

# Der perfekte Durchblick

So beurteilen Sie die visuelle Qualität von Sencoglas-Produkten in Fenstern, Fassaden und Türen



## Wie und wo wird diese Richtlinie angewandt?

---

<i>Allgemeine Anmerkungen</i>	1
<i>Geltungsbereich der Richtlinie</i>	2
<i>Wie wird Bauglas geprüft?</i>	3
<i>In welche Zonen wird Bauglas unterteilt?</i>	4

## Welche Beeinträchtigungen und Fehler sind zulässig?

---

<i>Allgemeine Beeinträchtigungen und Fehler</i>	5
<i>Anwendungsmaßstäbe</i>	8
<i>Eigenfarbe und Auswirkung von Beschichtungen</i>	9
<i>Randverbund</i>	10
<i>Sprossen</i>	11
<i>Beschädigung der Aussenflächen</i>	12

## Welche physikalischen Merkmale können auftreten?

---

<i>Übersicht physikalische Merkmale</i>	13
<i>Interferenzerscheinungen und Isolierglaseffekt</i>	14
<i>Kondensation auf Außenflächen</i>	16
<i>Benetzbarkeit</i>	17

## Farbliche Zulässigkeiten beschichteter Gläser

---

<i>Einführung</i>	18
<i>Anwendungsbereiche &amp; Messmethoden</i>	20
<i>Messung der Farbhomogenität</i>	21
<i>Abhängigkeiten vom Betrachtungswinkel</i>	23
<i>Einflüsse auf die Farbgebung</i>	24

## Herzlichen Glückwunsch

zu den neuen Semicoglas-Produkten in Ihrem Gebäude!

Sie haben ein hochwertiges Semicoglas-Qualitätsprodukt erworben, an dem Sie sicher lange Freude haben werden. Um Ihre Zufriedenheit auch auf Dauer sicherzustellen, ist es wichtig, nach dem Einbau die visuelle Qualität Ihrer neuen Gläser zu prüfen.

- Was versteht man unter visueller Qualität?  
Unter der visuellen Qualität versteht man – vereinfacht gesagt – die unbehinderte und freie Durchsicht eines Glases.
- Bauglas ist kein Brillenglas!  
Selbstverständlich verarbeiten wir nur Glas von bester visueller Qualität. Aber: „Bauglas ist kein Brillenglas!“ Semicogläser für Fenster und Türen werden nach anderen technischen Standards gefertigt und können daher nicht mit anderen Glasprodukten, wie z. B. einem Brillenglas oder einem Weinglas, verglichen werden.
- Wie prüfen Sie die Glas-Qualität Ihrer neuen Fenster oder Glastüren?  
Gehen Sie diese Broschüre Schritt für Schritt durch. Um die technischen Formulierungen (in den blauen Kästen) greifbarer zu machen, haben wir die wesentlichen Punkte für Sie zusammengefasst und mit entsprechenden Illustrationen versehen. So können Sie leicht prüfen, ob Ihre Gläser den Qualitätsanforderungen genügen – für einen perfekten Durchblick.
- Was ist Grundlage dieser Broschüre?  
Grundlage ist die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ mit Stand Mai 2009. Herausgegeben wird sie vom Bundesinnungsverband des Glashandwerks in 65589 Hadamar und dem Bundesverband Flachglas e. V. in 53840 Troisdorf. Es handelt sich hierbei um eine zwischen Verbänden abgestimmte und branchenweit anerkannte Richtlinie.

## Geltungsbereich der Richtlinie

### 1. 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 der Sonderausführung, 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.

### Wofür gilt diese Richtlinie?

1. Die Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von Semco-glas-Produkten, die im Bauwesen eingesetzt werden.
2. Die visuelle Qualität wird nach dem Einbau an den Flächen beurteilt, die nicht vom Rahmen verdeckt sind.
3. Die hier vorgestellten Kriterien gelten für folgende Glasarten:
  - a. Flachglas (Floatglas)
  - b. Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG)
  - c. Teilvorgespanntes Glas (TVG)
  - d. Verbundglas (VG)
  - e. Verbund-Sicherheitsglas (VSG)Welches Glas bei Ihnen verbaut wurde, entnehmen Sie bitte Ihrem Kaufvertrag.
4. Für Glas mit Sonderausführungen gelten andere Richtlinien, lassen Sie sich hierzu von uns beraten.
5. Die Richtlinie gilt nicht für die Kanten von Glaserzeugnissen, auch wenn diese nicht von einem Rahmen eingefasst sind.
6. Eine Prüfung, auf Basis dieser Richtlinie, gilt in der Betrachtungsrichtung von innen nach außen.



*Wie wird Bauglas  
geprüft?*

## 2. 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.

### Was bedeutet das?

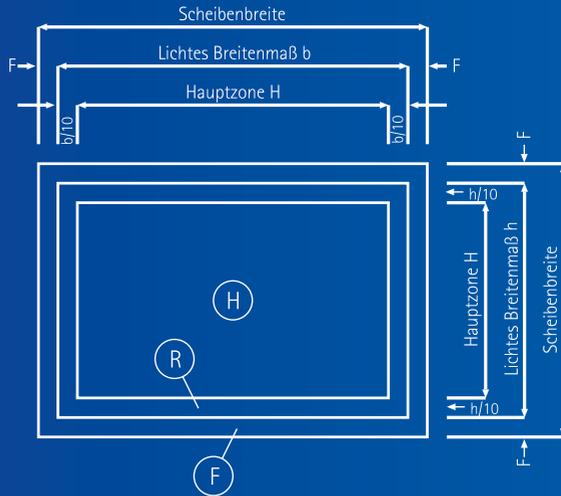
1. Etwaige Mängel dürfen vor der Prüfung nicht markiert sein.
2. Entscheidend ist die DURCHSICHT der Verglasung, nicht die Aufsicht.
3. Die Prüfung muss unter normalen Bedingungen erfolgen. Das heißt, dass sowohl die Beleuchtung als auch der Abstand zum Glas und die Blickrichtung den üblichen Gegebenheiten entsprechen müssen:
  - a. Die Prüfung erfolgt mit einem Abstand von mindestens einem Meter und mit Blick von innen nach außen.
  - b. Die Prüfung erfolgt bei normalem, diffusem Tageslicht. Direktes Sonnenlicht oder eine gezielte Ausleuchtung der Gläser ist nicht zulässig.
  - c. Der Betrachtungswinkel ist üblicherweise senkrecht zum Glas.



In welche Zonen wird Bauglas unterteilt?

## Visuelle Richtlinie

### 3. ZULÄSSIGKEIT FÜR DIE VISUELLE QUALITÄT VON GLASERZEUGNISSEN FÜR DAS BAUWESEN



F = Falzzone:

der optisch abgedeckte Bereich im eingebauten Zustand (mit Ausnahme von mechanischen Kantenbeschädigungen keine Einschränkungen)

R = Randzone:

umlaufend 10 % der jeweiligen lichten Breiten- und Höhenmaße (weniger strenge Beurteilung)

H = Hauptzone:

(strenge Beurteilung)

#### In welche Zonen wird Bauglas unterteilt?

Bei der Beurteilung von Bauglas wird die zu untersuchende Fläche in verschiedene Zonen eingeteilt, für die es unterschiedliche Bewertungsmaßstäbe gibt. Die Zone F ist die sogenannte Falzzone und befindet sich am äußeren Rand des Glases. Sie ist 18 mm breit.



Die Zone R ist die Randzone des Glases und umfasst eine Fläche von 10 % der jeweiligen lichten Breiten- und Höhenmaße. Zone H ist die Hauptzone des Glases. Den inneren Raum zwischen zwei Glasscheiben bezeichnet man als Scheibenzwischenraum (SZR).

## ZONE | ZULÄSSIG SIND PRO EINHEIT:

### F

Außenliegende, flache Randbeschädigungen bzw. Muscheln, die die Festigkeit des Glases nicht beeinträchtigen und die Randverbreitungen 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  $< 3 \text{ mm } \emptyset$

Scheibenfläche  $> 1 \text{ m}^2$ : max. 1 Stück à  $< 3 \text{ mm } \emptyset$

(je umlaufenden m Kantenlänge)

Rückstände (punktförmig) im Scheibenzwischenraum (SZR):

Scheibenfläche  $\leq 1 \text{ m}^2$ : max. 4 Stück à  $< 3 \text{ mm } \emptyset$

Scheibenfläche  $> 1 \text{ m}^2$ : max. 1 Stück à  $< 3 \text{ mm } \emptyset$

(je umlaufenden m Kantenlänge)

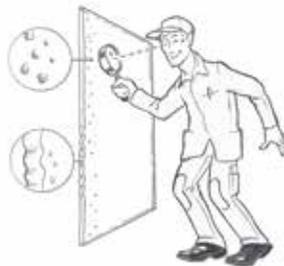
Rückstände (flächenförmig) im SZR: max. 1 Stück  $\leq 3 \text{ cm}^2$

Kratzer: Summe der Einzellängen: max. 90 mm – Einzellänge:  
max. 30 mm

Haarkratzer: nicht gehäuft erlaubt

## Welche Beeinträchtigungen und Fehler sind zulässig?

1. In der Falzzone (Zone F) sind alle Beschädigungen zulässig, die durch den Produktionsprozess entstanden sind. Ausnahmen bilden mechanische Kantenbeschädigungen durch Einwirkungen von Außen.
2. In der Randzone (Zone R) und im Scheibenzwischenraum sind leichte Beeinträchtigungen der visuellen Qualität zulässig.



## Allgemeine Beeinträchtigungen und Fehler

### ZONE | ZULÄSSIG SIND PRO EINHEIT:

## H

Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc.:

Scheibenfläche  $\leq 1 \text{ m}^2$ : max. 2 Stück à  $< 2 \text{ mm } \emptyset$

$1 \text{ m}^2 < \text{Scheibenfläche} \leq 2 \text{ m}^2$ : max. 3 Stück à  $< 2 \text{ mm } \emptyset$

Scheibenfläche  $> 2 \text{ m}^2$ : max. 5 Stück à  $< 2 \text{ mm } \emptyset$

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.

### Welche Beeinträchtigungen und Fehler sind zulässig?

1. In der Hauptzone sind die Beurteilungskriterien am strengsten und selbst kleinste Beeinträchtigungen der visuellen Qualität sind nur sehr beschränkt zulässig.
2. Kleinste Fehler (0,5 bis  $< 1,0 \text{ mm}$ ) sind in Rand- und Hauptzone zulässig, wenn diese nicht gehäuft auftreten (max. 4 auf einer Kreisfläche mit einem Durchmesser von  $\leq 20 \text{ cm}$ ).



## HINWEISE:

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

Zulässigkeiten für Dreifach-Wärmedämmglas, Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (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. Das Ergebnis wird stets aufgerundet.

Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) und teilvorgespanntes Glas (TVG) sowie Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG) aus ESG und/oder TVG:

1. 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.
2. 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 und annähernd quadratischen Formaten (bis 1:1,5) sowie bei Einzelscheiben mit einer Nennstärke  $< 6$  mm können größere Verwerfungen auftreten.

## Welche Beeinträchtigungen und Fehler sind zulässig?

1. Erhöht sich die Anzahl der Glasscheiben, so steigt mit jeder weiteren Scheibe die Zulässigkeit für die Häufigkeit von Fehlern in den Zonen R und H um 25 %. Beispiele können sein: Dreifach-Wärmedämmgläser (+ 25 %), Zweifachgläser mit einer Verbund-Sicherheitsglasscheibe (+ 25 %) oder Dreifach-Wärmedämmgläser mit einem VSG (+ 50 %) etc.
2. Welligkeiten sind bei nachträglich wärmebehandelten Gläsern (z. B. ESG, VSG) durch den Produktionsprozess in geringem Maße nicht zu vermeiden. Sie dürfen allerdings auf einer Länge von 30 cm maximal bei 0,3 mm liegen. Auf der gesamten Länge der Glaskante dürfen die Welligkeiten nicht größer als 3 mm pro 1 m sein. Ausnahmen bilden lediglich quadratische Glasscheiben (bzw. annähernd quadratische Formate bis 1:1,5) und Einzelscheiben mit einer Nennstärke bis 6 mm.



## 4. 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 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 von der Nutzung und der Einbausituation zu bewerten. Bei Beurteilung bestimmter Merkmale sind die produktspezifischen Eigenschaften zu beachten.

### Was bedeutet das?

1. Die Qualität eines Semicoglas-Produkts beruht nicht nur auf seinen visuellen Eigenschaften, sondern umfasst darüber hinaus eine Vielzahl an weiteren Merkmalen.
2. Sämtliche Eigenschaftswerte werden unter genormten Prüfbedingungen ermittelt und lassen sich daher nicht 1:1 auf die eingebauten Produkte übertragen.
3. Diese Richtlinie bezieht sich ausschließlich auf die visuelle Qualität der Gläser. Alle anderen Eigenschaften (wie z. B. Schalldämmwerte) und Sonderverglasungen sind gesondert zu beurteilen.



## 4.1 VISUELLE EIGENSCHAFTEN VON GLASERZEUGNISSEN

### 4.1.1 DIE 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.

### Was bedeutet Eigenfarbe?

1. Gläser bestehen aus farbigen Rohstoffen. Durch diese Rohstoffe erhalten auch die fertigen Sencoglas-Erzeugnisse eine Eigenfarbe.
2. Je dicker ein Glas ist, desto deutlicher die Eigenfarbe.
3. Eigenfarben von Glas wirken nicht immer gleich und verändern sich durch Dicke, Beschichtungen oder den Scheibenaufbau.



## Randverbund

### 4.1.2 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/des 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.

### Was gilt beim Randverbund?

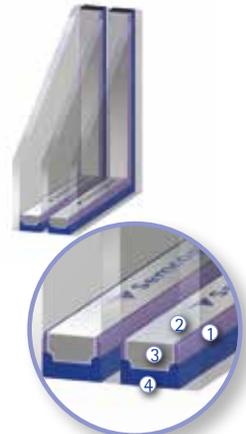
1. Bei Isolierglas sind die einzelnen Scheiben durch den sogenannten Randverbund miteinander verbunden. Dieser besteht in der Regel aus (mindestens) zwei Dichtungen und einem dazwischenliegenden Abstandhalter.
2. Ist der Randverbund nicht durch einen Rahmen abgedeckt, können konstruktionsbedingte Merkmale sichtbar sein. Dies lässt sich fertigungstechnisch nicht vermeiden.
3. Je nach Kantenlänge des Sencoglas-Produkts sind kleine Abweichungen in der Parallelität vom Abstandhalter zur Glaskante erlaubt.



### Randverbund

(im Detail)

- Primärdichtung ①
- Abstandhalter ②
- Trockenmittel ③
- Sekundärdichtung ④



## 4.1.3 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 Farblösungen 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.

### Was kann bei innenliegenden Sprossen passieren?

1. Innenliegende Sprossen können sich durch klimatische Einflüsse oder Erschütterungen leicht verschieben oder klappern. Dies ist unvermeidbar.
2. Der Herstellungsprozess kann Spuren an den Sprossen hinterlassen. Auch dies ist nicht zu vermeiden.
3. Bei der Beurteilung von innenliegenden Sprossen zählt stets der Gesamteindruck.



## Beschädigung der Außenflächen

### 4.1.4 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 u. a. vom Bundesverband Flachglas e. V.
- Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas, herausgegeben u. a. vom Bundesverband Flachglas e. V.

und die jeweiligen techn. Angaben und die gültigen Einbauvorschriften der Hersteller.

### Was muss bei Außenflächenbeschädigungen beachtet werden?

1. Werden nach Einbau der Fenster noch weitere Bauschritte unternommen, achten Sie bitte darauf, dass die Glas-Oberfläche geschützt wird.
2. Bei Beschädigungen der Außenfläche ist zu klären, woher diese stammen.
3. Anschließend können diese anhand der einschlägigen Normen sowie den Angaben der Hersteller beurteilt und ggfs. reklamiert werden. Lassen Sie sich hierzu beraten.



## 4.1.5 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

### Welche physikalischen Merkmale können auftreten?

1. Es gibt physikalische Phänomene, die sich auf die visuelle Qualität von Sencoglas-Produkten auswirken können.
2. Diese sind natürlichen Ursprungs und können daher nicht in die Beurteilung der Qualität mit einfließen. Im Folgenden werden einige dieser Phänomene genauer beschrieben.



Übersicht - Physikalische  
Merkmale

## 4.2 BEGRIFFSERLÄUTERUNGEN

### 4.2.1 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.

#### Was sind Interferenzerscheinungen?

1. Unter Interferenzerscheinungen wird der Eindruck von unterschiedlichen, farbigen Zonen im Glas verstanden. Die Entstehung geht auf das Aufeinandertreffen unterschiedlicher Lichtwellen im Glas zurück.
2. Dieser natürliche Effekt tritt spontan auf und lässt sich nicht beeinflussen.



### 4.2.2 ISOLIERGLASEFFEKT

Isolierglas hat ein durch den Randverbund eingeschlossenes Luft-/Gasvolumen, dessen Zustand im Wesentlichen durch den barometrischen Luftdruck, die Höhe der Fertigungsstätte über Normalnull (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.

#### Was ist der Isolierglaseffekt?

1. Im Inneren von Sencoglas-Isoliergläsern befindet sich ein vollständig abgedichtetes Gas-Luft-Gemisch. Dieses verändert bei unterschiedlichen Temperaturen und Druckverhältnissen sein Volumen, wodurch die parallelen Einzelscheiben sich leicht nach innen oder außen wölben können.
2. Durch diesen Effekt können leichte optische Verzerrungen oder Spiegelungen entstehen. Es handelt sich hierbei um eine physikalische Gesetzmäßigkeit und ist daher bei der Produktion von Isoliergläsern nicht zu vermeiden.



## 4.2.3 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 bei 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.

### Was sind Anisotropien?

1. Bei wärmebehandeltem Glas ändert sich das Oberflächengefüge des Glases. Dadurch verändert sich auch die interne Spannungsverteilung.
2. Dieser physikalische Effekt kann, je nach Einbau- und Beleuchtungssituation, zu Doppelbrechungserscheinungen führen.
3. Die Brechung des Tageslichts kann bei manchen Blickwinkeln den Eindruck von dunkelfarbigen Ringen, Streifen oder Bändern auslösen.



*Interferenzerscheinungen  
und Isolierglaseffekt*

## Kondensation auf Außenflächen

### 4.2.4 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.

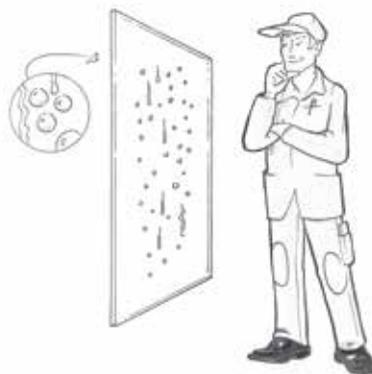
Bei Isolierglas mit hoher Wärmedämmung kann sich auf der witterungsseitigen Glasoberfläche vorübergehend Tauwasser bilden, wenn die Außenfeuchtigkeit (relative Luftfeuchte außen) hoch und die Lufttemperatur höher als die Temperatur der Scheibenoberfläche ist

#### Was bedeutet das?

1. Die Bildung von Tauwasser an Außenflächen entsteht durch den Temperaturunterschied zwischen Glas und Außentemperatur. Dementsprechend ist dies ein Qualitätsmerkmal hervorragender Wärmedämmung, da die Wärme im Raum gehalten wird.



2. Bildet sich zusätzlich Tauwasser an der Innenseite der Glasscheibe. hänot dies in der Regel mit einer unzureichenden Luftzirkulation am Glas zusammen. Hier gilt es, Abhilfe zu schaffen und z. B. direkt an der Glasfläche stehende Pflanzen zu entfernen, so dass die Luft ungehindert zirkulieren kann.



## 4.2.5 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 von Tauwasser, Regen oder Reinigungswasser kann die unterschiedliche Benetzbarkeit sichtbar werden.

### Warum gibt es Unterschiede bei der Benetzbarkeit?

1. Die Benetzbarkeit von Glasoberflächen hängt von vielen Faktoren ab und verändert sich durch eine Vielzahl von Einflüssen.
2. Feuchtigkeit und andere Stoffe schlagen sich daher ungleichmäßig am Glas nieder. Dies ist ein natürlicher Effekt, der sich aufgrund der Vielzahl an Einflussfaktoren nicht verhindern lässt.



## Einführung

### EINFÜHRUNG

Glas in Fenstern und Fassade erfüllt heute eine Vielzahl von funktionalen Eigenschaften. Jeder Bauherr wünscht sich optimale Wärmedämmung und möglichst viel Tageslicht in den Räumen, gleichzeitig soll in der kalten Jahreszeit die passive Solarenergie die Heizkosten senken und im Sommer muss eine Überhitzung der Räume vermieden werden.

Modernes Funktions-Isolierglas von Semco erfüllt diese Ansprüche und gehört damit zu den Baustoffen der Zukunft. Die vielfältigen Funktionen unserer Gläser werden auch durch innovative Beschichtungstechnologien erreicht. So zeichnet sich die Klimaglas-Reihe durch eine Reihe von Beschichtungen aus, die die Vorteile moderner Sonnenschutzgläser mit hervorragenden Wärmedämmeigenschaften vereint, ohne dabei einen optisch verfälschten Eindruck der Außenwelt zu vermitteln oder das Tageslicht auszusperren.

Trotzdem spielen die Beschichtung und auch der Rohstoff Glas selbst für den visuellen Eindruck des Produkts eine entscheidende Bedeutung.

### GLASFARBE UND BESCHICHTUNGSFARBE

Glas ist nicht unsichtbar. Die wahrgenommene Farbe von Glaserzeugnissen hängt von verschiedenen Faktoren ab. Flachglas hat eine rohstoffbedingte Eigenfarbe, welche mit zunehmender Dicke deutlicher werden kann.

Für Fenster und Fassaden werden Gläser mit Sonnenschutz-, Wärmedämm- und/oder anderen Funktionsbeschichtungen versehen. Auch die Beschichtungen diese Gläser weisen unterschiedliche Färbungen auf, da Schichten aus Silber oder verschiedenen Metalloxiden auf das Glas gebracht werden. 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 Zusammensetzung der Beschichtung sowie durch Veränderungen der Glasdicken und des Scheibenaufbaus möglich und nicht zu vermeiden. Auch die Eigenfarbe der Lichtquelle und das subjektive Farbempfinden des Betrachters sind Faktoren bei der Farbwahrnehmung.

### WIE WERDEN FARBLICHE ABWEICHUNGEN OBJEKTIV BEWERTET?

Eine objektive Bewertung des Farbunterschiedes bei beschichteten Gläsern erfordert die Messung bzw. Prüfung des Farbunterschiedes unter vorher exakt definierten Bedingungen (Glasart, Farbe, Lichtart, etc.). Bei der Betrachtung eines beschichteten Fensterglases, bzw. einer Glasfassade mit Beschichtung spielen also eine große Anzahl von Faktoren eine Rolle (siehe Punkt 2.4).

Farbliche Abweichungen können objektiv nur mit aufwändigen physikalischen Messungen bestimmt werden. Betrachtet man ein Fenster oder eine Fassade mit dem bloßen Auge, können schon eine kleine Abweichung beim Betrachtungswinkel oder eine Änderung in der Bewölkung am Himmel für einen komplett anderen Farbeindruck sorgen.

Wenn Sie bei Ihrer Verglasung farbliche Abweichungen feststellen, sind diese nur dann ein Reklamationsgrund, wenn sie die zulässigen Toleranzen (siehe Punkt 2) überschreiten.

## **JEDE BESCHICHTUNG VERÄNDERT DEN VISUELLEN EINDRUCK!**

*Einführung*

Besonders ausgeprägt sind diese farblichen Veränderungen unter verschiedenen Betrachtungswinkeln bei hoch-performanten Doppelsilber-Beschichtungen mit hohen Selektivitäts-Werten. Beschichtungen dieser Qualität geben der Verglasung optimale Wärmedämm-, Lichtdurchlass- und Sonnenschutzzeigenschaften.

Die farblichen Veränderungen unter unterschiedlichen Betrachtungswinkeln sind produktionstechnisch unvermeidbar.

Wenn Sie bei Ihrem Bauobjekt die Verglasung in den Fenstern oder der Fassade von außen betrachten, werden die funktionalen Beschichtungen des Glases unweigerlich einen Einfluss auf das Erscheinungsbild haben.

## **VISITATION UND PHYSIKALISCHE MESSUNG VON FARBABWEICHUNGEN**

Konzentrieren Sie sich bei der Betrachtung auf einen Abschnitt des Glases der sich horizontal und vertikal maximal in einem 45 Grad Winkel zu Ihrer Position befindet (siehe Fig. 3). Achten Sie auf gleichbleibende äußere Bedingungen.

Das beste Ergebnis erzielen Sie bei Tageslicht, ohne direkte Sonneneinstrahlung auf die Scheibe und einem erhellten Raum hinter der Verglasung.

Um physikalisch exakt bemessen zu können, ob bei einer beschichteten Verglasung Farbabweichungen außerhalb des Toleranzbereichs vorliegen, müssen unter Laborbedingungen die Farbwerte an mehreren Messpunkten auf dem Glas verglichen werden.

Die aus den Messungen resultierende Werte, die sogenannten Lab-Werte, beschreiben die gemessene Farbe und können mit den Lab-Grenzwerten für die Verglasung verglichen werden.

## ANWENDUNGSBEREICH DER RICHTLINIE

Die farblichen Zulässigkeiten beziehen sich auf beschichtete Gläser, bestehend aus: Floatglas, vorgespanntem Einscheiben- Sicherheitsglas (ESG) teilvorgespanntem Glas (TVG) und Verbundsicherheitsglas (VSG), bei denen die Beschichtung durch ein Magnetron-Sputterverfahren aufgebracht wurde.

Behandelt wird vorrangig die Außenansicht der Gläser und nicht die Durchsicht. Nicht behandelt werden opake Gläser, bedruckte, emaillierte oder bemalte Gläser sowie geätzte oder gesandstrahlte Gläser.

## FARBABWEICHUNGEN UND IHRE BESTIMMUNG

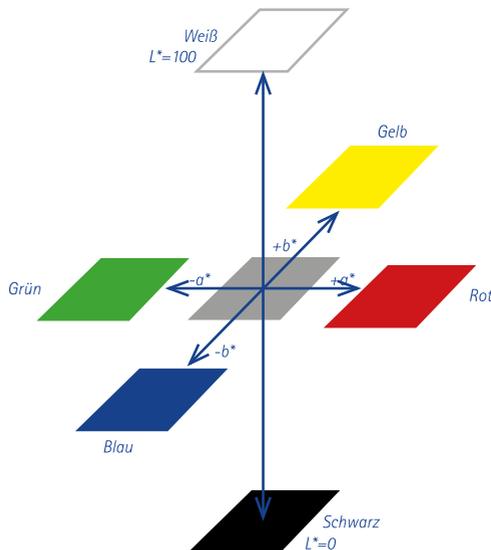
Das farbliche Empfinden eines Menschen kann sehr individuell ausgeprägt sein. Deshalb werden Farben durch Messungen mittels Spektrometer möglichst objektiv bestimmt.

Aus den gemessenen Reflexions- oder Transmissionsspektren können sogenannte Farb-Orte in einem normierten CIELAB- Farbraum (siehe Abbildung unten) bestimmt und verglichen werden.

Für eine Reproduzierbarkeit der Messung, muss die Untersuchung unter genau festgelegten Randbedingungen an Standardglasaufbauten im Labor durchgeführt werden.

Üblicherweise wird eine D65- Beleuchtungsart benutzt, die dem Sonnenlicht recht nahe kommt. Der Normbeobachter betrachtet das Objekt unter einem Winkel von 10°.

Der Farbraum besteht aus den  $L^*$ -,  $a^*$ - und  $b^*$ - Koordinaten. Der  $L^*$ - Wert gibt die Helligkeit, der  $a^*$ - Wert die Rot / Grün- Anteile, der  $b^*$ - Wert die Gelb / Blau- Anteile wieder.



Der Unterschied zweier Farben zueinander wird durch den Farbabstand wieder gegeben, der sich aus:

$$\Delta E = (\Delta L^* + \Delta a^* + \Delta b^*)/2 \text{ zusammensetzt. (1)}$$

Dabei ist:

$$\Delta L^* = \Delta L1^* - \Delta L2^* \text{ (2)}$$

$$\Delta a^* = \Delta a1^* - \Delta a2^* \text{ (3)}$$

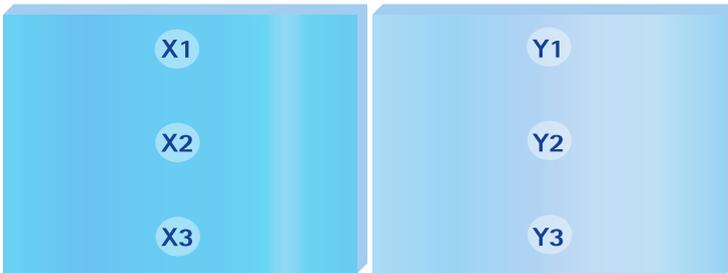
$$\Delta b^* = \Delta b1^* - \Delta b2^* \text{ (4) Differenzen zweier Messungen 1 u. 2}$$

Legt man diese Formel zugrunde, kann man aus zwei verschiedenen Bereichen der Fassade eine Vergleichsmessung durchführen.

## MESSUNG DER FARBHOMOGENITÄT IN DER REFLEXION

Mit einem Handspektrometer können z.B. vergleichsweise zwei Bereiche einer Scheibe vertikal ausgemessen werden. Üblicherweise geschieht dies durch die Bestimmung von jeweils drei L\*a\*b\*- Werten in den betroffenen Bereichen, aus denen die Mittelwerte für die beiden Bereiche gebildet werden.

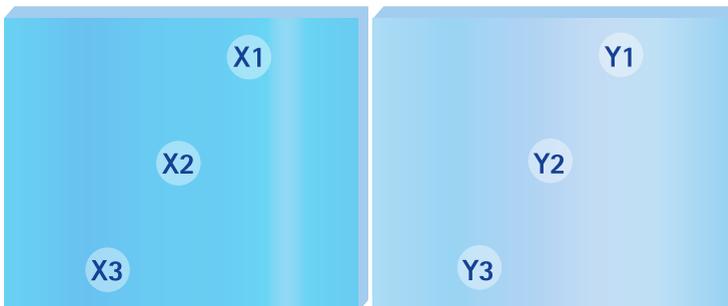
Fig. 1 – Vergleich auf einer Scheibe



Diese Mittelwerte aus den Messungen X1, X2, X3 u. Y1, Y2, Y3 werden in die Gleichungen 1 – 4 eingesetzt.

Werden benachbarte Scheiben verglichen, misst man diagonal über die einzelnen Scheiben (s. Fig. 2)

Fig. 2 – Vergleich auf zwei benachbarte Scheiben



Messung der  
Farbhomogenität

Zulässige Farbabweichungen

$\Delta L^*$	$\leq 5,0$
$\Delta a^*$	$\leq 5,0$
$\Delta b^*$	$\leq 5,0$
$\Delta E_{ab}^*$	$\leq 6,0$

Tab. 1 – zulässige Farbabweichungen

## ABHÄNGIGKEITEN VOM BETRACHTUNGSWINKEL

Wärmedämm- und Sonnenschutzschichten zeigen unter Winkel farbliche Veränderungen. Diese sind besonders bei Doppelsilberschichten mit einer hohen Selektivität ausgeprägt und produktionsbedingt unvermeidbar.

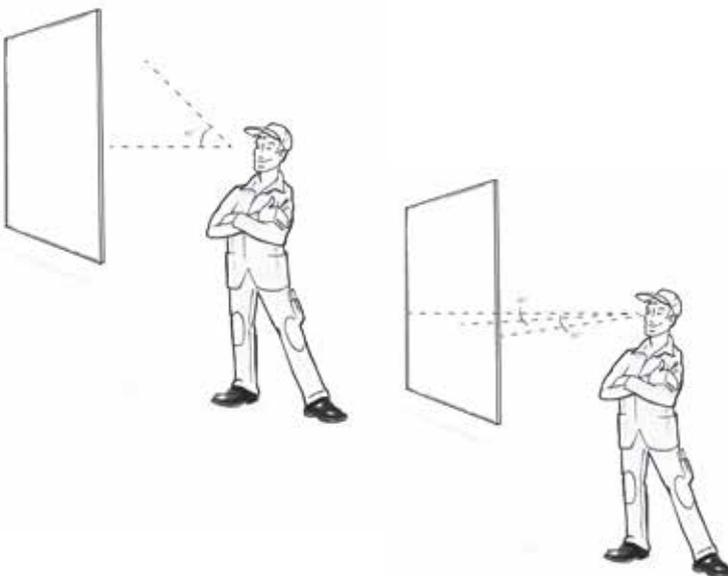
Da es für Winkelmessungen kein geeignetes handliches transportables Spektrometer gibt, müssen Messungen an der Fassade durch eine Visitierung ersetzt werden. Der Betrachtungswinkel beträgt hierbei max. 45°.

Messungen bei Visitierungen unterliegen den unten genannten Einflüssen.  
Fig. 3 – Beobachtungswinkel an einer Fassade

## WEITERE EINFLÜSSE AUF DIE FARBGEBUNG

Bei der Betrachtung von Fassaden gibt es bestimmte Einflüsse, die berücksichtigt werden müssen. Folgende Faktoren spielen bei der Wahrnehmung des optischen Eindrucks eine Rolle:

- Das Auge des Betrachters kann Farbe nur subjektiv wahrnehmen. Ein weiterer Beobachter könnte eine ganz andere Wahrnehmung haben.
- Der Abstand zwischen zwei Scheiben und die Beschichtungssposition
- Eigenfarbe des Basisglases und Eigenfarbe der Funktionsschicht
- Farbe der Rahmen und Sprossen und Farbe der umgebenden Flächen
- Ein bewölkter Himmel verstärkt farbliche Unterschiede
- Der Hintergrund, insbesondere unbeleuchtete oder dunkle Innenräume, verstärken farbliche Unterschiede
- Der Abstand und der Winkel zur Fassade



- Spiegelungen an und von benachbarten Gebäuden oder Gegenständen
- Glasart und Glasdicke
- Anisotropien an vorgespannten Scheiben (ESG, TVG)

*Abhängigkeiten vom  
Betrachtungswinkel*

*Einflüsse auf die  
Farbgebung*

## **GLASAUWAHL UND BEMUSTERUNG**

Die Grundausswahl der Gläser wird durch die technischen Anforderungen des Planers und die Architekturentscheidung bezüglich Farbneutralität, Farbgebung und Reflexion bestimmt.

Für die nach diesen Kriterien festgelegten Gläser sind die Produkte als Handmuster zur Verfügung zu stellen und durch den Planer aufgrund des gewünschten optischen Eindrucks auszuwählen.

Bei Großobjekten sollte die visuellen Anforderungen anhand einer Musterfassade festgelegt werden.

## **VERWEISE AUF NORMEN UND REGELWERKE**

(in der jeweils gültigen Ausgabe)

DIN EN 410: Glas im Bauwesen – Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen

ISO 11479-2: Glass in building – Coated glass – Part 2: Colour of façade; ISO 11479-2 First edition 2011-10-01

GEPVP Code of Practice for in-situ Measurement and Evaluation of the Colour of Coated Glass used in Façades; European Association of Flat Glass Manufacturers, January 2005

DIN EN 5033 Farbmessungen



*Mit bundesweit mehr als 18 Standorten in drei Regionen ist Semcoglas einer der führenden Komplettanbieter für Glas in der Architektur. Die Standorte der einzelnen Regionen sind mit unserer Anwendungstechnik und Produktentwicklung eng vernetzt. So erreichen wir gemeinsam mit Ihnen die optimale Lösung für jede Anforderung. Versprochen.*

Ihr SEMCOGLAS Partner