

# Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern



## 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 anorganischen Farben als Einscheibensicherheitsglas (ESG) oder teilvorgespanntes Glas (TVG) hergestellt werden.

Weiterhin gilt diese Richtlinie für die Beurteilung der visuellen Qualität von strukturiert beschichteten Gläsern. 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

## 2. Erläuterungen/Hinweise/Begriffe

### 2.1. Vollflächig emaillierte Gläser

Die Glasoberfläche ist durch verschiedene Auftragsarten vollflächig emailliert. Die Betrachtung erfolgt immer durch die nichtemaillierte 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 nach vorheriger Rücksprache mit dem Hersteller zulässig. Anwendungen im Durchsichtsbereich (Betrachtung von beiden Seiten) müssen immer mit dem Hersteller abgestimmt werden, da sich emaillierte Gläser generell nicht für hinterleuchtete Anwendungen eignen. 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 durchgefahren, welche die Emailfarbe ohne Zugabe von Lösungsmitteln und damit umweltfreundlich 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 (Farbseite) ist. 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) aufgebrachtes Medium (Dichtstoffe, Paneelkleber, Isolierungen, Halterungen usw.) durchscheinen kann.



Gewalzte Emailgläser sind in der Regel nicht für den Durchsichtbereich 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“ (Farbe mit Lösungsmittel angemischt, d.h. nicht umweltfreundlich und veraltet) 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 Durchsichtbereich 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 horizontalen Siebdrucktisch wird die Farbe lösungsmittelfrei 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) aufgebrachte Medien (Dichtstoffe, Paneelkleber, Isolierungen, Halterungen usw.) scheinen durch.

Die Anwendung für den Durchsichtbereich ist auch hier unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen.

Typisch für den Fertigungsprozess und somit zulässig sind je nach Farbe Streifen sowohl in Druckrichtung, aber auch quer dazu sowie vereinzelt auftretende „Schleierstellen“ durch punktuelle Siebreinigung in der Fertigung.

Durch geringfügige Schichtdickenschwankungen kann je nach Farbe der Gesamtfarbeindruck über die Fläche unterschiedlich sein. Das Auftreten von geringen Schichtdickenschwankungen ist für das Siebdruckverfahren typisch. Daraus resultierende Farbunterschiede sind zulässig. 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.

## **2.2. Teilflächig emaillierte Gläser**

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

## **2.3. Siebbedruckte Gläser**

Die Glasoberflächen werden maschinell auf der Grundlage spezifischer Dekorvorlagen und Siebdruckschablonen mit lösungsmittelfreien 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 Glas und Sieb kann es zu unbedruckten Rändern kommen.

#### 2.4. Strukturiert beschichtete Gläser

Glasoberflächen (ESG, TVG oder Floatglas) können mit einer Maskierung auf der Grundlage spezifischer Vorlagen bedruckt werden. Die maskierten Scheiben werden anschließend mit einer Dünnschichtbeschichtung, (welche im Magnetronverfahren hergestellt wird) versehen. Nach der Entfernung der Maskierung bleibt eine strukturierte Dünnschichtbeschichtung auf der Glasoberfläche zurück.

Grundsätzlich gelten die gleichen Bedingungen wie bei siebbedruckten Gläsern (s. Punkt 2.3)

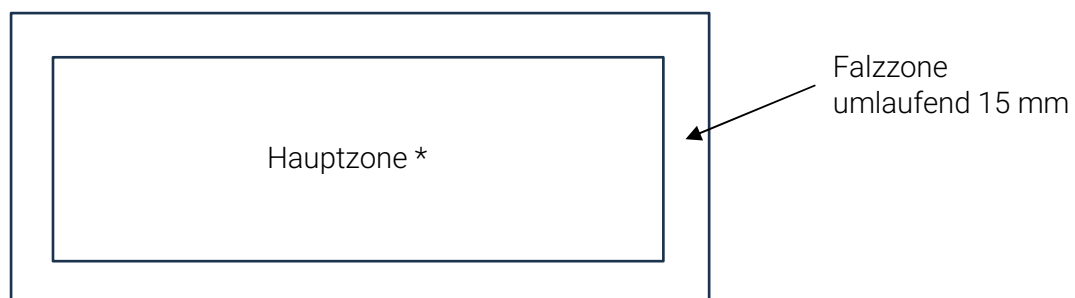
### 3. Prüfungen

Die Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten, siebbedruckten und strukturiert beschichteten Gläsern erfolgt bei einer zügigen Betrachtungsweise aus mindestens 3 m Entfernung und senkrechter Betrachtung bzw. einer Betrachtung von max. 30° zur Senkrechten, bei normalem Tageslicht, ohne direkte Sonneneinstrahlung oder Gegenlicht von der Vorder- bzw. Rückseite, vor einem lichtundurchlässigen Hintergrund. Die Betrachtung erfolgt immer durch die unbehandelte Glasseite auf die emaillierte, siebbedruckte bzw. strukturiert beschichtete Scheibe. Soll bei Gläsern, die für den Durchsichtsbereich bestellt werden, die Beurteilung von beiden Seiten vorgenommen werden, so ist dies ausdrücklich im Vorfeld mit dem Hersteller abzustimmen.

Die Beanstandungen dürfen bei der Prüfung nicht besonders markiert sein.  
Fehler, die aus dieser Entfernung nicht erkennbar sind, werden nicht bewertet.

Für ESG-spezifische Fehler gilt die visuelle Richtlinie für Einscheibensicherheitsglas.

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

Fehlerart	Hauptzone		Falzzone														
Fehlerhafte Stellen im Email je Einheit *	Anzahl: max. 3 Stück, davon keine $\geq 25 \text{ mm}^2$ Summe aller Fehlstellen: max. $25 \text{ mm}^2$		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		<ul style="list-style-type: none"><li>zulässig bei gerahmten Scheiben</li><li>unzulässig bei Sichtkanten (Voraussetzung: geschliffene oder polierte Kante)</li></ul>														
Toleranz der Abmessung bei Teilemail **	in Abhängigkeit von der Kantenlänge der Druckfläche: <table><tr><th>Emailbreite</th><th>Toleranz</th></tr><tr><td><math>\leq 100 \text{ mm}</math></td><td><math>\pm 1,5 \text{ mm}</math></td></tr><tr><td><math>\leq 500 \text{ mm}</math></td><td><math>\pm 2,0 \text{ mm}</math></td></tr><tr><td><math>\leq 1000 \text{ mm}</math></td><td><math>\pm 2,5 \text{ mm}</math></td></tr><tr><td><math>\leq 2000 \text{ mm}</math></td><td><math>\pm 3,0 \text{ mm}</math></td></tr><tr><td><math>\leq 3000 \text{ mm}</math></td><td><math>\pm 4,0 \text{ mm}</math></td></tr><tr><td><math>\leq 4000 \text{ mm}</math></td><td><math>\pm 5,0 \text{ mm}</math></td></tr></table>		Emailbreite	Toleranz	$\leq 100 \text{ mm}$	$\pm 1,5 \text{ mm}$	$\leq 500 \text{ mm}$	$\pm 2,0 \text{ mm}$	$\leq 1000 \text{ mm}$	$\pm 2,5 \text{ mm}$	$\leq 2000 \text{ mm}$	$\pm 3,0 \text{ mm}$	$\leq 3000 \text{ mm}$	$\pm 4,0 \text{ mm}$	$\leq 4000 \text{ mm}$	$\pm 5,0 \text{ mm}$	keine Einschränkung
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	siehe 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 Emailagetoleranz wird vom Referenzpunkt aus gemessen.

Tabelle 2: Fehlerarten / Toleranzen für siebbedruckte und strukturiert beschichtete Gläser

Fehlerart	Hauptzone	Falzzone
Fehlerhafte Stellen im Email je Einheit *	Anzahl: max. 3 Stück, davon keine $\geq 25 \text{ mm}^2$ Summe aller Fehlstellen: max. $25 \text{ mm}^2$	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>zulässig bei gerahmten Scheiben</li> <li>unzulässig bei Sichtkanten (Voraussetzung: geschliffene oder polierte Kante)</li> </ul>

Geometrie der Figur (Motivgröße)	in Abhängigkeit von der Kantenlänge der Druckfläche:		keine Einschränkung
	Kantenlänge	Toleranz	
	≤ 30 mm	± 0,8 mm	
	≤ 100 mm	± 1,0 mm	
	≤ 500 mm	± 1,2 mm	
	≤ 1000 mm	± 2,0 mm	
	≤ 2000 mm	± 2,5 mm	
	≤ 3000 mm	± 3,0 mm	
	≤ 4000 mm	± 4,0 mm	
Fehler je Figur	Fehler müssen mindestens 250 mm voneinander entfernt sein		keine Einschränkung
Desing-Lagetoleranz ***	Druckgröße ≤ 2000 mm:	± 2,0 mm	
	Druckgröße > 2000 mm:	± 4,0 mm	
Farbabweichungen	siehe Punkt 4		

\* Fehler ≤ 0,5 mm („Sternenhimmel“ oder „Pinholes“ = kleinste Fehlstellen im Email) sind zulässig und werden generell nicht berücksichtigt.

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

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

\*\*\*\* Punktförmige Fehler ≥ 1 mm („Sternenhimmel“ oder „Pinholes“ bzw. punktförmige Beschichtung in den ursprünglich maskierten Bereichen der Glasscheiben sowie linienförmige Fehler ≥ 0,2 mm sind zulässig und werden generell nicht berücksichtigt.

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.

## 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 von 2 - 4 Minuten in die Oberfläche „einschmelzen“. Dieses „Temperaturfenster“ ist sehr eng und insbesondere bei unterschiedlich großen Scheiben nicht immer reproduzierbar einzuhalten.

Darüber hinaus ist auch die Auftragsart entscheidend für den Farbeindruck. Ein Siebdruck (siehe Punkt 2.1.3.) 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 auftreffen, 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 Bewertungsmaßstabs 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)
- 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 bzw. deren Entwürfe zu entnehmen. Das sind:

- DIN EN 12150-1 für Einscheibensicherheitsglas
- DIN EN 1863-1 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 Metalliceffekt, rutschhemmende Beschichtungen oder Kombinationen mehrerer Farben können auf Anfrage hergestellt werden. Die jeweiligen besonderen Eigenschaften oder das Aussehen des Produktes sind mit dem Hersteller zu klären.
- Emaillierte und siebbedruckte Gläser können nur in Ausführung Einscheiben-Sicherheitsglas oder Teilvorgespanntes Glas hergestellt werden.
- Ein nachträgliches Bearbeiten der Gläser, egal welcher Art, beeinflusst die Eigenschaften des Produktes unter Umständen wesentlich und ist nicht zulässig.
- Emaillierte Gläser können als monolithische Scheibe oder in Verbindung zu Verbund-Sicherheitsglas oder Isolierglas eingesetzt werden. In diesem Fall sind die jeweiligen Bestimmungen, Normen und Richtlinien vom Anwender zu berücksichtigen.
- Emaillierte Gläser in Ausführung Einscheiben-Sicherheitsglas können Heat-Soak-getestet werden. Die jeweilige Notwendigkeit des Heat-Soak-Tests ist vom Anwender zu prüfen und dem Hersteller mitzuteilen.
- Die Statikwerte emaillierter Gläser sind nicht mit einem nicht bedrucktem oder emaillierten Glas gleichzusetzen.

