

8 Beurteilung der visuellen Qualität von Glas am Bau

8.1 Richtlinien zur Beurteilung der visuellen Qualität

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

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

8.2 Geltungsbereich

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

Die Bewertung erfolgt für die lichte Glasfläche im eingebauten Zustand.

Die Richtlinie gilt für:

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

Die Richtlinie gilt nicht für:

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

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

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

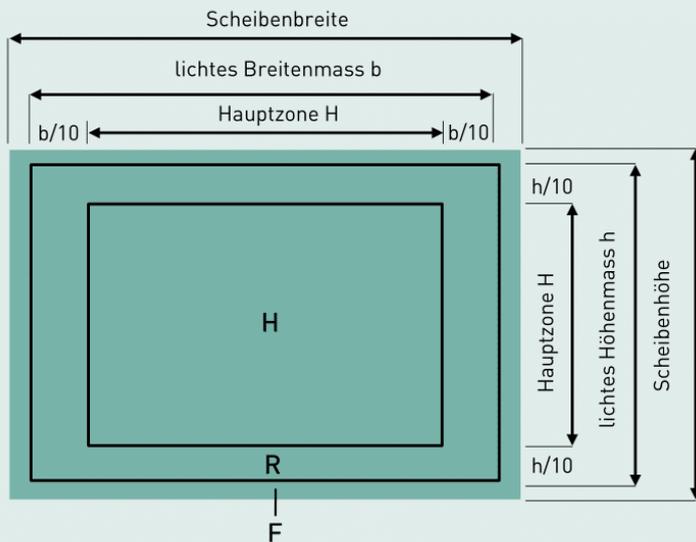
Für die Betrachtung von Glas in Fassaden in der Aussenansicht sollten besondere Bedingungen vereinbart werden.

8.3 Visuelles Prüfverfahren

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

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

8.3.1 Beurteilungszonen



F = Falzzone

Breite 18 mm

(mit Ausnahme von mechanischen Kantenbeschädigungen keine Einschränkungen)

R = Randzone

Fläche 10% der jeweilig lichten Breite und Höhe
(weniger strenge Beurteilung)

H = Hauptzone

(strenge Beurteilung)

Abb. 23: Beurteilungsfelder für die visuelle Qualität

8.3.2 Fehlerarten/Toleranzen

Tabelle aufgestellt für Floatglas, ESG, TVG, VSG

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

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

Hinweise:

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

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

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

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

- Die lokale Welligkeit auf der Glasfläche – ausser bei ESG aus Ornamentglas und TVG aus Ornamentglas – darf $0,3 \text{ mm}$ bezogen auf eine Messstrecke von 300 mm nicht überschreiten.
- Die Verwerfung bezogen auf die gesamte Glaskantenlänge – ausser bei ESG aus Ornamentglas und TVG aus Ornamentglas – darf nicht grösser als 3 mm pro 1000 mm Glaskantenlänge sein.

Tab. 32: Zulässige Fehler pro Isolierglas

8.4 Funktionelle Eigenschaften der Glaserzeugnisse

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

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

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

8.5 Visuelle Eigenschaften von Glas

8.5.1 Eigenfarbe

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

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

8.5.2 Farbunterschiede bei Beschichtungen

Eine objektive Bewertung des Farbunterschiedes bei Beschichtungen erfordert die Messung bzw. Prüfung des Farbunterschiedes unter vorher exakt definierten Bedingungen (Glasart, Farbe, Lichtart). Eine derartige Bewertung kann nicht Gegenstand dieser Richtlinie sein.

8.5.3 Bewertung des sichtbaren Bereichs des Isolierglas-Randverbundes

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

Die zulässigen Abweichungen der Parallelität der Abstandhalter(s) zur geraden Glas- kante oder zu weiteren Abstandhaltern (z.B. bei Dreifach-Wärmedämmglas) betragen bis zu einer Grenzkantenlänge von 2,5 m insgesamt 4,0 mm, bei grösseren Kantenlängen insgesamt 6 mm. Bei Zweischeiben-Isolierglas beträgt die Toleranz des Abstandhalters bis zur Grenz-Kantenlänge von 3,5 m 4,0 mm, bei grösseren Kantenlängen 6,0 mm. Wird der Randverbund des Isolierglases konstruktionsbedingt nicht abgedeckt, können typi- sche Merkmale des Randverbundes sichtbar werden, die nicht Gegenstand der Richtlinie sind und im Einzelfall zu vereinbaren sind.

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

8.5.4 Isolierglas mit innenliegenden Sprossen

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

Sichtbare Sägeschnitte und geringfügige Farbablösungen im Schnittbereich sind herstel- lungsbedingt.

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

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

8.5.5 Aussenflächenbeschädigungen

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

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

8.5.6 Physikalische Merkmale

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

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

8.6 Begriffserläuterungen

8.6.1 Interferenzerscheinungen

Bei Isolierglas aus Floatglas können Interferenzen in Form von Spektralfarben auftreten. Optische Interferenzen sind Überlagerungserscheinungen zweier oder mehrerer Lichtwellen beim Zusammentreffen auf einen Punkt.

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

Dieser physikalische Effekt wird durch die Planparallelität der Glasoberflächen verstärkt. Diese Planparallelität sorgt für eine verzerrungsfreie Durchsicht. Interferenzerscheinungen entstehen zufällig und sind nicht zu beeinflussen.

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

8.6.2 Isolierglaseffekt (Doppelscheibeneffekt)

Isolierglas hat ein durch den Randverbund eingeschlossenes Luft-/Gasvolumen, dessen Zustand im Wesentlichen durch den barometrischen Luftdruck, die Höhe der Fertigungsstätte über Normal-Null (NN) sowie die Lufttemperatur zur Zeit und am Ort der Herstellung bestimmt wird. Bei Einbau von Isolierglas in anderen Höhenlagen, bei Temperaturänderungen und Schwankungen des barometrischen Luftdruckes (Hoch- und Tiefdruck) ergeben sich zwangsläufig konkave oder konvexe Wölbungen der Einzelscheiben und damit optische Verzerrungen.

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

Auch Mehrfachspiegelungen können unterschiedlich stark an Oberflächen von Glas auftreten.

Verstärkt können diese Spiegelbilder erkennbar sein, wenn z. B. der Hintergrund der Verglasung dunkel ist.

Diese Erscheinung ist eine physikalische Gesetzmässigkeit.

8.6.3 Anisotropien (Irisation)

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

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

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

8.6.4 Kondensation auf Scheiben-Aussenflächen (Tauwasserbildung)

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

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

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

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

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

8.6.5 Benetzbarkeit von Glasoberflächen

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