

## ***ESG-HF – ein fremdüberwachtes Bauprodukt***

# ESG-HF – ein fremdüberwachtes Bauprodukt

## Inhaltsverzeichnis

|  |   |
|--|---|
| <b>1.0 Einführung:</b>   |   |
| <b>Sinn und Zweck des Leitfadens</b> .....                                   | 2 |
| <b>2.0 Das Produkt und seine Herstellung</b>                                 | 2 |
| <b>3.0 Bauordnungsrechtliche Anforderungen</b> .....                         | 3 |
| 3.1 Produktbezogene Anforderungen.....                                       | 3 |
| 3.2 Anwendungsbezogene Anforderungen.....                                    | 6 |
| <b>4.0 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK) und Fremdüberwachung</b> ..... | 6 |
| <b>5.0 Kennzeichnung und Dokumentation</b> ..                                | 6 |
| <b>6.0 Sicherheitsniveau</b> .....   | 7 |
| <b>7.0 Bruchursachen bei Einscheiben-Sicherheitsglas</b> .....               | 7 |
| <b>8.0 Hinweise für die Bestellung und Abwicklung von Aufträgen</b> .....    | 7 |
| <b>9.0 Literaturhinweise / Mitgeltende Dokumente</b> .....                   | 8 |

## 1.0 Einführung: Sinn und Zweck des Leitfadens

Im Bereich des deutschen Bauordnungsrechts sind bei Einscheiben-Sicherheitsglas drei Produkte zu unterscheiden: ESG nach EN 12150, heißgelagertes ESG nach EN 14179 und heißgelagertes ESG nach EN 14179 mit Zuverlässigkeitsklasse RC2 nach DIN EN 1990. Die Abgrenzung zwischen diesen drei Produkten ist in der Praxis nicht immer ganz klar. Dieser Leitfaden soll allen beteiligten Gruppen wie:

- Verarbeitern
- Anwendern
- Planern
- Isolierglasherstellern und
- Monteuren

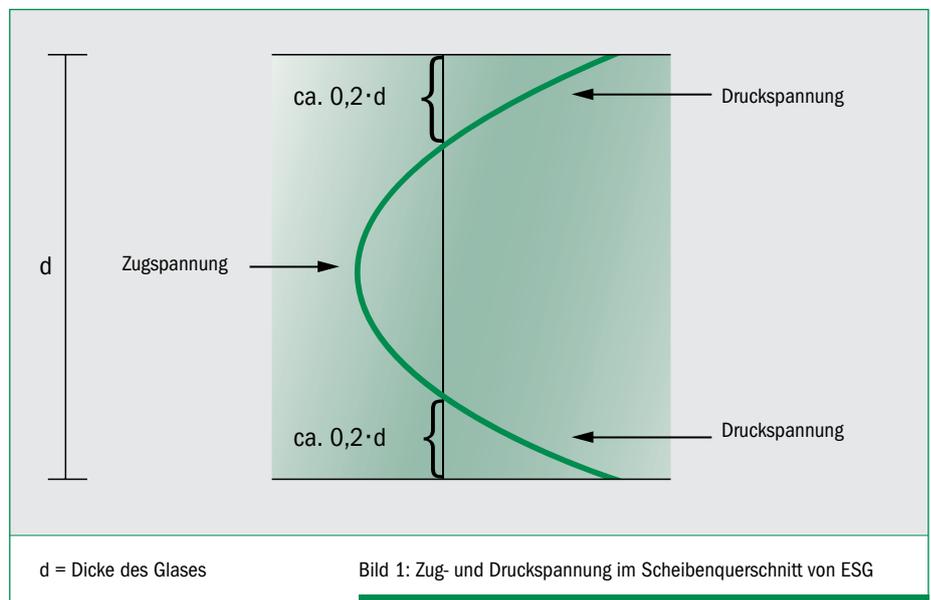
Sicherheit geben, was die Definition dieser Produkte und die an sie gestellten Anforderungen angeht.

## 2.0 Das Produkt und seine Herstellung

### Einscheiben-Sicherheitsglas

Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) ist ein thermisch vorgespanntes Float- bzw. Ornamentglas, bei dem durch eine besondere Wärmebehandlung des Glases ein charakteristischer Eigenspannungszustand eingeprägt wird. Im Vergleich zu normal gekühltem Glas wird durch diesen sogenannten thermischen Vorspannprozess eine wesentlich höhere Belastbarkeit erzielt.

Das Glas wird hierzu in einem „Vorspann-Ofen“ innerhalb eines definierten Zeitraumes gleichmäßig auf ca. 620 °C erhitzt und anschließend schnell abgekühlt. Dadurch erhält das Glas an beiden Oberflächen (jeweils in einem Bereich mit einer Dicke von ca. 20 % der Glasdicke) eine Druck- und im Kern eine Zugspannung. Dieser Bereich entspricht im Bereich der Kanten in etwa dem Wert der Glasdicke und im Bereich der Ecken dem 2,5 fachen der Glasdicke sowie im Bereich umlaufend der Bohrungen ebenfalls dem Wert der Glasdicke.



Druck- und Zugspannung stehen im Gleichgewicht. Eine nachträgliche Bearbeitung ist nicht zulässig.

ESG besitzt gegenüber nicht vorgespanntem Glas eine erhöhte Biegezugfestigkeit und Beständigkeit gegen plötzliche Temperaturwechsel sowie ein feinkrümeliges Bruchbild, wodurch das Produkt seine Sicherheitseigenschaften erhält.

**ESG-Spontanbruch infolge NiS-Einschlusses**

Bei der Herstellung von Floatglas lassen sich trotz äußerster Sorgfalt Verunreinigungen der Glasschmelze mit Nickel nicht vermeiden. Dadurch können im Glas Einschlüsse aus Nickelsulfid entstehen. Diese können ihr Volumen im Laufe der Zeit durch Phasenumwandlung vergrößern. Dieser Prozess wird durch Temperatureinfluss beschleunigt. Im normal gekühlten Glas stellt dieses Phänomen kein Problem dar. Befindet sich ein solcher Einschluss aber im Zugspannungsbereich im Kern eines Einscheiben-Sicherheitsglases, können die dadurch entstehenden zusätzlichen Spannungen zum plötzlichen Ver-

sagen der Scheibe führen. Eine wirksame Maßnahme gegen diesen Spontanbruch ist eine erneute Wärmebehandlung des ESG, im sogenannten Heißlagerungstest, im Englischen „Heat-Soak-Test“ genannt.

**Heißlagerung von Einscheiben-Sicherheitsglas**

Beim Heißlagerungstest wird das bereits thermisch vorgespannte ESG einem weiteren Temperaturprozess unterzogen. Das thermisch vorgespannte Glas wird in einem speziell dafür vorgesehenen, kalibrierten Ofen unter definierten Vorgaben erhitzt und nach Erreichen der vorgeschriebenen Temperatur über eine definierte Zeit gelagert. Dabei vergrößern sich eventuell vorhandene Nickelsulfid-Einschlüsse und führen, sofern sie in der Zugzone liegen und eine Mindestgröße aufweisen, zum Bruch des ESG. Mit diesem Verfahren kann bei ordnungsgemäßer Durchführung nach derzeitigem Kenntnisstand die Zuverlässigkeit der Verglasungskonstruktion auf das von den Baubehörden der Bundesländer bei Einbauhöhen über 4 m geforderte Mindestmaß erhöht werden.

**3.0 Bauordnungsrechtliche Anforderungen**

Es wird zwischen den produkt- (Verwendung) und den anwendungsbezogenen Anforderungen unterschieden.

**3.1 Produktbezogene Anforderungen**

In Deutschland wird zur Sicherstellung der Bauwerkssicherheit in DIN 18008-2: 2020-05 zwischen drei ESG-Produkten unterschieden:

- „Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas“ nach EN 12150, im folgenden Text kurz als „ESG“ bezeichnet;
- „Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas“ nach EN 14179, im folgenden Text kurz als „Heißgelagertes ESG“ bezeichnet.
- „Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas“ nach EN 14179 mit Zuverlässigkeitsklasse RC2 nach DIN EN 1990, im folgenden Text kurz als heißgelagertes ESG mit Fremdüberwachung (z. B. ESG-HF nach RAL-GZ 525) bezeichnet;

Die Unterschiede zwischen diesen drei ESG-Produkten zeigt die Tabelle auf Seite 4 und 5.

Der Heißlagerungsprozess besteht aus einer Aufheizphase, einer Haltephase und einer Abkühlphase

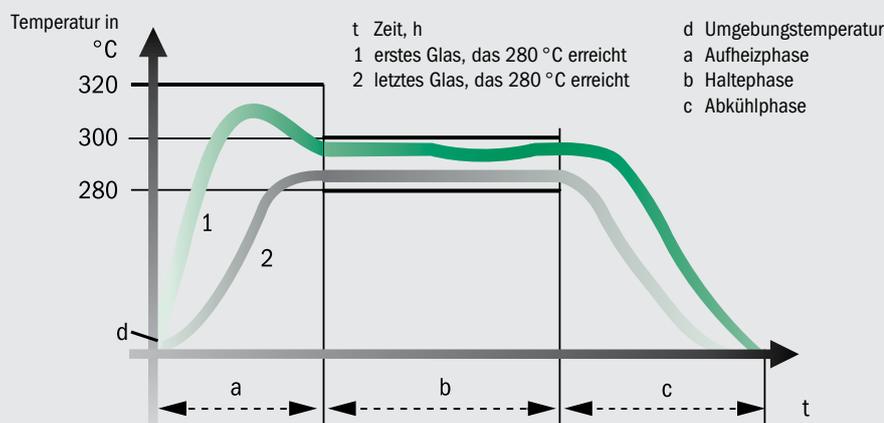


Bild 2: Temperaturverlauf während der Heißlagerung

# ESG-HF – ein fremdüberwachtes Bauprodukt

| Kriterium   | <b>ESG</b><br>(nach EN 12150)   | <b>Heißgelagertes ESG</b><br>(nach EN 14179:2005-09)   | <b>Heißgelagertes ESG mit Fremdüberwachung</b><br>(z. B. ESG-HF nach RAL-GZ 525)                            |
|---|---|--|---|
| Ende der Aufheizphase   | -   | Erreichen von 280 °C Oberflächentemperatur beim letzten Glas,<br>(EN 14179-1 Abschnitt 5.3.2)              |   |
| Höchste Glastemperatur während der Aufheizphase   | -   | 320 °C,<br>(EN 14179-1 Abschnitt 5.3.2)  |   |
| Haltezeit   | -   | 2 h<br>(EN 14179-1 Abschnitt 5.3.3)  | 2 h<br>(EN 14179-1 Abschnitt 5.3.3)   |
| Höchste Glastemperatur während der Haltezeit  | -   | 300 °C,<br>(EN 14179-1 Abschnitt 5.3.3)  |   |
| Protokollierung des HS-Prozesses  | -   | Temperatur-Zeit-Kurve<br>Anzahl der gebrochenen Scheiben<br>(EN 14179-2 Anhang A.3.2)                      |   |
| Erstprüfung des HS-Ofens  | -   | Ja, in Eigenverantwortung<br>(EN 14179-1 Abschnitt 6.5 und Anhang A)                                       | Ja, durch Fremdüberwachung einer Prüf- und Überwachungsstelle   |
| Regelüberwachung des HS-Ofens   | -   | 1 Jahr nach der Erstprüfung;<br>danach alle 5 Jahre,<br>in Eigenverantwortung<br>(EN 14179-2 Anhang A.3.2) | 1 Jahr nach der Erstprüfung;<br>danach alle 5 Jahre,<br>durch Fremdüberwachung<br>(EN 14179-2 Anhang A.3.2) |
| Basisglas   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Floatglas nach EN 572-2</li> <li>■ Gezogenes Flachglas nach EN 572-4</li> <li>■ Ornamentglas nach EN 572-5</li> <li>■ Beschichtetes Glas nach EN 1096-1</li> </ul>   |  |   |
| Emaillierung zulässig   | Ja, nach EN 14179-1 Abschnitt 3.4 und EN 14179-2 Abschnitt 4.3.1.2  |  |   |
| Mindestwert der charakteristischen Biegezugfestigkeit siehe EN 14179-1, Abschnitt 11.4, Tabelle 6 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Basisprodukt: Klares, in der Masse eingefärbtes und beschichtetes Floatglas = 120 N/mm<sup>2</sup></li> <li>■ Basisprodukt: Emailliertes Floatglas (Emaillierung in der Zugzone) = 75 N/mm<sup>2</sup></li> <li>■ Ornamentglas, gezogenes Flachglas = 90 N/mm<sup>2</sup></li> </ul> |  |   |
|   |   |  |   |

| Kriterium  | <b>ESG</b><br>(nach EN 12150)   | <b>Heißgelagertes ESG</b><br>(nach EN 14179)   | <b>Heißgelagertes ESG mit Fremdüberwachung</b><br>(z. B. ESG-HF nach RAL-GZ 525)   |
|--|---|--|--|
| Bruchbild-Anforderungen  | Siehe EN 12150-1, Abschnitt 8, Testscheibengröße 360 x 1100 mm; Einhaltung bei allen produzierbaren Abmessungen                     | Siehe EN 14179-1, Abschnitt 10, Testscheibengröße 360 x 1100 mm                                  |  |
| Fremdüberwachung   | Nein  |  | Ja, nach VV TB, Anlage A 1.2.7/2 Nr. 2 bzw. nach DIN 18008-2: 2020-05 Anhang C durch eine Prozedur gemäß DIN EN 1990/NA:2010-12, Tabelle NA.B.2, Zeile „IL2 In Verbindung mit RC2“, wie sie z. B. in RAL-GZ 525, Abschnitt 3.2 konkret beschrieben wird. |
| Max. zulässige Tiefe von Kantenverletzungen  | Nach DIN 18008-1 max. 15 % der Dicke des Glases   |  |  |
| Kantenbearbeitungen, Bohrungen <sup>1)</sup> , Öffnungen, Ausschnitte  | Zulässig nach EN 12150-1, Abschnitt 7   | Zulässig nach EN 14179-1, Abschnitt 9  |  |
| Erstprüfung des Produkts   | Erforderlich nach EN 12150-2 Abschnitt 5.2.2  | Erforderlich nach EN 14179-2 Abschnitt 5.2   | Erforderlich z. B. nach RAL-GZ 525   |
| Werkseigene Produktionskontrolle inkl. Dokumentation   | Erforderlich nach EN 12150-2 Abschnitt 5.3  | Erforderlich nach EN 14179-2 Abschnitte 5.3 bis 5.5  | Erforderlich z. B. nach RAL-GZ 525   |
| Kennzeichnung  | Nach EN 12150-1 Abschnitt 10: Name oder Markenzeichen des Herstellers<br>Schriftzug „EN 12150“                                      | Nach EN 14179-1 Abschnitt 12: Name oder Markenzeichen des Herstellers<br>Schriftzug „EN 14179-1“ | Erforderlich z. B. nach RAL-GZ 525, Abschnitt 4  |
| Anforderungen an den Nachweis  | System 3<br>EN 12150-2 Anhang ZA.2  | System 3<br>EN 14179-2 Anhang ZA.2.1   | z. B. Verleihungsurkunde RAL Gütezeichen RAL-GZ 525  |
| Überwachung des Einbaus  | Für punktgestützte, hinterlüftete Wandbekleidungen aus Einscheiben-Sicherheitsglas gelten in vielen Bundesländern besondere Regeln. |  |  |
| <sup>1)</sup> In anwendungsbezogenen technischen Regeln (DIN 18008) erfolgen zusätzliche Einschränkungen, z. B. Abstand Lochbohrung zur Glaskante. |   |  |  |
| Tabelle 1: Unterscheidungsmerkmale der ESG-Produkte  |   |  |  |

# ESG-HF – ein fremdüberwachtes Bauprodukt

## 3.2 Anwendungsbezogene Anforderungen

Die anwendungsbezogenen Anforderungen an die drei ESG-Produkte sind in der entsprechenden Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen VV TB des jeweiligen Bundeslandes und in der DIN 18008 geregelt.

Demnach dürfen monolithische Einfachgläser oder äußere monolithische Scheiben von MIG

- aus ESG und aus heißgelagertem ESG nur eingebaut werden, wenn deren Oberkante höchstens 4 m über Verkehrsflächen liegt,
- aus heißgelagertem ESG mit Fremdüberwachung (z. B. ESG-HF nach RAL-GZ 525) ohne Begrenzung der Einbauhöhe eingebaut werden.

Darüber hinaus ist Kapitel 8.0 zu beachten.

## 4.0 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK) und Fremdüberwachung

Die Dokumentation der Herstellungsprozesse, insbesondere des Heißlagerungstests, und die Sicherstellung der geforderten Produkteigenschaften sind wichtiger Bestandteil der Produktion von heißgelagertem ESG und heißgelagertem ESG mit Fremdüberwachung (z. B. ESG-HF nach RAL-GZ 525).

Die Dokumentation dient zum Nachweis der ordnungsgemäßen Durchführung des Heißlagerungstests in der Eigen- und Fremdüberwachung. Auf Wunsch des Kunden kann die Weitergabe separat mit dem Hersteller vereinbart werden.

Die Dokumentation sollte mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Herstellwerk und Ofenbezeichnung, sofern mehr als ein Ofen vorhanden ist
- Auftragsnummer / Position
- Datum der Durchführung des Heißlagerungstests
- Haltezeit und Temperatur während der Haltephase
- Unterschrift des Verantwortlichen

Zusätzliche Angaben zur Eigenüberwachung sind möglich.

Bei der Herstellung von ESG-HF nach RAL-GZ 525 ist darüber hinaus eine Fremdüberwachung durch eine von der Gütegemeinschaft Flachglas benannte Prüf- und Überwachungsstelle vorgeschrieben.

## 5.0 Kennzeichnung und Dokumentation

Sowohl die EN 14179-1 als auch die Güte- und Prüfbestimmungen RAL-GZ 525 ESG-HF machen Vorgaben für eine Kennzeichnung der Produkte, um eine Identifizierung des Herstellers sicherzustellen (vgl. Tabelle 1).

Grundsätzlich ist eine Kennzeichnung empfehlenswert, die im eingebauten Zustand sichtbar ist. Denn nur so ist jederzeit für jeden erkennbar, dass hier ein Einscheiben-Sicherheitsglas mit speziellen Eigenschaften vorliegt.

Fehlt die Kennzeichnung vollständig, ist die Verwendung des Einscheiben-Sicherheitsglases als Bauprodukt nach der europäischen Bauproduktenverordnung (BauPVO) nicht zulässig.

Im Falle von Reklamationen oder bauaufsichtlichen Marktüberwachungsmaßnahmen sind die Dokumentation des Herstellprozesses und die Kennzeichnung des Produktes mit RAL-GZ 525 ESG-HF wichtige Instrumente zum Nachweis einer ordnungsgemäßen Durchführung des Heißlagerungstests.

## 6.0 Sicherheitsniveau

An alle Baustoffe werden hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit gestellt. Hierzu werden Mindestwerte des Zuverlässigkeitsindex  $\beta$  definiert.

Nach EN 1990 „Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung“, Anhang B, beträgt die mindest geforderte Zuverlässigkeit von Bauteilen, bei deren Versagen Gefahr für Leib und Leben entsteht, 99,9999 % pro Jahr (Zuverlässigkeitsklasse RC2 mit Zuverlässigkeitsindex  $\beta \geq 4,7$  für Bezugszeitraum 1 Jahr).

Nach DIN EN 1990/NA:2010-12, Tabelle NA.B.2, Zeile „IL2 in Verbindung mit RC2“, wird diese Zuverlässigkeit durch eine Fremdüberwachung eingehalten.

## 7.0 Bruchursachen bei Einscheiben-Sicherheitsglas

Durch den thermischen Vorspannprozess ist Einscheiben-Sicherheitsglas in vielerlei Hinsicht belastbarer als nicht vorgespanntes Glas. Als spröder Werkstoff kann es bei Überbelastung und unsachgemäßem Umgang trotzdem brechen, wobei die Ursache häufig nicht offensichtlich ist.

Oft wird in diesem Fall vorschnell ein Nickelsulfid-Einschluss als Bruchursache unterstellt. Dabei gibt es eine Reihe weiterer möglicher Faktoren, die auch bruchauslösend wirken können, wie zum Beispiel:

- Kantenbeschädigungen
- Falsche Klotzung
- Unplanmäßige Zwängungen beim Einbau
- Überschreiten der Temperaturwechselbeständigkeit
- Bauwerk-Setzungen
- Kontakt von Glas zu harten Materialien
- Nachträgliche Glasbearbeitung
- Manueller Angriff bei Einbruch
- Vandalismus

Indizien für einen bruchauslösenden Nickelsulfid-Einschluss können sein:

- Bruchschmetterling am Bruchausgang (nur sichtbar, falls die Scheibe im Rahmen stehen bleibt oder größere zusammenhängende Scheibenfragmente vorliegen)
- Kugelförmiger, meist metallisch glänzender Einschluss auf dem Bruchspiegel des Bruchsprungs
- Charakteristische, raue Oberflächenstruktur („Elefantenhaut“) und Messing-Farbe des Einschlusses im Lichtmikroskop (im Auflicht)
- Durchmesser des Einschlusses ca. 0,05 bis 0,5 mm
- Lage des Einschlusses im Zugspannungsbereich des Scheibenquerschnitts
- Der endgültige Nachweis für ein Nickelsulfid-Einschluss ist der Nachweis der charakteristischen Zusammensetzung aus Nickel und Schwefel, z. B. durch EDX (Energiedispersive Röntgenspektroskopie)

## 8.0 Hinweise für die Bestellung und Abwicklung von Aufträgen

Auftraggeber und Glashersteller sollten sich eindeutig darüber verständigen, ob ESG, heißgelagertes ESG oder fremdüberwachtes, heißgelagertes ESG (z. B. ESG-HF nach RAL-GZ 525) gemäß der in diesem Leitfaden erläuterten Definitionen Vertragsgegenstand ist. In Zweifelsfällen ist zu klären, welche Anforderungen an das zu liefernde Produkt bestehen (Sicherheitsniveau, Einbauort,...). Die Hinweise der Hersteller sind zu beachten.

Wenn der Auftraggeber die Weitergabe der Dokumentation der Herstellungsprozesse, insbesondere des Heißlagerungstests, wünscht, ist das separat zu vereinbaren (vgl. Kapitel 4).

Durch die derzeitige Rechtsprechung sehen sich die Hersteller zum Teil veranlasst, auch bei der Bestellung von heißgelagertem ESG und heißgelagertem, fremdüberwachtem ESG (z. B. ESG-HF nach RAL-GZ 525) auf ein technisch unvermeidliches Restrisiko von Glasbruch hinzuweisen.

Bei Reklamationen wegen vermeintlicher Spontanbrüche sollten die zahlreichen anderen möglichen Schadensursachen (vgl. Kapitel 7) bedacht werden.

## 9.0 Literaturhinweise / Mitgeltende Dokumente

DIN 18008: Glas im Bauwesen –  
Bemessungs- und Konstruktionsregeln

EN 1990: Eurocode: Grundlagen der  
Tragwerksplanung.

EN 1990/NA, Nationaler Anhang –  
National festgelegte Parameter – Euro-  
code: Grundlagen der Tragwerksplanung

EN 12150, Glas im Bauwesen –  
Thermisch vorgespanntes Kalknatron-  
Einscheiben-Sicherheitsglas

EN 14179, Glas im Bauwesen –  
Heißgelagertes thermisch vorgespanntes  
Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas

Technische Richtlinie Nr. 3:  
„Verklotzung von Verglasungseinheiten“  
und Nr. 17 „Verglasen von Isolierglas“  
des Glaserhandwerks, Technisches  
Kompetenzzentrum des Glaserhandwerks,  
Hadamar

VFF-Richtlinie V.05: Einsatzempfehlungen  
für Sicherheitsgläser im Bauwesen,  
Verband Fenster und Fassade e. V.,  
Frankfurt a. M.

Heißgelagertes Einscheibensicherheitsglas  
(ESG-HF) Gütesicherung RAL-GZ 525, Aus-  
gabe März 2019, RAL Deutsches Institut  
für Gütesicherung und Kennzeichnung  
e.V., Bonn

VV TB, Verwaltungsvorschriften Technische  
Baubestimmungen der Bundesländer

**Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von:** Arbeitskreis „Sicherheitsglas und Glasbemessung“ beim Bundesverband Flachglas e. V., Gütegemeinschaft Flachglas e.V.  
Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf

© **Bundesverband Flachglas e. V.** Einem Nachdruck wird nach Rückfrage gerne zugestimmt. Ohne ausdrückliche Genehmigung ist es jedoch nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden. Alle Angaben und Empfehlungen dieses Merkblattes beruhen auf dem Kenntnisstand bei Drucklegung. Eine Rechtsverbindlichkeit kann daraus nicht abgeleitet werden.



Bundesverband Flachglas e. V.  
Mülheimer Straße 1  
53840 Troisdorf