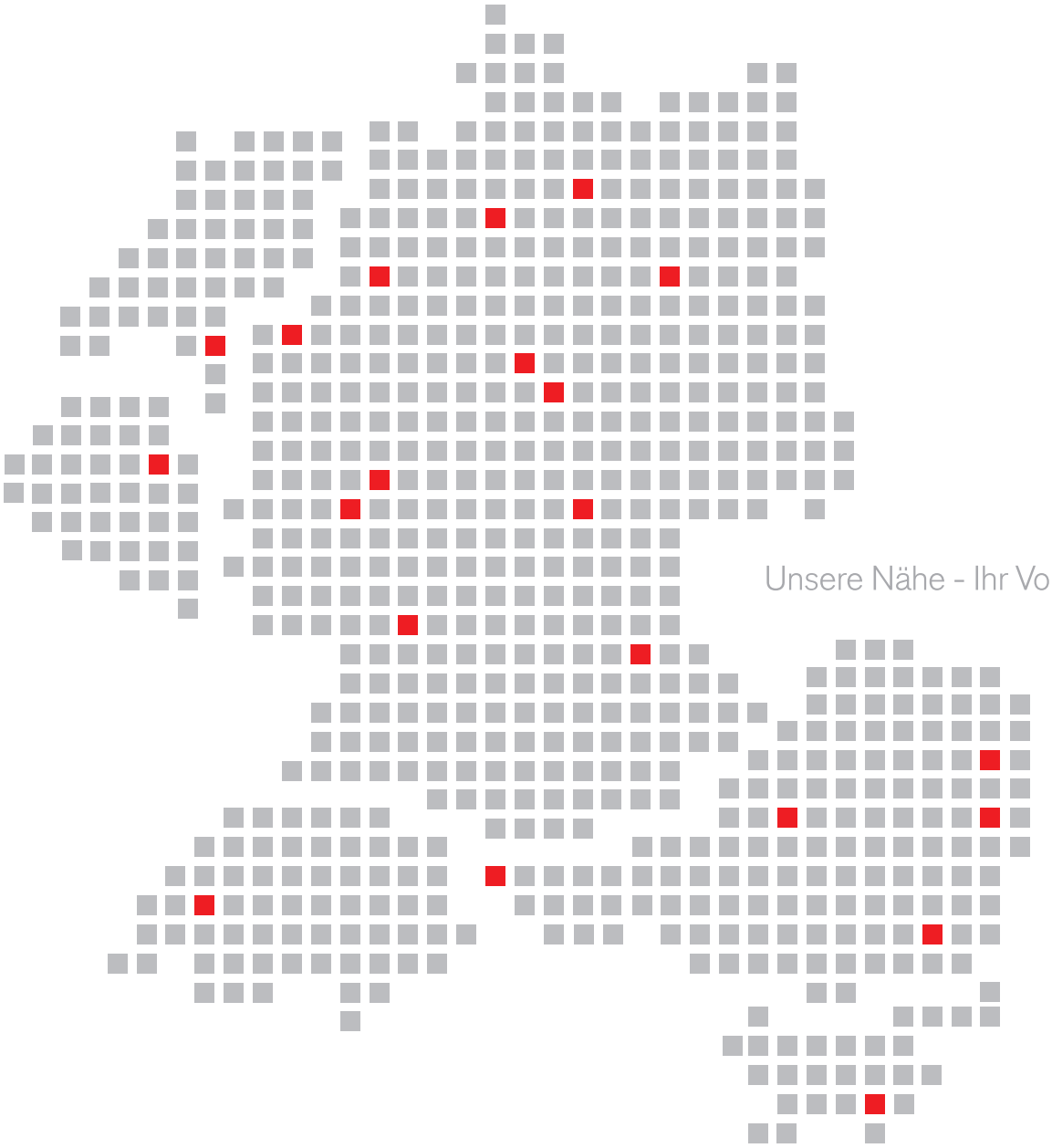
GROUP CEYSSENS
BE-3550 Heusden-Zolder
Tel.: +32 (0) 11 57 0100
info@groupceyssens.com

SCHWEIZ (CH)

SOFRAVER S.A.
CH-1754 Avry-Rosé
Tel.: +41 (0) 26 470 4510
office@sofraver.ch

UNIGLAS®

ALLES KLAR



Unsere Nähe - Ihr Vorteil

UNIGLAS GmbH & Co. KG
Robert-Bosch-Straße 10
D-56410 Montabaur
Telefon: +49 (0) 2602/94929-0
Fax: +49 (0) 2602/94929-299
E-Mail: info@uniglas.de

© UNIGLAS® 4/2019