

Richtlinie zur Verwendung von Glasprodukten der Firma Goldbach Kirchner *raumconcepte* GmbH



Herausgeber

**Goldbach Kirchner *raumconcepte* GmbH
Am Sportplatz 7
63826 Geiselbach**

Stand: November 2023

Inhaltsverzeichnis

1.	Anlieferung & Transport von Glas	4
1.1	Verpackung	4
1.2	Schutz vor Beschädigungen im Kantenbereich	4
1.3	Schutz vor Oberflächenbeschädigungen	4
1.4	Ladungssicherung	4
1.5	Entladen vor Ort	4
1.6	Lagerung von Glasprodukten auf der Baustelle.....	4
2.	Montage von Glasprodukten	5
2.1	Transport von Glasprodukten im Gebäude.....	5
2.2	Zwischenlagerung von Glasscheiben	5
2.3	System Montage.....	5
2.4	Kontrolle	5
3.	Reinigen von Glasoberflächen	6
3.1	Während der Bauphase.....	6
3.2	Abnahme der Glasprodukte.....	6
3.3	Wasserschäden und –Ablagerungen.....	6
3.4	Scheibenreinigung.....	6
3.5	Ungeeignete Reinigungsmittel.....	7
3.5	Reinigen von satiniertem Glas.....	7
4.	Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen 9	
4.1	Herausgeber und Urheber	9
4.2	Geltungsbereich	9
4.3	Prüfung.....	10
4.4	Zulässigkeiten für die visuelle Qualität von Glas für das Bauwesen.....	11
4.5	Allgemeine Hinweise	12
4.5.1	Visuelle Eigenschaften von Glaserzeugnissen	12
4.5.1.1	Eigenfarbe	12
4.5.1.2	Farbunterschiede bei Beschichtungen.....	12
4.5.1.3	Bewertung des sichtbaren Bereiches des Isolierglas-Randverbundes	12

4.5.1.4	Isolierglas mit innenliegenden Sprossen	13
4.5.1.5	Außenflächenbeschädigung	13
4.5.1.6	Physikalische Merkmale	13
4.5.2	Begriffserklärung	14
4.5.2.1	Interferenzerscheinungen	14
4.5.2.2	Isolierglaseffekt.....	14
4.5.2.3	Anisotropien.....	14
4.5.2.4	Kondensation auf Scheiben Außenflächen (Tauwasserbildung)	15
4.5.2.5	Benetzbarkeit von Glasoberflächen.....	15
5.	Geradheit (Verwerfung) von vorgespannten Gläsern gem. EN12150-1	16
5.1	Allgemeines	16
5.2	Generelle Verwerfung – bei ESG aus Floatglas	16
5.3	Örtliche Verwerfung – gültig für ESG aus Floatglas	17
5.4	Darstellung der Verwerfung für ESG und VSG Glasaufbauten.....	18
5.5	Sonstige Verwerfungen und Abweichungen der Planität	18
6.	Spontanbruch bei ESG.....	19
6.1	Wie kommt es zu einem Spontanbruch	19
6.2	Heißlagerungsprüfung (Heat-Soak-Test HST).....	19
6.3	Wie kann einem Spontanbruch vorgebeugt werden	19

1. Anlieferung & Transport von Glas

1.1 Verpackung

Die Verpackung von Glasprodukten der Fa. Goldbach Kirchner *raumconcepte* GmbH erfolgt entweder auf Einweg-Glasböcken aus Holz oder auf Mehrweggestellen aus Metall. Die Mehrweggestelle müssen nach der Verwendung an den Eigentümer zurückgeführt werden.

1.2 Schutz vor Beschädigungen im Kantenbereich

Wenn die Gläser über die Paletten oder Gestelle überstehen, ist der Kantenbereich mit entsprechenden Kantenschutzprofilen zu schützen. Gegebenenfalls ist hier eine separate Einfassung aus Holz notwendig.

1.3 Schutz vor Oberflächenbeschädigungen

Der Schutz der Glasoberflächen erfolgt zwischen den Scheiben mittels Korkplättchen. Bei Glaselementen, die bereits im Glasrahmen eingefasst sind, werden werkseitig transparente Schutzfolien aufgebracht.

1.4 Ladungssicherung

Bei der Sicherung der Paletten oder Gestelle ist darauf zu achten, dass diese ausreichend mit Spannbändern aus Metall bzw. Kunststoff abgespannt sind. Der § 22 der Straßenverkehrsordnung (StVO) verlangt, dass Ladung so zu verstauen und zu sichern ist, dass sie selbst bei Vollbremsung oder plötzlicher Ausweichbewegung nicht verrutschen, umfallen, hin- und herrollen, herabfallen oder vermeidbaren Lärm erzeugen kann. Dabei sind ebenfalls die anerkannten Regeln der Technik (wie z. B. VDI-Richtlinien 2700 ff) zu beachten.

1.5 Entladen vor Ort

Bei der Entladung auf der Baustelle ist zu beachten, dass weder Verkehr, Nutzer fremder Einrichtungen, Passanten und Bauherrschaft nicht mehr als zumutbar behindert oder beeinträchtigt werden dürfen.

1.6 Lagerung von Glasprodukten auf der Baustelle

Die Lagerung auf der Baustelle muss stets an einem trockenen und vor äußeren Verschmutzungen geschützten Ort erfolgen. Die gelagerten Glasgestelle dürfen weder Verkehrs- noch Rettungswege versperren.

2. Montage von Glasprodukten

2.1 Transport von Glasprodukten im Gebäude

Beim Transport innerhalb eines Gebäudes ist besonderes Augenmerk darauf zu legen, dass keine Beschädigungen am Baukörper und anderen Vorgewerken entstehen. Sollte es dennoch zu einer Beschädigung kommen, ist diese unverzüglich der Bauleitung oder der Bauherrschaft zu melden. Beim Transport innerhalb eines Gebäudes kann es erforderlich sein, dass spezielle Transportmittel zum Einsatz kommen. Falls nötig müssen hier Transportwege mit Spanplatten oder Kartonagen abgedeckt werden um fertige Oberflächen vor Beschädigung und Verschmutzung zu schützen.

2.2 Zwischenlagerung von Glasscheiben

Das Abstellen von Gläsern und Glasrahmen ist nur zulässig mit entsprechenden Holz- oder Kartonunterlagen. Beim Anlehnen an eine Wand ist diese gegen Beschädigungen und Verschmutzungen zu schützen.

2.3 System Montage

Die Montage von Trennwandsystemen der Fa. Goldbach Kirchner *raumconcepte* GmbH muss gem. der jeweiligen Montageanleitung erfolgen. Für die Montage von Sonder-Glaswandsystemen wie zum Beispiel Brandschutzverglasungen, absturzsichernden Verglasungen nach TRAV usw. sind spezielle Schulungen und Einweisungen der Monteure erforderlich. Diese müssen gegenüber Goldbach Kirchner *raumconcepte* GmbH bestätigt werden.

2.4 Kontrolle

Auf jeder Baustelle ist ein Montageleiter einzuteilen, welcher für die Einhaltung und Kontrolle der vorgenannten Punkte verantwortlich ist. Dieser Montageleiter ist auch der direkte Ansprechpartner für die Bauleitung oder Bauherrschaft.

3. Reinigen von Glasoberflächen

Glas verträgt viel – aber nicht alles!

Glas als Teil der inneren raumabschließenden Trennwand unterliegt der natürlichen und baubedingten Verschmutzung. Normale Verschmutzungen, in angemessenen Intervallen fachgerecht gereinigt, stellen für Glas kein Problem dar. In Abhängigkeit von Zeit, Standort, Klima und Bausituation kann es aber zu einer deutlichen chemischen und physikalischen Anlagerung von Verschmutzungen an die Glasoberfläche kommen, bei denen die fachgerechte Reinigung besonders wichtig ist.

3.1 Während der Bauphase

Grundsätzlich ist jede aggressive Verschmutzung im Laufe des Baufortschritts zu vermeiden. Sollte dies dennoch vorkommen, so müssen die Verschmutzungen sofort nach dem Entstehen vom Verursacher mit nicht-aggressiven Mitteln rückstandsfrei abgewaschen werden. Insbesondere Beton- oder Zementschlämme, Putze und Mörtel sind hochalkalisch und führen zu einer Verätzung des Glases (Blindwerden), falls sie nicht sofort mit reichlich Wasser abgespült werden. Staubige und körnige Anlagerungen müssen fachgerecht, jedoch keinesfalls trocken entfernt werden. Der Auftraggeber ist aufgrund seiner Mitwirkungs- und Schutzpflichten verantwortlich, das Zusammenwirken der verschiedenen Gewerke zu regeln, insbesondere nachfolgende Gewerke über die notwendigen Schutzmaßnahmen in Kenntnis zu setzen. Eine Minimierung von Verschmutzungen kann durch einen optimierten Bauablauf und durch separat beauftragte Schutzmaßnahmen, wie z. B. das Anbringen von Schutzfolien vor die Glaselemente, erreicht werden.

3.2 Abnahme der Glasprodukte

Die allgemeine Abnahme der von Goldbach Kirchner *raumconcepte* gelieferten Produkte schließt die Abnahme der Glasoberfläche im Allgemeinen mit ein. Falls eine gesonderte Abnahme der Glasoberfläche von der Bauleitung oder der Bauherrschaft gewünscht wird, kann dies separat auf dem Abnahmeprotokoll vermerkt werden.

3.3 Wasserschäden und –Ablagerungen

Auch die Langzeiteinwirkung von Wasser kann zu Oberflächenschäden führen. Insbesondere dann, wenn vor der Baureinigung lange Zeit eine starke Verschmutzung auf die Scheiben eingewirkt hat. Scheiben müssen regelmäßig gereinigt werden, u.U. auch während der Bauphase.

3.4 Scheibenreinigung

Die folgenden Hinweise zur Reinigung treffen auf alle am Bau verwandten Glaserzeugnisse zu. Bei der Reinigung von Glas ist immer mit viel sauberem Wasser zu arbeiten, um einen Scheuereffekt durch Schmutzpartikel zu vermeiden. Als Handwerkszeuge sind zum Beispiel weiche, saubere

Schwämme, Leder, Lappen oder Gummiabstreifer geeignet. Unterstützt werden kann die Reinigungswirkung durch den Einsatz weitgehend neutraler Reinigungsmittel oder handelsüblicher Haushalts-Glasreiniger. Handelt es sich bei den Verschmutzungen um Fett oder Dichtstoffrückstände, so kann für die Reinigung auf handelsübliche Lösungsmittel wie Spiritus zurückgegriffen werden. Von allen chemischen Reinigungsmitteln dürfen alkalische Laugen, Säuren und fluoridhaltige Mittel generell nicht angewendet werden. Der Einsatz von spitzen, scharfen metallischen Gegenständen, z.B. Klingen oder Messern, kann Oberflächenschäden (Kratzer) verursachen.

Ein Reinigungsmittel darf die Oberfläche nicht erkennbar angreifen. Das sogenannte „Abklingen“ mit dem Glashobel zur Reinigung ganzer Glasflächen ist nicht zulässig. Werden während der Reinigungsarbeiten durch die Reinigung verursachte Schädigungen der Glasprodukte oder Glasoberflächen bemerkt, so sind die Reinigungsarbeiten unverzüglich zu unterbrechen und die zur Vermeidung weiterer Schädigungen notwendigen Informationen einzuholen.

Einscheibensicherheitsglas / (ESG) wie auch teilvorgespanntes Glas / (TVG) ist nach gesetzlichen Vorschriften dauerhaft gekennzeichnet und kann mit speziellen Oberflächenbeschichtungen kombiniert sein. Als Folge der Weiterveredelung weist vorgespanntes Glas im Allgemeinen nicht die gleiche extreme Planität wie normal gekühltes Spiegelglas auf. Sein Einbau ist vielfach vorgeschrieben, um gesetzlichen oder normativen Vorgaben zu genügen. Die Oberfläche von ESG ist durch den thermischen Vorspannprozess im Vergleich zu normalem Floatglas verändert. Es wird ein Spannungsprofil erzeugt, welches zu einer höheren Biegezugfestigkeit führt. Dies kann zu einer anderen Oberflächeneigenschaft führen.

3.5 Ungeeignete Reinigungsmittel

Zur Reinigung von Verglasungen dürfen niemals stark alkalische Waschlaugen sowie Säuren, insbesondere Flusssäuren, sowie fluoridhaltige Reinigungsmittel verwendet werden.

Glasoberflächen dürfen auf keinen Fall mit Reinigungsmitteln die Scheuer- oder Schürfbestandteile (abrasive Reinigungsmittel) behandelt werden. Reinigungsgegenstand und –flüssigkeit häufig wechseln, um zu vermeiden, dass abgewaschener Schmutz, Staub und Sand wieder auf die Glasoberfläche gelangen und diese verkratzen können. Metallische Gegenstände wie Klingen, Schaber, Spachteln und Stahlwolle dürfen zur Glasreinigung nicht verwendet werden.

3.5 Reinigen von satiniertem Glas

Satiniertes Glas besitzt auf einer Seite eine leicht raue Oberfläche. Durch die rauere Oberfläche kann es zu einem leichteren Verschmutzen gegenüber glatten Glasoberflächen kommen. Um die Werterhaltung von satiniertem Glas beizubehalten, ist es notwendig dieses mit noch größerer Sorgfalt als andere Glasoberflächen zu behandeln.

In dem unter Punkt 3. genannten Ausführungen beziehen wir uns weitgehend auf das „Merkblatt zur Glasreinigung“.

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet vom:

Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar
Bundesverband Flachglas e.V., Troisdorf
Gütegemeinschaft Mehrscheiben-Isolierglas e. V., Troisdorf
Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e. V., Frankfurt
Consafis WEE, Balingen
Glas Trösch GmbH Sanco Beratung, Nördlingen
Interpane Glasindustrie AG, Lauenförde
ISOLAR-Glas-Beratung GmbH, Kirchberg
Pilkington Deutschland AG, Essen
Saint-Gobain-Glass Deutschland GmbH, Aachen
Uniglas GmbH & Co. KG, Montabaur

4. Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen

4.1 Herausgeber und Urheber

Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar
Bundesverband der Jungglaser und Fensterbauer e.V., Hadamar
Bundesverband Flachglas e.V., Troisdorf
Bundesverband Glasindustrie e.V., Düsseldorf
Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V., Frankfurt am Main

Diese Richtlinie wurde erarbeitet vom:

- Technischen Beirat im Institut des Glaserhandwerks für Verglasungstechnik und Fensterbau, Hadamar
- Technischen Ausschuss des Bundesverband Flachglas, Troisdorf.

Stand: Mai 2009

Der Nachdruck dieser Richtlinie erfolgt mit freundlicher Genehmigung des Bundesinnungsverbandes des Glaserhandwerks in Hadamar

4.2 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen (Verwendung in der Gebäudehülle und beim Ausbau von baulichen Anlagen/Bauwerken). Die Beurteilung erfolgt entsprechend den nachfolgend beschriebenen Prüfgrundsätzen mit Hilfe der in der Tabelle nach Abschnitt 3 angegebenen Zulässigkeiten.

Bewertet wird die im eingebauten Zustand verbleibende lichte Glasfläche. Glaserzeugnisse in der Ausführung mit beschichteten Gläsern, in der Masse eingefärbten Gläsern, Verbundgläsern oder vorgespannten Gläsern (Einscheiben- Sicherheitsglas, teilvorgespanntes Glas) können ebenfalls mit Hilfe der Tabelle nach Abschnitt 3 beurteilt werden.

Die Richtlinie gilt nicht für Glas in Sonderausführungen, wie z. B. Glas mit eingebauten Elementen im Scheibenzwischenraum (SZR) oder im Verbund, Glaserzeugnisse unter Verwendung von Ornamentglas, Drahtglas, Sicherheits-Sonderverglasungen (angriffshemmende Verglasungen), Brandschutzverglasungen, und nicht transparenten Glaserzeugnissen. Diese Glaserzeugnisse sind in Abhängigkeit der verwendeten Materialien, der Produktionsverfahren und der entsprechenden Herstellerhinweise zu beurteilen. Die Bewertung der visuellen Qualität der Kanten von Glaserzeugnissen ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie. Bei nicht allseitig gerahmten Konstruktionen entfällt für die nicht gerahmten Kanten das Betrachtungskriterium Falzzone. Der geplante Verwendungszweck ist bei der Bestellung anzugeben. Für die Betrachtung von Glas in Fassaden in der Außenansicht sollten besondere Bedingungen vereinbart werden.

4.3 Prüfung

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

Die Prüfung der Verglasungen gemäß der Tabelle nach Abschnitt 3 ist aus einem Abstand von mindestens 1 m von innen nach außen und aus einem Betrachtungswinkel, welcher der allgemein üblichen Raumnutzung entspricht, vorzunehmen. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder 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.

Eine eventuelle Beurteilung der Außenansicht erfolgt im eingebauten Zustand unter üblichen Betrachtungsabständen. Prüfbedingungen und Betrachtungsabstände aus Vorgaben in Produktnormen für die betrachteten Verglasungen können hiervon abweichen und finden in dieser Richtlinie keine Berücksichtigung. Die in diesen Produktnormen beschriebenen Prüfbedingungen sind am Objekt oft nicht einzuhalten.

4.4 Zulässigkeiten für die visuelle Qualität von Glas für das Bauwesen

Tabelle aufgestellt für Floatglas, ESG, TVG, VG, VSG jeweils beschichtet oder unbeschichtet sowie deren Kombination zu Zweischeiben-Isolierglas	
Zone	Zulässig pro Einheit sind:
F	Außenliegende flache Randbeschädigungen bzw. Muscheln, die die Festigkeit des Glases nicht beeinträchtigen und die Randverbundbreite nicht überschreiten.
	Innenliegende Muscheln ohne lose Scherben, die durch Dichtungsmasse ausgefüllt sind.
	Punkt- und flächenförmige Rückstände sowie Kratzer uneingeschränkt.
R	Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc.: Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$: max. 4 Stück à $< 3 \text{ mm } \varnothing$ Scheibenfläche $> 1 \text{ m}^2$: max. 1 Stück à $< 3 \text{ mm } \varnothing$ je umlaufenden m Kantenlänge
	Rückstände (punktförmig) im Scheibenzwischenraum (SZR): Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$: max. 4 Stück à $< 3 \text{ mm } \varnothing$ Scheibenfläche $> 1 \text{ m}^2$: max. 1 Stück à $< 3 \text{ mm } \varnothing$ je umlaufenden m Kantenlänge
	Rückstände (flächenförmig) im SZR: max. 1 Stück $\leq 3 \text{ cm}^2$
	Kratzer: Summe der Einzellängen: max. 90 mm – Einzellänge: max. 30 mm
	Haarkratzer: nicht gehäuft erlaubt
H	Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc.: Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$: max. 2 Stück à $< 2 \text{ mm } \varnothing$ $1 \text{ m}^2 < \text{Scheibenfläche} \leq 2 \text{ m}^2$: max. 3 Stück à $< 2 \text{ mm } \varnothing$ Scheibenfläche $> 2 \text{ m}^2$: max. 5 Stück à $< 2 \text{ mm } \varnothing$
	Kratzer: Summe der Einzellängen: max. 45 mm – Einzellänge: max. 15 mm
	Haarkratzer: nicht gehäuft erlaubt
R+H	max. Anzahl der Zulässigkeiten wie in Zone R Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc. von 0,5 bis $< 1,0 \text{ mm}$ sind ohne Flächenbegrenzung zugelassen, außer bei Anhäufungen. Eine Anhäufung liegt vor, wenn mindestens 4 Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc. innerhalb einer Kreisfläche mit einem Durchmesser von $\leq 20 \text{ cm}$ vorhanden sind.
<p>Hinweise: Beanstandungen $\leq 0,5 \text{ mm}$ werden nicht berücksichtigt. Vorhandene Störfelder (Hof) dürfen nicht größer als 3 mm sein.</p> <p>Zulässigkeiten für Dreifach-Wärmedämmglas, Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG): Die Zulässigkeiten der Zone R und H erhöhen sich in der Häufigkeit je zusätzlicher Gaseinheit und je Verbundgaseinheit um 25 % der oben genannten Werte. Das Ergebnis wird stets aufgerundet.</p> <p>Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) und teilvorgespanntes Glas (TVG) sowie Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG) aus ESG und/oder TVG:</p> <ol style="list-style-type: none"> Die lokale Welligkeit auf der Glasfläche – außer bei ESG aus Ornamentglas und TVG aus Ornamentglas – darf 0,3 mm bezogen auf eine Messstrecke von 300 mm nicht überschreiten. Die Verwerfung bezogen auf die gesamte Gaskantenlänge – außer bei ESG aus Ornamentglas und TVG aus Ornamentglas – darf nicht größer als 3 mm pro 1000 mm Gaskantenlänge sein. Bei quadratischen Formaten und annähernd quadratischen Formaten (bis 1:1,5) sowie bei Einzelscheiben mit einer Nennstärke $< 6 \text{ mm}$ können größere Verwerfungen auftreten. 	
<p>F = Falzzone: Breite 18 mm (mit Ausnahme von mechanischen Kantenbeschädigungen keine Einschränkungen)</p> <p>R = Randzone: Fläche 10 % der jeweiligen lichten Breiten- und Höhenmaße (weniger strenge Beurteilung)</p> <p>H = Hauptzone: (strenge Beurteilung)</p>	

4.5 Allgemeine Hinweise

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

Eigenschaftswerte von Glaserzeugnissen, wie z. B. Schalldämm-, Wärmedämm- und Lichttransmissionswerte etc., die für die entsprechende Funktion angegeben werden, beziehen sich auf Prüfscheiben nach der entsprechend anzuwendenden Prüfnorm. Bei anderen Scheibenformaten, Kombinationen sowie durch den Einbau und äußere Einflüsse können sich die angegebenen Werte und optischen Eindrücke ändern.

Die Vielzahl der unterschiedlichen Glaserzeugnisse lässt nicht zu, dass die Tabelle nach Abschnitt 3 uneingeschränkt anwendbar ist. Unter Umständen ist eine produktbezogene Beurteilung erforderlich. In solchen Fällen, z. B. bei Sicherheits- Sonderverglasungen (angriffshemmende Verglasungen), sind die besonderen Anforderungsmerkmale in Abhängigkeit der Nutzung und der Einbausituation zu bewerten. Bei Beurteilung bestimmter Merkmale sind die produktspezifischen Eigenschaften zu beachten.

4.5.1 Visuelle Eigenschaften von Glaserzeugnissen

4.5.1.1 Eigenfarbe

Alle bei Glaserzeugnissen verwendeten Materialien haben rohstoffbedingte Eigenfarben, welche mit zunehmender Dicke deutlicher werden können. Aus funktionellen Gründen werden beschichtete Gläser eingesetzt. Auch beschichtete Gläser haben eine Eigenfarbe. Diese Eigenfarbe kann in der Durchsicht und/oder in der Aufsicht unterschiedlich erkennbar sein. Schwankungen des Farbeindrucks sind aufgrund des Eisenoxidgehalts des Glases, des Beschichtungsprozesses, der Beschichtung sowie durch Veränderungen der Glasdicken und des Scheibenaufbaus möglich und nicht zu vermeiden.

4.5.1.2 Farbunterschiede bei Beschichtungen

Eine objektive Bewertung des Farbunterschiedes bei Beschichtungen erfordert die Messung bzw. Prüfung des Farbunterschiedes unter vorher exakt definierten Bedingungen (Glasart, Farbe, Lichtart). Eine derartige Bewertung kann nicht Gegenstand dieser Richtlinie sein. (Weitere Informationen dazu finden sich in dem VFF Merkblatt „Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen“)

4.5.1.3 Bewertung des sichtbaren Bereiches des Isolierglas-Randverbundes

Im sichtbaren Bereich des Randverbundes und somit außerhalb der lichten Glasfläche können bei Isolierglas an Glas und Abstandhalterraahmen fertigungsbedingte Merkmale erkennbar sein. Diese Merkmale können sichtbar werden, wenn der Isolierglas-Randverbund konstruktionsbedingt an einer oder mehreren Seiten nicht

abgedeckt ist. Die zulässigen Abweichungen der Parallelität der/der Abstandhalter(s) zur geraden Glaskante oder zu weiteren Abstandhaltern (z. B. bei Dreifach-Wärmedämmglas) betragen bis zu einer Grenzkantenlänge von 2,5 m insgesamt 4 mm, bei größeren Kantenlängen insgesamt 6 mm. Bei Zweischeiben-Isolierglas beträgt die Toleranz des Abstandhalters bis zur Grenz-Kantenlänge von 3,5 m 4 mm, bei größeren Kantenlängen 6 mm. Wird der Randverbund des Isolierglases konstruktionsbedingt nicht abgedeckt, können typische Merkmale des Randverbundes sichtbar werden, die nicht Gegenstand der Richtlinie sind und im Einzelfall zu vereinbaren sind. Besondere Rahmenkonstruktionen und Ausführungen des Randverbundes von Isolierglas erfordern eine Abstimmung auf das jeweilige Verglasungssystem.

4.5.1.4 Isolierglas mit innenliegenden Sprossen

Durch klimatische Einflüsse (z. B. Isolierglaseffekt) sowie Erschütterungen oder manuell angeregte Schwingungen können zeitweilig bei Sprossen Klappergeräusche entstehen. Sichtbare Sägeschnitte und geringfügige Farbablösungen im Schnittbereich sind herstellungsbedingt. Abweichungen von der Rechtwinkligkeit und Versatz innerhalb der Feldeinteilungen sind unter Berücksichtigung der Fertigungs- und Einbautoleranzen und des Gesamteindrucks zu beurteilen. Auswirkungen aus temperaturbedingten Längenänderungen bei Sprossen im Scheibenzwischenraum können grundsätzlich nicht vermieden werden. Ein herstellungsbedingter Sprossenversatz ist nicht komplett vermeidbar.

4.5.1.5 Außenflächenbeschädigung

Bei mechanischen oder chemischen Außenflächenverletzungen, die nach dem Verglasen erkannt werden, ist die Ursache zu klären. Solche Beanstandungen können auch nach Abschnitt 3 beurteilt werden. Im Übrigen gelten u. a. folgende Normen und Richtlinien:

- Technische Richtlinien des Glaserhandwerks
- VOB/C ATV DIN 18 361 „Verglasungsarbeiten“
- Produktnormen für die betrachteten Glasprodukte
- Merkblatt zur Glasreinigung, herausgegeben vom Bundesverband Flachglas e. V. u. a.
- Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas, herausgegeben vom Bundesverband Flachglas e. V. u. a. und die jeweiligen technischen Angaben und die gültigen Einbauvorschriften der Hersteller.

4.5.1.6 Physikalische Merkmale

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

- Interferenzerscheinungen
- Isolierglaseffekt

- Anisotropien
- Kondensation auf den Scheiben-Außenflächen (Tauwasserbildung)
- Benetzbarkeit von Glasoberflächen

4.5.2 Begriffserklärung

4.5.2.1 Interferenzerscheinungen

Bei Isolierglas aus Floatglas können Interferenzen in Form von Spektralfarben auftreten. Optische Interferenzen sind Überlagerungserscheinungen zweier oder mehrerer Lichtwellen beim Zusammentreffen auf einen Punkt. Sie zeigen sich durch mehr oder minder starke farbige Zonen, die sich bei Druck auf die Scheibe verändern. Dieser physikalische Effekt wird durch die Planparallelität der Glasoberflächen verstärkt. Diese Planparallelität sorgt für eine verzerrungsfreie Durchsicht. Interferenzerscheinungen entstehen zufällig und sind nicht zu beeinflussen.

4.5.2.2 Isolierglaseffekt

Isolierglas hat ein durch den Randverbund eingeschlossenes Luft-/Gasvolumen, dessen Zustand im Wesentlichen durch den barometrischen Luftdruck, die Höhe der Fertigungsstätte über Normal-Null (NN) sowie die Lufttemperatur zur Zeit und am Ort der Herstellung bestimmt wird. Bei Einbau von Isolierglas in anderen Höhenlagen, bei Temperaturänderungen und Schwankungen des barometrischen Luftdruckes (Hoch- und Tiefdruck) ergeben sich zwangsläufig konkave oder konvexe Wölbungen der Einzelscheiben und damit optische Verzerrungen. Auch Mehrfachspiegelungen können unterschiedlich stark an Oberflächen von Glas auftreten. Verstärkt können diese Spiegelbilder erkennbar sein, wenn z. B. der Hintergrund der Verglasung dunkel ist. Diese Erscheinung ist eine physikalische Gesetzmäßigkeit.

4.5.2.3 Anisotropien

Anisotropien sind ein physikalischer Effekt bei wärmebehandelten Gläsern, resultierend aus der internen Spannungsverteilung. Eine abhängig vom Blickwinkel entstehende Wahrnehmung dunkelfarbiger Ringe oder Streifen bei polarisiertem Licht und/oder Betrachtung durch polarisierende Gläser ist möglich. Polarisiertes Licht ist im normalen Tageslicht vorhanden. Die Größe der Polarisation ist abhängig vom Wetter und vom Sonnenstand. Die Doppelbrechung macht sich unter flachem Blickwinkel oder auch bei im Eck zueinander stehenden Glasflächen stärker bemerkbar.

4.5.2.4 **Kondensation auf Scheiben Außenflächen (Tauwasserbildung)**

Kondensat (Tauwasser) kann sich auf den äußeren Glasoberflächen dann bilden, wenn die Glasoberfläche kälter ist als die angrenzende Luft (z. B. beschlagene PKW-Scheiben). Die Tauwasserbildung auf den äußeren Oberflächen einer Glasscheibe wird durch den Ug-Wert, die Luftfeuchtigkeit, die Luftströmung und die Innen- und Außentemperatur bestimmt. Die Tauwasserbildung auf der raumseitigen Scheibenoberfläche wird bei Behinderung der Luftzirkulation, z. B. durch tiefe Laibungen, Vorhänge, Blumentöpfe, Blumenkästen, Jalousetten sowie durch ungünstige Anordnung der Heizkörper, mangelnde Lüftung o. ä. gefördert. Bei Isolierglas mit hoher Wärmedämmung kann sich auf der witterungsseitigen Glasoberfläche vorübergehend Tauwasser bilden, wenn die Außenfeuchtigkeit (relative Luftfeuchte außen) hoch und die Lufttemperatur höher als die Temperatur der Scheibenoberfläche ist.

4.5.2.5 **Benetzbarkeit von Glasoberflächen**

Die Benetzbarkeit der Glasoberflächen kann z. B. durch Abdrücke von Rollen, Fingern, Etiketten, Papiermaserungen, Vakuumsaugern, durch Dichtstoffreste, Silikonbestandteile, Glättmittel, Gleitmittel oder Umwelteinflüsse unterschiedlich sein. Bei feuchten Glasoberflächen infolge Tauwasser, Regen oder Reinigungswasser kann die unterschiedliche Benetzbarkeit sichtbar werden.

5. Geradheit (Verwerfung) von vorgespannten Gläsern gem. EN12150-1

5.1 Allgemeines

Durch das Verfahren des Vorspannens selbst ist es nicht möglich, ein Produkt mit der Geradheit von normal gekühltem Glas herzustellen. Diese Abweichung von der Geradheit ist abhängig von der Glasart, z. B. beschichtet usw., den Maßen des Glases, d. h. der Nennstärke, den Maßen und dem Seitenverhältnis, sowie vom angewendeten Vorspannverfahren.

Die Verwerfung bezogen auf die gesamte Glaskantenlänge, außer bei ESG aus Ornamentglas und TVG aus Ornamentglas, darf nicht größer als 3 mm pro 1000 mm Glaskantenlänge sein. Bei quadratischen Formaten sowie bei annähernd quadratischen Formaten (bis 1:1,5) und auch bei Einzelscheiben mit einer Nennstärke < 6 mm können größere Verwerfungen auftreten.

5.2 Generelle Verwerfung – bei ESG aus Floatglas

Während der Vorspannung von Floatglas zu teilvorgespanntem Glas oder Einscheibensicherheitsglas kann es zu generellen Verwerfungen kommen. Im Gegensatz zur örtlichen Verwerfung ist von dieser Deformation die gesamte Glasscheibe betroffen. Häufig werden die Ränder der Glasscheibe dabei angehoben.

Generelle Verwerfungen beeinträchtigen die Homogenität der Glasoberfläche negativ. Diese Deformation kann sich negativ bei der Weiterverarbeitung zu Verbundsicherheitsglas auswirken, da durch die fehlende Planität während des Laminierens unvermeidbare Spannungen im Glas eingebracht werden. In modernen Vorspannöfen ist es über spezielle, optische Verfahren möglich, die Planität einer Glasscheibe noch im Ofen zu messen.

Die Bestimmung der Planität, d.h. die Messung der generellen Verwerfungen, erfolgt nach DIN EN 12150-1 Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas. Für die manuelle Messung (keine optische Messung während des Vorspannprozesses) muss die Glasscheibe vertikal entlang der langen Seite auf zwei Klötzen aufgestellt werden. Die Durchbiegung wird mit einem Haarlineal oder einem gespannten Draht als maximaler Abstand zur konkaven Oberfläche der Glasscheibe, entlang der Glaskanten und der Diagonalen gemessen (sh. Abb. unter 5.4).

Ausgedrückt wird die generelle Verwerfung als Wert der Durchbiegung, dividiert durch die gemessene Länge der Kante (Einheit: [mm/mm]). Für horizontal vorgespanntes Floatglas ist nach DIN EN 12150-1 und DIN EN 1863-1 Glas im Bauwesen – Teilvorgespanntes Kalknatronglas eine generelle Verwerfung von 0,003 mm/mm zulässig.

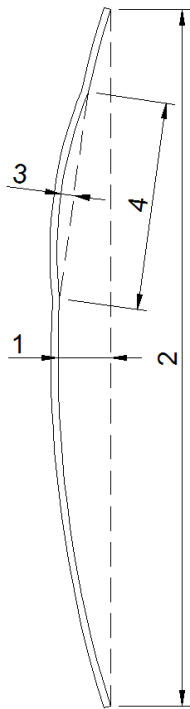
5.3 Örtliche Verwerfung – gültig für ESG aus Floatglas

Wellenartige Oberflächenunebenheiten, welche bei der Herstellung thermisch vorgespannter Gläser auftreten können, werden als örtliche Verwerfungen oder Rollerwaves bezeichnet. Dieser optische Einfluss kann die Homogenität der Glasoberfläche beeinträchtigen und wird mitunter als Wellenbildung war genommen.

Bedingt durch den Vorspannprozess ist es nicht möglich, ein Glas thermisch so zu veredeln, dass die Geradheit (Planität) von normal gekühltem Floatglas erreicht werden kann. Grund dafür ist der komplexe Vorspannvorgang: Damit eine Glasplatte beim Vorspannen eben bleibt, darf die exakte Vorspanntemperatur nicht übersteigen werden. Thermodynamisch ist das im alltäglichen Produktionsprozess nur schwer umsetzbar. Bedingt durch unterschiedliche Einflüsse unterliegt dieser Prozess, wechselnde Glasdicken, Beschichtungen, Ofentemperatur, etc., so dass eine gleichbleibende Qualität nur schwer zu gewährleisten ist. Wird die Glasplatte über die optimale Temperatur erhitzt, sackt sie zwischen die Transportrollen des Vorspannofens und die wellenartigen Unebenheiten werden in die Scheibe eingepreßt. Auch lokale „hot spots“ im Ofen, d.h. überdurchschnittlich heiße Bereiche, können zu diesem Problem führen.

Die Bestimmung der Geradheit, d.h. die Messung der örtlichen Verwerfungen, erfolgt nach DIN EN 12150-1 Glas im Bauwesen, Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas. Dabei wird ein Haarlineal oder ein gespannter Draht parallel und mit einem Abstand von 25 mm zur Glaskante befestigt; die Messstrecke beträgt 300 mm. Gemessen wird der Abstand zwischen gerader Kante und dem höchsten Punkt der Verwerfung, also die maximale Stichhöhe (sh. Abb. unter 5.4). Ausgedrückt wird die örtliche Verwerfung als Verhältnis der höchsten Abweichung in Millimeter bezogen auf die definierte Messstrecke, also in mm/300 mm Länge. Für horizontal vorgespanntes Floatglas (DIN EN 572-2 Glas im Bauwesen – Teil 2: Floatglas) ist nach DIN EN 12150-1 eine örtliche Verwerfung von 0,3 mm/300mm zulässig.

5.4 Darstellung der Verwerfung für ESG und VSG Glasaufbauten



- 1 = Durchbiegung zur Berechnung der generellen Verwerfung
- 2 = Breite oder Höhe, oder die Diagonale
- 3 = örtliche Verwerfung
- 4 = 300mm Länge

Glasart	Generelle Verwerfung mm / mm	Örtliche Verwerfung mm / 300mm Länge
Floatglas nach EN 572-2	0,003 d.h. ≤ 3 mm/ lfd.m	0,3 d.h. ≤ 0,3 mm/ 300mm L
Andere Glasarten	0,004 d.h. ≤ 4 mm/ lfd.m	0,5 d.h. ≤ 0,5 mm/ 300mm L

Glasart	Generelle Verwerfung mm / mm	Örtliche Verwerfung mm / 300mm Länge
VSG aus Floatglas nach DIN EN 572-2	0,002 d.h. ≤ 2 mm/ lfd.m	-----
VSG aus TVG nach DIN EN 1863-2	0,003 d.h. ≤ 3 mm/ lfd.m	0,4 d.h. ≤ 0,4 mm/ 300mm L
VSG aus ESG nach DIN EN 12150-2	0,003 d.h. ≤ 3 mm/ lfd.m	0,4 d.h. ≤ 0,4 mm/ 300mm L

5.5 Sonstige Verwerfungen und Abweichungen der Planität

Es gibt weitere Einflüsse die zu Verwerfungen bei der Glasherstellung und der folgenden Weiterbearbeitung auftreten können. Teilweise entstehen die Verwerfungen nur bei speziellen Herstellungsverfahren, bedingt durch die Richtung des Vorspannens oder bei verschiedenen Methoden unterschiedlich stark.

Neben den oben beschriebenen generellen und örtlichen Verwerfungen gibt es noch 4 weitere, in der DIN EN12150-1, benannte Arten der Verwerfung.

- Verwerfung durch Roller Waves (nur bei horizontal vorgespanntem Glas);
- Wellenverwerfung durch Luftkissen (nur bei mithilfe von Luftkissen vorgespanntem Glas);
- Unebenheit der Kanten (nur bei horizontal vorgespanntem Glas);
- Verformung des Randes (nur bei vorgespanntem Glas, hergestellt mit dem Herstellverfahren mittels Luftkissen);

Durch das Einfügen von Bohrungen und oder Ausschnitten in das Glas besteht während des Vorspannprozess die Möglichkeit weiterer Verwerfungen infolge des Fehlens von Glas und wegen Kantenauflagerungen.

6. Spontanbruch bei ESG

6.1 Wie kommt es zu einem Spontanbruch

Ein spezielles Problem des ESG ist der sogenannte Spontanbruch aufgrund von Nickelsulfid-Einschlüssen. Diese werden durch kaum vermeidbare Verunreinigungen der Glasschmelze beim Herstellungsprozess verursacht und haben die unangenehme Eigenschaft, sich im Laufe der Zeit durch Phasenumwandlung von α -NiS in β -NiS im Volumen um ca. 4 % zu vergrößern. Hinzu kommt, dass der größere Temperatúrausdehnungskoeffizient von NiS gegenüber Glas bei Temperaturerhöhungen zu inneren Spannungen führt. Trifft dies lokale Spannungserhöhung nun mit der infolge des Vorspannprozesses vorhandenen hohen Zugspannung im Glasinneren zusammen, kann es zu einer Überschreitung der Glasfestigkeit und damit zu einem sogenannten Spontanbruch kommen.

Charakteristisch sind häufig zwei größere schmetterlingsförmige Bruchstücke im Bereich des Bruchursprungs, in dessen Mitte sich der Einschluss befindet (engl. auch "cat eye" genannt). Der Bruchursprung liegt in der Regel bezogen auf die Scheibendicke im Inneren der Scheibe, also in der Zugzone. Die Einschlüsse können durch mikroskopische Untersuchungen leicht nachgewiesen werden.

Neben Nickelsulfid-Einschlüssen können aber auch andere Materialverunreinigungen zum Spontanbruch führen. Die schmetterlingsförmigen Bruchstücke sind also nicht immer eindeutig auf Einschlüsse von Nickelsulfid zurückzuführen. Erst eine chemische Analyse des Einschlusses gibt Gewissheit. Eine sehr wirksame Maßnahme gegen das Auftreten des Nickelsulfid-Spontanbruchs liegt in der erneuten Wärmebehandlung des ESG im sogenannten Heißlagerungstest (engl. heat-soak-test).

6.2 Heißlagerungsprüfung (Heat-Soak-Test HST)

Hierbei wird Glas über einen Zeitraum von acht Stunden bis etwa 290° C erwärmt, so dass das NiS-Wachstum erheblich beschleunigt wird und ein eventueller Spontanbruch schon im Heißlagerungssofen auftritt. Entscheidend für die Wirksamkeit des Testes ist, dass an jeder Stelle der Scheibe die Temperatur von 290° C über einen Zeitraum von mindestens zwei Stunden wirklich erreicht wird. Der Abstand zwischen den Scheiben während der Heißlagerung darf daher nicht zu eng gewählt werden. Deshalb ist es sinnvoll, die Heißlagerungsöfen bei üblicher Beladung zu kalibrieren und dabei eine Temperaturmessung auf der Glasoberfläche durchzuführen.

6.3 Wie kann einem Spontanbruch vorgebeugt werden

Wie bereits voran beschrieben, möchten wir darauf hinweisen, dass es sich bei einem Spontanbruch infolge von Nickelsulfideinschlüssen um Glasbrüche handelt, die nicht auf Verarbeitungsfehler basieren und somit nicht durch den Hersteller und von dem Verarbeiter zu vertreten sind. Bitte haben Sie Verständnis, dass wir eventuelle Nachlieferungen nur gegen Berechnung ausführen können.

Falls Sie einen Heat-Soak-Test wünschen und wir bei Ihrem Bauvorhaben ESG-H einsetzen sollen, sprechen sie uns bitte an. Gerne werden wir diese Gläser in unseren Angeboten berücksichtigen.