

Richtlinie

Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern

Herausgeber: Bundesverband Flachglas Großhandel, Isolierglas-Herstellung, Veredlung e.V. Fachverband Konstruktiver Glasbau e.V. - Stand: März 2002

1. Geltungsbereich

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

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

- Innen- oder Außenanwendung
- Forderungen zum Soaken von bedrucktem oder emailliertem ESG (Anwendung in der Fassade)
- Einsatz für den Durchsichtsbereich (Betrachtung von beiden Seiten z.B. Trennwände, vorgehängte Fassaden usw.)
- Anwendung mit direkter Hinterleuchtung
- Kantenqualität und evtl. freistehende Sichtkanten (für freistehende Kanten muss die Kantenart geschliffen oder poliert sein)
- Weiterverarbeitung der Mono-Scheiben zu Isolierglas oder VSG (nur für freigegebene Farben)
- Referenzpunkt bei siebbedruckten Gläsern

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

2. Erläuterungen / Hinweise / Begriffe

2.1. Vollflächig emaillierte Gläser

Die Glasoberfläche ist durch verschiedene Auftragsarten vollflächig emailliert. Die Betrachtung erfolgt immer durch die nicht emaillierte Glasscheibe auf die Farbe, so dass die Eigenfarbe des Glases die Farbgebung beeinflusst. Die emaillierte Seite muss immer die von der Bewitterung abgewandte Seite (Ebene 2 oder mehr) sein.

Ausnahmen sind nur bei Innenanwendung und nach vorheriger Rücksprache mit dem Hersteller zulässig. Anwendungen im Durchsichtsbereich (Betrachtung von beiden Seiten) müssen immer mit dem Hersteller abgestimmt werden. In Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren ergeben sich Unterschiede und Besonderheiten, die nachfolgend genannt werden.

2.1.1. Walzverfahren

Die plane Glasscheibe wird unter einer gerillten Gummiwalze durchgeföhren, die die Emailfarbe auf die Glasoberfläche überträgt. Dadurch wird eine gleichmäßige homogene Farbverteilung gewährleistet (Bedingung absolut plane Glasoberfläche), die jedoch bezüglich Farbauftrag (Farbdicke, Deckkraft) nur bedingt einstellbar ist. 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. Es muss berücksichtigt werden, dass bei hellen Farben ein direkt auf die Hinterseite (Farbseite) aufgebracht Medium (Dichtstoffe, Paneelkleber, Isolierungen, Halterungen usw.) durchscheinen kann.

Gewalzte Emailgläser sind in der Regel nicht für den Durchsichtsbereich geeignet, so dass diese Anwendungen unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen sind (Sternenhimmel). Verfahrensbedingt ist ein leichter „Farbüberschlag“ an allen Kanten, der insbesondere an den Längskanten (in Laufrichtung der Walzanlage gesehen) leicht wellig sein kann. Die Kantenfläche bleibt jedoch in der Regel sauber.

2.1.2. Gießverfahren

Die Glastafel läuft horizontal durch einen sogenannten „Gießschleier“ und bedeckt die Oberfläche mit Farbe. Durch Verstellen der Dicke des Gießschleiers und der Durchlaufgeschwindigkeit kann die Dicke des Farbauftrages in einem relativ großen Bereich gesteuert werden. Durch leichte Unebenheit der Gießlippe besteht jedoch die Gefahr, dass in Längsrichtung (Gießrichtung) unterschiedlich dicke Streifen verursacht werden. Für den Durchsichtsbereich gilt analog dem Walzverfahren, dass diese Anwendungen unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen sind. Der „Farbüberschlag“ an den Kanten ist wesentlich größer als beim Walzverfahren und nur mit hohem manuellen Aufwand zu beseitigen. Werden Sichtkanten gewünscht, müssen die Scheiben deshalb in der Kantenqualität „poliert“ bestellt werden.

2.1.3. Siebdruckverfahren

Auf einem horizontalem Siebdrucktisch wird die Farbe durch ein engmaschiges Sieb mit einem Rakel auf die Glasoberfläche aufgedruckt, wobei die Dicke des Farbauftrages nur geringfügig durch die Maschenweite des Siebes beeinflusst werden kann. Der Farbauftrag ist dabei generell dünner als beim Walz- und Gießverfahren und erscheint je nach gewählter Farbe deckend oder durchscheinend. Direkt auf die Hinterseite (Farbseite) aufgetragene Medien (Dichtstoffe, Paneelkleber, Isolierungen, Halterungen usw.) scheinen durch. Die Anwendung für den Durchsichtsbereich ist auch hier unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen. Typisch für den Fertigungsprozess sind je nach Farbe leichte Streifen sowohl in Druckrichtung, aber auch quer dazu sowie vereinzelt auftretende „leichte Schleierstellen“ durch punktuelle Siebreinigung in der Fertigung. Die Kanten bleiben beim Siebdruck in der Regel sauber, können jedoch im Saumbereich eine leichte Farbwulst aufweisen, so dass der Hinweis auf freistehende Kanten für eine anwendungsgerechte Fertigung erforderlich ist. Das Bedrucken von leicht strukturierten Gläsern ist möglich, aber immer mit dem Hersteller abzuklären. Der gleichmäßige Farbauftrag wie bei Floatgläsern ist nicht gegeben.

2.2. Teilflächig emaillierte Gläser

Die Glasoberflächen sind durch verschiedene Auftragsarten teilweise emailliert. Dazu gehören auch randemaillierte Gläser. Es gelten die Besonderheiten analog 2.1.

2.3. Siebbedruckte Gläser

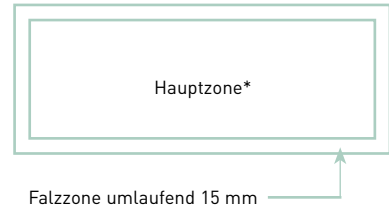
Die Glasoberflächen werden maschinell auf der Grundlage spezifischer Dekorvorlagen und Siebdruckschablonen mit Emailfarben bedruckt und zum Einbrennen analog emaillierter Gläser dem Ofenprozess (ESG oder teilvorgespanntem Glas) zugeführt. Grundsätzlich gelten die gleichen Bedingungen wie bei vollflächig emaillierten Gläsern (s. Punkt 2.1.). Durch Toleranzen im Glasformat und Sieb kann es zu unbedruckten Rändern kommen.

3. Prüfungen

Die Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern erfolgt aus mindestens 3 m Entfernung und senkrechter Betrachtungsweise bzw. einer Betrachtung von max. 30° zur Senkrechten bei normalem Tageslicht ohne direkte Sonneneinstrahlung oder Gegenlicht von der Vorder- bzw. Rückseite vor einem lichtundurchlässigem Hintergrund. Die Betrachtung erfolgt immer durch die unbehandelte Glasseite auf die emaillierte bzw. siebbedruckte Scheibe bzw. bei Gläsern, die für den

Durchsichtsbereich bestellt werden von beiden Seiten. Dabei dürfen die Beanstandungen nicht besonders markiert sein.

Für ESG-spezifische Fehler gilt die visuelle Richtlinie für Einscheibensicherheitsglas/TVG. Bei der Beurteilung der Fehler wird entsprechend nachfolgender Skizze in Falzzone und Hauptzone unterschieden.



*Wird die Falzzone auf Forderung des Kunden kleiner oder entfällt diese ganz, ist in jedem Fall eine Rücksprache mit dem Hersteller zur Beschaffenheit erforderlich.

Die Anforderungen an die visuelle Qualität sind in nachfolgenden Tabellen 1 und 2 angegeben:

Tabelle 1: Fehlerarten / Toleranzen für vollflächig bzw. teilflächig emaillierte Gläser (ohne Dekor)

Fehlerart	Hauptzone	Falzzone
Fehlerhafte Stellen im Email je Einheit *	Anzahl: max. 3 Stück, davon keine $\geq 25 \text{ mm}^2$ Summe aller Fehlstellen: max. 25 mm^2	Breite: max. 3 mm, vereinzelt 5 mm Länge: keine Begrenzung
Haarkratzer (nur bei wechselndem Lichteinfall sichtbar)	zulässig bis 10 mm Länge	zulässig / keine Einschränkung
Wolken	unzulässig	zulässig / keine Einschränkung
Wasserflecken	unzulässig	zulässig / keine Einschränkung
Farbüberschlag an den Kanten	entfällt	■ zulässig bei gerahmten Scheiben ■ unzulässig bei Sichtkanten (Voraussetzung: geschliffene oder polierte Kante)
Toleranz der Abmessung bei Teilemail**, s. Abb. 1	in Abhängigkeit von Breite der Emaillierung: Emailbreite: Toleranz: $\leq 100 \text{ mm}$ $\pm 1,5 \text{ mm}$ $\leq 500 \text{ mm}$ $\pm 2,0 \text{ mm}$ $\leq 1000 \text{ mm}$ $\pm 2,5 \text{ mm}$ $\leq 2000 \text{ mm}$ $\pm 3,0 \text{ mm}$ $\leq 3000 \text{ mm}$ $\pm 4,0 \text{ mm}$ $\leq 4000 \text{ mm}$ $\pm 5,0 \text{ mm}$	
Email-Lagetoleranz ** (nur bei Teilemaillierung)	Druckgröße $\leq 2000 \text{ mm}$: $\pm 2,0 \text{ mm}$ Druckgröße $> 2000 \text{ mm}$: $\pm 4,0 \text{ mm}$	
Farbabweichungen	s. Punkt 4	

* Fehler $\leq 0,5 \text{ mm}$ („Sternenhimmel“ oder „Pinholes“ = kleinste Fehlstellen im Email) sind zulässig und werden generell nicht berücksichtigt. Die Ausbesserung von Fehlstellen mit Emailfarbe vor dem Vorspannprozess bzw. mit organischem Lack nach dem Vorspannprozess ist zulässig, wobei jedoch organischer Lack nicht verwendet werden darf, wenn das Glas zu Isolierglas weiterverarbeitet wird und sich die Fehlstelle im Bereich der Randabdichtung des Isolierglases befindet. Die ausgebesserten Fehlstellen dürfen aus 3 m Entfernung nicht sichtbar sein.

**Die Email-Lagetoleranz wird vom Referenzpunkt aus gemessen.

Tabelle 2: Fehlerarten / Toleranzen für siebbedruckte Gläser (mit Dekor)

Fehlerart	Hauptzone	Falzzone
Fehlerhafte Stellen im Email je Einheit *	Anzahl: max. 3 Stück, davon keine $\geq 25 \text{ mm}^2$ Summe aller Fehlstellen: max. 25 mm^2	Breite: max. 3 mm, vereinzelt 5 mm Länge: keine Begrenzung
Haarkratzer (nur bei wechselndem Lichteinfall sichtbar)	zulässig bis 10 mm Länge	zulässig / keine Einschränkung
Wolken**	unzulässig	zulässig / keine Einschränkung
Wasserflecken	unzulässig	zulässig / keine Einschränkung
Farbüberschlag an den Kanten	entfällt	■ zulässig bei gerahmten Scheiben ■ unzulässig bei Sichtkanten (Voraussetzung: geschliffene oder polierte Kante)
Geometrie der Figur (Motivgröße), s. Abb. 1	in Abhängigkeit von der Kantenlänge der Druckfläche: Kantenlänge: Toleranz: $\leq 30 \text{ mm}$ $\pm 0,8 \text{ mm}$ $\leq 100 \text{ mm}$ $\pm 1,0 \text{ mm}$ $\leq 500 \text{ mm}$ $\pm 1,2 \text{ mm}$ $\leq 1000 \text{ mm}$ $\pm 2,0 \text{ mm}$ $\leq 2000 \text{ mm}$ $\pm 2,5 \text{ mm}$ $\leq 3000 \text{ mm}$ $\pm 3,0 \text{ mm}$ $\leq 4000 \text{ mm}$ $\pm 4,0 \text{ mm}$	keine Einschränkung
Fehler je Figur	Fehler müssen mindestens 250 mm voneinander entfernt sein	keine Einschränkung
Design-Lagetoleranz ***	Druckgröße $\leq 2000 \text{ mm}$: $\pm 2,0 \text{ mm}$ Druckgröße $> 2000 \text{ mm}$: $\pm 4,0 \text{ mm}$	
Farbabweichungen	s. Punkt 4	

* Fehler $\leq 0,5 \text{ mm}$ („Sternenhimmel“ oder „Pinholes“ = kleinste Fehlstellen im Email) sind zulässig und werden generell nicht berücksichtigt

** Bei feinen Dekoren (Rasterung mit Teilflächen kleiner 5 mm) kann ein sogenannter Moiré-Effekt auftreten.

Aus diesem Grunde ist eine Abstimmung mit dem Hersteller erforderlich.

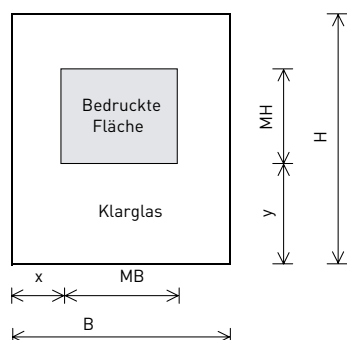
*** Die Design-Lagetoleranz wird vom Referenzpunkt aus gemessen.

Für geometrische Figuren oder sogenannte Lochmasken unter 3 mm Größe oder Verläufe von 0 - 100 % gelten folgende Anmerkungen:

- Werden Punkte, Linien oder Figuren dieser Größe in geringem Abstand zueinander aneinandergereiht, so reagiert das menschliche Auge sehr "kritisch".
- Toleranzen der Geometrie oder des Abstandes im Zehntelmillimeter-Bereich fallen als grobe Abweichungen auf.
- Diese Anwendungen müssen in jedem Fall mit dem Hersteller auf Machbarkeit geprüft werden.

Abbildung 1

zu Tabelle 1 (Toleranz der Abmessung bei Teilemail) und Tabelle 2 (Toleranz der Motivgröße für siebbedruckte Gläser)



B = Glasbreite

H = Glashöhe

MB = Breite der Emaillierung bei Teilemail (Tabelle 1)
bzw. Motivbreite für siebbedruckte Gläser (Tabelle 2)

MH = Höhe der Emaillierung bei Teilemail (Tabelle 1)
bzw. Motivhöhe für siebbedruckte Gläser (Tabelle 2)

x, y = Abstand des Motivs bzw. des Teilemails von den Scheibenkanten (Lage des Motivs)

4. Beurteilung des Farbeindrucks

Farbabweichungen können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, da diese durch mehrere nicht vermeidbare Einflüsse auftreten können. Auf Grund nachfolgend genannter Einflüsse kann unter bestimmten Licht- und Betrachtungsverhältnissen ein erkennbarer Farbunterschied zwischen zwei emaillierten Glastafeln vorherrschen, der vom Betrachter sehr subjektiv als „störend“ oder auch „nicht störend“ eingestuft werden kann.

4.1. Art des Basisglases und Einfluss der Farbe

Das verwendete Basisglas ist in der Regel ein Floatglas, d.h. die Oberfläche ist sehr plan und es kommt zu einer hohen Lichtreflexion. Zusätzlich kann dieses Glas mit verschiedensten Beschichtungen versehen sein, wie z.B. Sonnenschutzschichten (Erhöhung der Lichtreflexion der Oberfläche), reflexionsmindernden Beschichtungen oder auch leicht geprägt sein wie z.B. bei Strukturgläsern. Dazu kommt die sogenannte Eigenfarbe des Glases, die wesentlich von der Glasdicke und Glasart (z.B. durchgefärbte Gläser, entfärbte Gläser usw.) abhängt. Die Emailfarbe besteht aus anorganischen Stoffen, die für die Farbgebung verantwortlich sind und die geringen Schwankungen unterliegen. Diese Stoffe sind mit „Glasfluss“ vermengt. Während des Vorspannprozesses umschließt der „Glasfluss“ die Farbkörper und verbindet sich mit der Glasoberfläche. Erst nach diesem „Brennprozess“ ist die endgültige Farbgebung zu sehen. Die Farben sind so „eingestellt“, dass sie bei einer Temperatur der Glasoberfläche von ca. 600 - 620 °C innerhalb weniger Minuten in die Oberfläche „einschmelzen“. Dieses „Temperaturfenster“ ist sehr eng und insbesondere bei unterschiedlich großen Scheiben nicht immer exakt reproduzierbar einzuhalten. Darüber hinaus ist auch die Auftragsart entscheidend für den Farbeindruck. Ein Siebdruck bringt auf Grund des dünnen Farbauftrages weniger Deckkraft der Farbe als ein im Walzverfahren hergestelltes Produkt mit dickerem und somit dichterem Farbauftrag.

4.2. Lichtart, bei der das Objekt betrachtet wird

Die Lichtverhältnisse sind in Abhängigkeit von der Jahreszeit, Tageszeit und der vorherrschenden Witterung ständig verschieden. Das bedeutet, dass die Spektralfarben des Lichtes, welches durch die verschiedenen Medien (Luft, 1. Oberfläche, Glaskörper) auf die Farbe auftrifft, im Bereich des sichtbaren Spektrums (400 - 700 nm) unterschiedlich stark vorhanden sind. Die erste Oberfläche reflektiert bereits einen Teil des auftretenden Lichtes mehr oder weniger je nach Einfallswinkel. Die auf die Farbe auftreffenden „Spektralfarben“ werden von der Farbe (Farbpigmenten) teilweise reflektiert bzw. absorbiert. Dadurch erscheint die Farbe je nach Lichtquelle unterschiedlich.

4.3. Betrachter bzw. Art der Betrachtung

Das menschliche Auge reagiert auf verschiedene Farben sehr unterschiedlich. Während bei Blautönen bereits ein sehr geringer Farbunterschied gravierend auffällt, werden bei grünen Farben Farbunterschiede weniger wahrgenommen. Weitere Einflussgrößen sind der Betrachtungswinkel, die Größe des Objektes und vor allem auch die Art, wie nahe zwei zu vergleichende Objekte zueinander angeordnet sind. Eine objektive visuelle Einschätzung und Bewertung von Farbunterschieden ist aus den o.g. Gründen nicht möglich. Die Einführung eines objektiven Bewertungsmaßstabes erfordert deshalb die Messung des Farbunterschiedes unter vorher exakt definierten Bedingungen (Glasart, Farbe, Lichtart). Für die Fälle, in denen der Kunde einen objektiven Bewertungsmaßstab für den Farbort verlangt ist die Verfahrensweise vorher mit dem Lieferanten abzustimmen. Der grundsätzliche Ablauf ist nachfolgend definiert:

- Bemusterung einer oder mehrerer Farben
- Auswahl einer oder mehrerer Farben
- Festlegung von Toleranzen je Farbe durch den Kunden z.B. erlaubte Farbabweichung:
 $\Delta L^* <= 1,0$ $\Delta C^* <= 0,6$ $\Delta H^* <= 0,5$ im CIELAB-Farbsystem, gemessen bei Lichtart D 65 (Tageslicht) mit $d/8^\circ$ Kugelgeometrie, 10° Normalbeobachter, Glanz eingeschlossen. Die Messwerte sind nur vergleichbar, wenn Messwerte vom gleichen Hersteller eingesetzt werden.
- 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

5. Sonstige Hinweise

Die sonstigen Eigenschaften der Produkte sind den jeweiligen Europäischen Normen zu entnehmen. Das sind:

- DIN EN 12 150 für Einscheibensicherheitsglas
- DIN EN 1863 für Teilvorgespanntes Glas

Der Hersteller behält sich jedoch produktionsbedingte Abweichungen und Änderungen zum Stand der Technik vor.

- Anwendungen mit Email bzw. Teilemail und Siebdruck bzw. Teilsiebdruck zur Folie bei VSG müssen mit dem Hersteller auf Machbarkeit geprüft werden. Das gilt insbesondere bei Verwendung von Ätzton zur Folie, da die optische Dichte des Ätztones stark herabgesetzt werden kann und die Wirkung des Ätztones nur bei Verwendung auf Ebene 1 oder 4 erhalten bleibt.
- Sonderfarben z.B. mit Metalleffekt, rutschhemmende Beschichtungen oder Kombinationen mehrerer Farben können auf Anfrage hergestellt werden. Die jeweiligen besonderen Eigenschaften oder das Aussehen des Produktes sind mit dem Hersteller zu klären.
- Emaillierte und siebbedruckte Gläser können nur in Ausführung Einscheiben-Sicherheitsglas oder teilvorgespanntes Glas hergestellt werden.
- Ein nachträgliches Bearbeiten der Gläser, egal welcher Art, beeinflusst die Eigenschaften des Produktes unter Umständen wesentlich und ist nicht zulässig.
- Emaillierte Gläser können als monolithische Scheibe oder in Verbindung zu Verbund-Sicherheitsglas oder Isolierglas eingesetzt werden. In diesem Fall sind die jeweiligen Bestimmungen, Normen und Richtlinien vom Anwender zu berücksichtigen.
- Emaillierte Gläser in Ausführung Einscheibensicherheitsglas können Heat-Soak-getestet werden. Die jeweilige Notwendigkeit des Heat-Soak-Tests ist vom Anwender zu prüfen und dem Hersteller mitzuteilen.
- Die Statikwerte emaillierter Gläser sind geringer als die entsprechenden Werte von nicht bedrucktem oder nicht emailliertem Einscheibensicherheitsglas bzw. teilvorgespanntem Glas.