

**DIN EN 13024-1**

ICS 81.040.20

Ersatz für  
DIN EN 13024-1:2002-08

**Glas im Bauwesen –  
Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas –  
Teil 1: Definition und Beschreibung;  
Deutsche Fassung EN 13024-1:2011**

Glass in building –  
Thermally toughened borosilicate safety glass –  
Part 1: Definition and description;  
German version EN 13024-1:2011

Verre dans la construction –  
Verre borosilicate de sécurité trempé thermiquement –  
Partie 1: Définition et description;  
Version allemande EN 13024-1:2011

Gesamtumfang 34 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

## **Nationales Vorwort**

Dieses Dokument (EN 13024-1:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 129 „Glas im Bauwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NBN (Belgien) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-09-29 AA „Flachglas-Produkte“ im Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN.

### **Änderungen**

Gegenüber DIN EN 13024-1:2002-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) fachliche und redaktionelle Überarbeitung;
- b) einige Bilder wurden überarbeitet bzw. neue ergänzt;
- c) Abschnitt 3 wurde durch neue Begriffe ergänzt;
- d) in Tabelle 1 werden die früheren Tabelle 1a und Tabelle 1b zusammengefasst;
- e) 6.2.3 „Grenzabmaße und Winkligkeit“ wurde komplett überarbeitet. Die Rechtwinkligkeit von rechteckigen Glasscheiben wird jetzt durch die Differenz zwischen deren Diagonalen ausgedrückt, die Grenzabmaße der Rechtwinkligkeit durch die Abweichung zwischen den Diagonalen;
- f) Abschnitte 6 und 7 wurden komplett überarbeitet;
- g) der normative Anhang A „Bestimmung des U-Wertes“ wurde gestrichen;
- h) neu aufgenommen wurde ein informativer Anhang zu einem alternativen Verfahren für die Messung der Verwerfung der Roller Waves.

### **Frühere Ausgaben**

DIN EN 13024-1: 2002-08

Deutsche Fassung

Glas im Bauwesen —  
Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheiben-  
Sicherheitsglas —  
Teil 1: Definition und Beschreibung

Glass in building —  
Thermally toughened borosilicate safety glass —  
Part 1: Definition and description

Verre dans la construction —  
Verre borosilicate de sécurité trempé thermiquement —  
Partie 1: Définition et description

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 25. September 2011 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

## Inhalt

Seite

|   |    |
|---|----|
| Vorwort .....   | 4  |
| Einleitung.....   | 5  |
| 1 Anwendungsbereich .....   | 6  |
| 2 Normative Verweisungen.....   | 6  |
| 3 Begriffe .....  | 6  |
| 4 Glaserzeugnisse .....   | 7  |
| 5 Bruchverhalten.....   | 8  |
| 6 Maße und Grenzabmaße .....  | 8  |
| 6.1 Nenndicken und Grenzabmaße der Dicke.....   | 8  |
| 6.2 Breite und Länge (Maße).....  | 9  |
| 6.2.1 Allgemeines.....  | 9  |
| 6.2.2 Maximale und minimale Maße .....  | 9  |
| 6.2.3 Grenzabmaße und Winkligkeit .....   | 9  |
| 6.2.4 Verformungen der Kante beim vertikalen Herstellungsverfahren.....   | 10 |
| 6.3 Geradheit .....   | 10 |
| 6.3.1 Allgemeines.....  | 10 |
| 6.3.2 Messung der generellen Verwerfung.....  | 13 |
| 6.3.3 Messung der Verwerfung durch Roller Waves .....   | 13 |
| 6.3.4 Messung der Unebenheit der Kanten (nur bei horizontal vorgespanntem Glas) .....                                       | 14 |
| 6.3.5 Messung der örtlichen Verwerfung (nur bei vertikal vorgespanntem Glas).....   | 15 |
| 6.3.6 Begrenzungen für generelle Verwerfung, Roller Waves und Unebenheit der Kanten bei horizontal vorgespanntem Glas ..... | 16 |
| 6.3.7 Begrenzungen für generelle Verwerfung und örtliche Verwerfung bei vertikal vorgespanntem Glas.....                    | 17 |
| 6.3.8 Sonstige Verwerfungen.....  | 17 |
| 7 Kanten- und/oder Oberflächenbearbeitung, Bohrungen, Öffnungen und Ausschnitte .....                                       | 17 |
| 7.1 Warnung .....   | 17 |
| 7.2 Kantenbearbeitung des Glases vor dem Vorspannen.....  | 17 |
| 7.3 Profilierte Kanten.....   | 18 |
| 7.4 Bohrungen.....  | 18 |
| 7.4.1 Allgemeines.....  | 18 |
| 7.4.2 Durchmesser der Bohrungen .....   | 18 |
| 7.4.3 Begrenzung der Lage der Bohrungen .....   | 18 |
| 7.4.4 Bohrlochtoleranzen .....  | 20 |
| 7.4.5 Toleranzen der Lage der Bohrungen .....   | 20 |
| 7.5 Bohrlöcher/Sonstige .....   | 21 |
| 7.6 Öffnungen und Ausschnitte .....   | 21 |
| 7.7 Modellscheiben .....  | 22 |
| 8 Prüfung der Bruchstruktur .....   | 22 |
| 8.1 Allgemeines.....  | 22 |
| 8.2 Abmessungen und Anzahl der Prüfscheiben .....   | 22 |
| 8.3 Durchführung der Prüfung .....  | 22 |
| 8.4 Beurteilung der Bruchbilder .....   | 23 |
| 8.5 Mindestwerte für die Anzahl der Bruchstücke .....   | 24 |
| 8.6 Auswahl des längsten Bruchstückes .....   | 25 |
| 8.7 Maximale Länge des längsten Bruchstückes .....  | 25 |

|   |   |           |
|---|---|-----------|
| 9   | Weitere physikalische Eigenschaften .....   | 25        |
| 9.1   | Optische Verzerrung .....   | 25        |
| 9.1.1   | Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas nach dem vertikalen Vorspannverfahren.....   | 25        |
| 9.1.2   | Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas nach dem horizontalen Vorspannverfahren..... | 25        |
| 9.2   | Anisotropie (Irisation) .....   | 25        |
| 9.3   | Thermische Beständigkeit.....   | 26        |
| 9.4   | Mechanische Festigkeit .....  | 26        |
| 9.5   | Klassifizierung des Verhaltens bei menschlichem Körperstoß .....  | 26        |
| 10  | Kennzeichnung.....  | 26        |
| <b>Anhang A (informativ) Gebogenes thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas .....</b> |   | <b>27</b> |
| <b>Anhang B (informativ) Alternatives Verfahren für die Messung der Verwerfung durch Roller Waves .....</b> |   | <b>28</b> |
| B.1   | Messgeräte.....   | 28        |
| B.2   | Verfahren .....   | 28        |
| B.3   | Begrenzungen.....   | 29        |
| B.4   | Alternative Anwendung der Messgeräte.....   | 29        |
| <b>Anhang C (informativ) Beispiel für das Auszählen der Bruchstücke .....</b>                               |   | <b>30</b> |
| <b>Literaturhinweise .....</b>  |   | <b>32</b> |

## **Vorwort**

Dieses Dokument (EN 13024-1:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 129 „Glas im Bauwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NBN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2012, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2012 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 13024-1:2002.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben.

EN 13024 besteht aus folgenden Teilen:

- EN 13024-1, *Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas – Teil 1: Definition und Beschreibung* —
- EN 13024-2, *Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas – Teil 2: Konformitätsbewertung/ Produktnorm*

Gegenüber EN 13024-1:2002 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) einige Bilder wurden überarbeitet bzw. neue ergänzt;
- b) Abschnitt 3 wurde durch neue Begriffe ergänzt;
- c) 6.2.3 „Grenzabmaße und Winkligkeit“ wurde komplett überarbeitet. Die Rechtwinkligkeit von rechteckigen Glasscheiben wird jetzt durch die Differenz zwischen deren Diagonalen ausgedrückt, die Grenzabmaße der Rechtwinkligkeit durch die Abweichung zwischen den Diagonalen.
- d) Abschnitte 6 und 7 wurden komplett überarbeitet;
- e) der normative Anhang A „Bestimmung des U-Wertes“ wurde gestrichen;
- f) neu aufgenommen wurde ein informativer Anhang zu einem alternativen Verfahren für die Messung der Verwerfung der Roller Waves.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

## Einleitung

Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas hat im Vergleich zu spannungsfrei abgekühltem Glas eine höhere Temperaturwechselbeständigkeit und ein sichereres Bruchverhalten. Sollte thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas Schutz gegen Unfälle bei menschlichem Körperstoß bieten, sollte es auch nach EN 12600 klassifiziert werden.

ANMERKUNG CEN/TC 129/WG 8 erarbeitet Normen zur Festlegung von Rechenwerten der Festigkeit von Glas und erstellt ein Bemessungsverfahren.

## **1 Anwendungsbereich**

Diese Europäische Norm legt die Grenzabmaße, Geradheit, Kantenbearbeitung, das Bruchverhalten und physikalische und mechanische Eigenschaften von einscheibigem, flachem, thermisch vorgespanntem Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas für die Verwendung im Bauwesen fest.

Gebogenes thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas ist zwar im Anhang A erwähnt, aber nicht Bestandteil dieser Norm.

An thermisch vorgespannte Borosilicat-Einscheibensicherheitsgläser können andere Anforderungen, die in dieser Norm nicht beschrieben sind, gestellt werden, wenn sie Bestandteil sind von Kombinationen wie z. B. Verbundglas, Isolierglas oder wenn sie weiterverarbeitet werden, z. B. beschichtet. Die zusätzlichen Anforderungen sind in den entsprechenden Normen der Fertigprodukte festgelegt. In diesem Fall wird thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas seine mechanischen oder thermischen Eigenschaften nicht verlieren.

Diese Europäische Norm behandelt kein im Anschluss an das Vorspannen sandgestrahltes Glas.

## **2 Normative Verweisungen**

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 1096-1, *Glas im Bauwesen — Beschichtetes Glas — Teil 1: Definitionen und Klasseneinteilung*

EN 1288-3, *Glas im Bauwesen — Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas — Teil 3: Prüfung von Proben bei zweiseitiger Auflagerung (Vierschneiden-Verfahren)*

EN 1748-1-1, *Glas im Bauwesen — Spezielle Basiserzeugnisse — Borosilicatgläser — Teil 1-1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften*

EN 12600, *Glas im Bauwesen — Pendelschlagversuch — Verfahren für die Stoßprüfung und Klassifizierung von Flachglas*

## **3 Begriffe**

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

### **3.1**

#### **gebogenes thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas**

thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas, welchem während der Herstellung mit Absicht eine feste Form gegeben wurde

ANMERKUNG Diese Information kann dem Anhang A entnommen werden.

### **3.2**

#### **Verformung der Kante**

Verformung der Kante aufgrund der Zangeneindrücke

### **3.3**

#### **Unebenheit der Kanten** (en: edge lift)

in horizontal vorgespanntem Glas an den einlaufenden und auslaufenden Kanten erzeugte Unebenheit (anheben oder absenken) der Platte

ANMERKUNG Dies ist eine durch Verringerung der Oberflächengeradheit erzeugte Oberflächenverzerrung.



### 3.4

#### **emailliertes thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas**

thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas, dem während des Vorspannens ein Email in die Oberfläche eingebrannt wurde

ANMERKUNG 1 Nach dem Vorspannen ist die Emaillierung untrennbarer Bestandteil des Glases.

ANMERKUNG 2 Im Vereinigten Königreich ist dieses Glas auch als „opaque thermally toughened borosilicate safety glass“ (blickdichtes vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas) bekannt.

ANMERKUNG 3 Das Auftragen des Emails kann in einem kontinuierlichen Prozess oder in Teilschritten erfolgen, z. B. durch das Siebdruckverfahren. Die Oberfläche kann ganzflächig oder in Teilflächen emailliert sein.

### 3.5

#### **flaches thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas**

thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas, dem bei der Herstellung keine vorher mit Absicht festgelegte Form gegeben wurde

### 3.6

#### **thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas**

Glas, das über eine festgelegte Temperatur erhitzt und dann kontrolliert schnell abgekühlt wird, wodurch über die grundlegende mechanische Festigkeit hinaus eine dauerhafte Spannungsverteilung im Glas entsteht, die ihm eine wesentlich erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und thermische Spannungen verleiht

ANMERKUNG Die mechanischen Eigenschaften, d. h. die thermische Beständigkeit und mechanische Festigkeit, und die Sicherheitseigenschaften, d. h. das Bruchverhalten, werden durch den Grad der Oberflächendruckvorspannung gebildet. Diese Eigenschaften sind nicht größenabhängig.

### 3.7

#### **horizontales Vorspannverfahren**

Verfahren, bei dem das Glas durch horizontale Rollen unterstützt wird

### 3.8

#### **örtliche Verwerfung**

örtliche Verformung von vertikal vorgespanntem Glas unterhalb der Zangeneindrücke

### 3.9

#### **generelle Verwerfung**

durch Erhitzen und Abkühlen verursachte Verformung der gesamten Scheibe horizontal und vertikal vorgespannten Glases

### 3.10

#### **Verwerfung durch Roller Waves**

in horizontal vorgespanntem Glas durch den Kontakt des Glases mit den Rollen während des Vorspannens erzeugte Störung

ANMERKUNG Dies ist eine durch Verringerung der Oberflächengeradheit erzeugte Oberflächenverzerrung.

### 3.11

#### **vertikales Herstellungsverfahren**

Verfahren, bei dem das Glas an Zangen aufgehängt wird

## 4 Glaserzeugnisse

Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas wird aus einscheibigem Glas hergestellt, das im Allgemeinen einer der nachstehenden Normen entspricht:

- Borosilicatglas nach EN 1748-1-1;
- beschichtetes Glas nach EN 1096-1.

Glas mit Nenndicken, welche nicht in den angeführten Normen behandelt werden, sind möglich.

## 5 Bruchverhalten

Das Bruchverhalten von thermisch vorgespanntem Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas hängt unmittelbar zusammen mit dem Grad der Oberflächendruckvorspannung. Diese Eigenschaften sind nicht größenabhängig.

Wenn das thermisch vorgespannte Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas mit dem richtigen Grad der Oberflächendruckvorspannung hergestellt wird, zerfällt thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas im Fall des Bruches in zahlreiche kleine Krümel, deren Kanten im Allgemeinen stumpf sind.

ANMERKUNG 1 Der Grad der erforderlichen Oberflächendruckvorspannung hängt von der Glasart und –dicke ab.

ANMERKUNG 2 Das Bruchverhalten von Glas wird von Temperaturen zwischen –50 °C und +100 °C nicht beeinflusst.

Die in Abschnitt 8 beschriebene Bruchauslösung wird an ohne mechanische Zwängungen gelagerten Prüfkörpern durchgeführt.

Die Bruchstruktur im Gebrauchszustand wird nicht immer mit der bei der Bruchstrukturprüfung ermittelten übereinstimmen, da andere Spannungen, z. B. durch die Montage oder durch Weiterverarbeitung (z. B. Verbundglasherstellung) auftreten können.

## 6 Maße und Grenzabmaße

### 6.1 Nenndicken und Grenzabmaße der Dicke

Die Nenndicken und Grenzabmaße der Dicke sind diejenigen der entsprechenden Produktnorm (siehe Abschnitt 4), wovon einige nachfolgend in Tabelle 1 wiedergegeben sind.

Tabelle 1 — Nenndicken und Grenzabmaße der Dicke

Maße in Millimeter

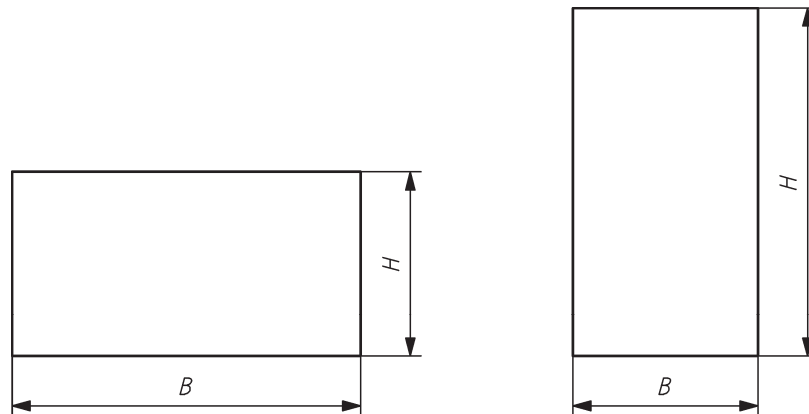
| Nenndicke<br><i>d</i> | Grenzabmaße der Dicke bei Glasart |                                   |
|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                       | Floatglas                         | gezogenes Glas, gerollt, gegossen |
| 3                     | ± 0,2                             | –0,4/+0,5                         |
| 4                     | ± 0,2                             | –0,4/+0,5                         |
| 5                     | ± 0,2                             | –0,4/+0,5                         |
| 6                     | ± 0,2                             | –0,4/+0,5                         |
| 6,5                   | ± 0,2                             | –0,4/+0,5                         |
| 7,5                   | ± 0,3                             | –0,4/+0,5                         |
| 8                     | ± 0,3                             | –0,4/+0,8                         |
| 9                     | ± 0,3                             | –0,9/+1,0                         |
| 10                    | ± 0,3                             | –0,9/+1,0                         |
| 11                    | ± 0,3                             | –0,9/+1,0                         |
| 12                    | ± 0,3                             | –0,9/+1,0                         |
| 13                    | ± 0,5                             | –0,9/+1,0                         |
| 15                    | ± 0,5                             | –0,9/+1,0                         |

Die Dicke einer Scheibe muss wie beim Basisprodukt bestimmt werden. Die Messung muss in der Mitte aller Seiten und nicht in unmittelbarer Nähe eventuell vorhandener Aufhängepunkte durchgeführt werden (siehe Bild 2).

## 6.2 Breite und Länge (Maße)

### 6.2.1 Allgemeines

Wenn die Maße von thermisch vorgespanntem Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas für rechteckige Scheiben angegeben werden, muss das erste Maß das der Breite  $B$  und das zweite Maß das der Länge  $H$  sein, wie auf Bild 1 gezeigt. Es muss eindeutig erkennbar sein, welches Maß, bezogen auf die Einbauposition, die Breite  $B$  und welches die Länge  $H$  ist.



**Bild 1 — Beispiele für die Breite  $B$  und die Länge  $H$  in Abhängigkeit von der Scheibenform**

### 6.2.2 Maximale und minimale Maße

Zu den maximalen und minimalen Maßen sollten die Hersteller gefragt werden.

### 6.2.3 Grenzabmaße und Winkligkeit

Die Nennmaße für die Breite und Länge des Endproduktes dürfen nicht größer sein als die Nennmaße, vergrößert und die Toleranz  $t$ , und nicht kleiner sein als die Nennmaße, verkleinert um die Toleranz  $t$ . Die Grenzwerte werden in Tabelle 2 angegeben.

Die Rechtwinkligkeit von rechteckigen Glasscheiben wird ausgedrückt durch die Differenz zwischen deren Diagonalen.

Die Differenz zwischen den beiden Diagonallängen der Glasscheibe darf nicht größer sein als der Abweichungsgrenzwert  $v$ , wie in Tabelle 3 festgelegt.

Die Grenzabmaße der Rechtwinkligkeit werden durch die Abweichung zwischen den Diagonalen ausgedrückt. Die Grenzabmaße sind in Tabelle 3 angegeben.

**Tabelle 2 — Toleranzen der Breite  $B$  und der Länge  $H$**

Maße in Millimeter

| Nennmaß der Seite<br>$B$ oder $H$ | Toleranz<br>$t$                     |                                  |
|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
|                                   | Nennstärke des Glases<br>$d \leq 8$ | Nennstärke des Glases<br>$d > 8$ |
| $\leq 2\,000$                     | $\pm 3,0$                           | $\pm 4,0$                        |
| $2\,000 < B$ oder $H \leq 3\,000$ | $\pm 4,0$                           | $\pm 5,0$                        |
| $> 3\,000$                        | $\pm 5,0$                           | $\pm 6,0$                        |

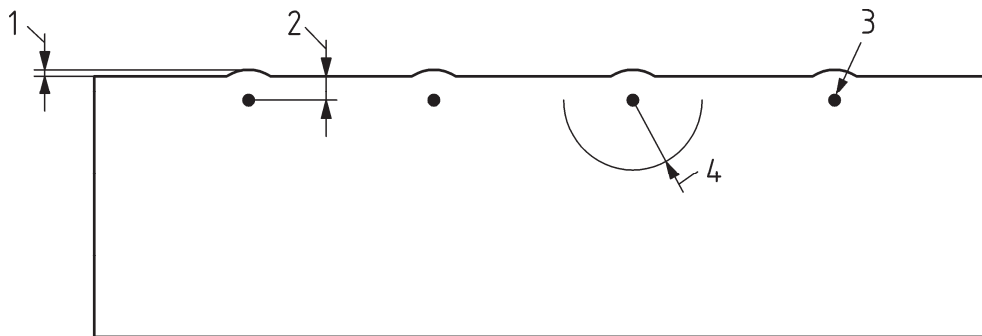
Tabelle 3 — Grenzabmaße für die Differenz zwischen Diagonalen

Maße in Millimeter

| Grenzabmaß $v$ für die Differenz zwischen Diagonalen |                                    |                                 |
|--|------------------------------------|---------------------------------|
| Nennmaß<br>$B$ oder $H$ in mm                        | Nenndicke des Glases<br>$d \leq 8$ | Nenndicke des Glases<br>$d > 8$ |
| $\leq 2\,000$  | $\leq 4$                           | $\leq 6$                        |
| $2\,000 < B$ oder $H \leq 3\,000$                    | $\leq 6$                           | $\leq 8$                        |
| $> 3\,000$   | $\leq 8$                           | $\leq 10$                       |

### 6.2.4 Verformungen der Kante beim vertikalen Herstellungsverfahren

Die Zangen, an denen das Glas zum Vorspannen aufgehängt wird, erzeugen in der Glasoberfläche Eindrücke, die als „Aufhängepunkte“ bekannt sind (siehe Bild 2). Die Mittelpunkte dieser Aufhängepunkte befinden sich in einem Abstand bis 20 mm von der Glaskante. Im Bereich der Aufhängepunkte kann es zu einer Verformung der Glaskante von  $< 2$  mm und zur Entstehung eines Bereichs optischer Verzerrung kommen. Diese Verformungen sind in den Grenzabmaßen nach Tabelle 2 enthalten.



#### Legende

- 1 Verformung
- 2 Abstand bis 20 mm
- 3 Aufhängepunkt
- 4 Bereich der optischen Verzerrung, Radius maximal 100 mm

Bild 2 — Verformung an Aufhängepunkten

## 6.3 Geradheit

### 6.3.1 Allgemeines

Durch das Vorspannverfahren selbst ist es nicht möglich, ein Produkt mit der Geradheit von normal gekühltem Glas herzustellen. Diese Abweichung von der Geradheit ist abhängig von der Glasart, z. B. beschichtet usw., den Maßen des Glases, d. h. der Nenndicke, den Seitenmaßen und dem Seitenverhältnis, sowie vom angewendeten Vorspannverfahren, d. h. vertikal oder horizontal.

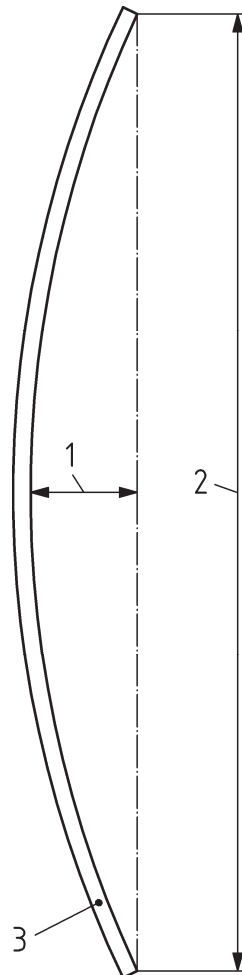
Es gibt vier Arten von Verwerfungen:

- generelle Verwerfung (siehe Bild 3);
- Verwerfung durch Roller Waves (nur bei horizontal vorgespanntem Glas) (siehe Bild 4);
- Unebenheit der Kanten (nur bei horizontal vorgespanntem Glas) (siehe Bild 5);

ANMERKUNG 1 Die generelle Verwerfung, die Verwerfung durch Roller Waves sowie die Unebenheit der Kanten können in der Regel durch den Verglasungsrahmen aufgenommen werden.

— örtliche Verwerfung (nur bei vertikal vorgespanntem Glas) (siehe Bild 6);

ANMERKUNG 2 Die örtlichen Verwerfungen bedürfen bei dem Verglasungs- und Abdichtungsmaterial der Einkalkulierung. Zu besonderen Anforderungen sollten die Hersteller befragt werden.



**Legende**

- 1 Durchbiegung zur Berechnung der generellen Verwerfung
- 2  $B$  oder  $H$ , oder die Diagonale
- 3 thermisch vorgespanntes Glas

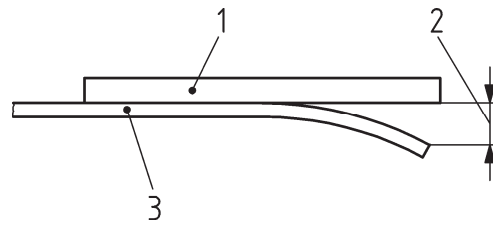
**Bild 3 — Darstellung der generellen Verwerfung**



**Legende**

- 1 thermisch vorgespanntes Glas

**Bild 4 — Darstellung der Verwerfung durch Roller Waves**

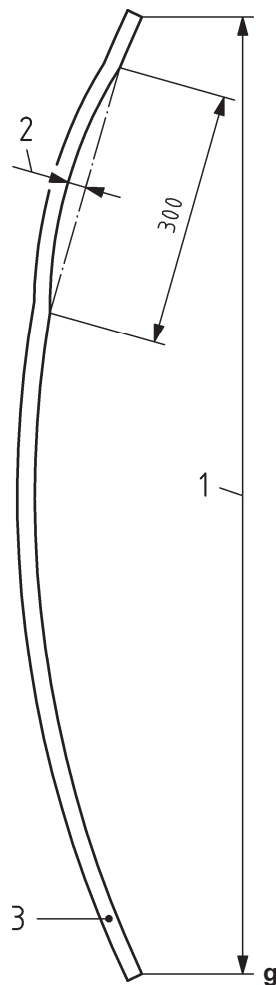


**Legende**

- 1 Lineal
- 2 Unebenheit der Kanten
- 3 thermisch vorgespanntes Glas

**Bild 5 — Darstellung der Unebenheit der Kanten**

Maße in Millimeter



**Legende**

- 1 *B* oder *H*, die Seite an welcher die Aufhängepunkte auftreten
- 2 örtliche Verwerfung
- 3 thermisch vorgespanntes Glas

**Bild 6 — Darstellung der örtlichen Verwerfung**

### 6.3.2 Messung der generellen Verwerfung

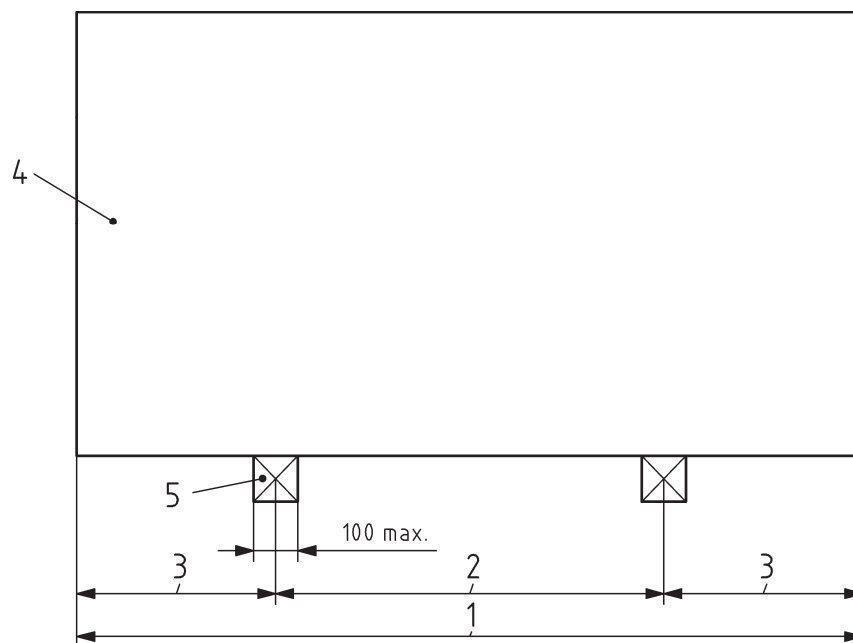
Die Glasscheibe ist vertikal auf ihrer langen Seite auf zwei Klötze aufzustellen, die in einem Viertel der Kantenlänge von der Ecke entfernt positioniert sind (siehe Bild 7).

Die Durchbiegung muss mit einem Haarlineal oder einem gespannten Draht als maximaler Abstand zur konkaven Oberfläche der Glasscheibe, entlang der Glaskanten und der Diagonalen, gemessen werden (siehe Bild 3).

Der Wert der Verwerfung wird ausgedrückt durch die Durchbiegung in Millimeter, dividiert durch die gemessene Länge der Kante oder der Diagonalen in Meter.

Die Messung muss bei Raumtemperatur durchgeführt werden.

Maße in Millimeter



#### Legende

- 1  $B$  oder  $H$
- 2  $(B$  oder  $H)/2$
- 3  $(B$  oder  $H)/4$
- 4 thermisch vorgespanntes Glas
- 5 Auflagerung

**Bild 7 — Auflagerungsbedingungen für die Messung der generellen Verwerfung**

### 6.3.3 Messung der Verwerfung durch Roller Waves

#### 6.3.3.1 Allgemeines

Die Roller Wave ist mit einem Lineal oder einem gleichwertigen Messinstrument zu messen, welches im rechten Winkel zur Roller Wave angesetzt wird und die Scheitelpunkte der Wave überbrückt (siehe Bild 8).

ANMERKUNG Dieser Abschnitt behandelt Messungen unter Verwendung eines Lineals und einer Fühlerlehre. Ein alternatives Verfahren ist in Anhang B beschrieben.

### 6.3.3.2 Messgeräte

Lineal: — Länge zwischen 300 mm und 400 mm.

ANMERKUNG Die tatsächliche Länge des erforderlichen Lineals hängt von der Wellenlänge der Roller Wave ab.

Fühlerlehre: — unterschiedliche Dicken in 0,05-mm-Einheiten.

### 6.3.3.3 Verfahren

Das Lineal ist so anzusetzen, dass dieses die angrenzenden Scheitelpunkte überbrückt und die Fühlerlehre ist zwischen der Glasoberfläche und dem Lineal zu platzieren. Anschließend ist die Dicke der Fühlerlehre so weit zu erhöhen, dass diese gerade die Lücke zwischen der Glasoberfläche und dem Lineal ausfüllt. Die Dicke der Fühlerlehre ist bis auf eine Genauigkeit von 0,05 mm aufzuzeichnen.

Die Messung ist an mehreren Stellen auf der Glasoberfläche zu wiederholen.

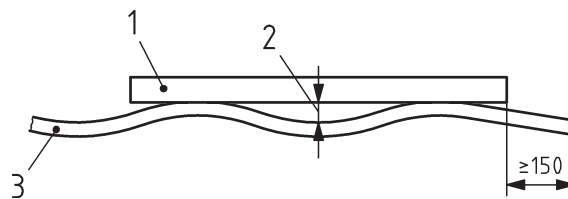
Die gemessene Verwerfung durch Roller Waves ist der gemessene maximale Wert. Die maximalen Werte sind in Tabelle 4 angegeben.

### 6.3.3.4 Begrenzungen

Es gelten die folgenden Begrenzungen:

- die Roller Wave kann nur auf Scheiben der Maße > 600 mm im rechten Winkel zu den Roller Waves gemessen werden;
- die Roller Wave kann nicht in einem Sperrbereich, d. h. 150 mm ab den Kanten der Scheibe, gemessen werden. Die Messgeräte sollten im Bereich dieser 150 mm nicht verwendet werden;
- Scheiben mit einer generellen Verwerfung sind auf eine gerade Auflagerung zu legen. Dadurch wird ermöglicht, dass die Schwerkraft die generelle Verwerfung abflacht und somit ein genaueres Messergebnis der Roller Wave erzielt wird.

Maße in Millimeter



#### Legende

- 1 Lineal
- 2 Verwerfung durch Roller Waves
- 3 thermisch vorgespanntes Glas

Bild 8 — Messung der Verwerfung durch Roller Waves

### 6.3.4 Messung der Unebenheit der Kanten (nur bei horizontal vorgespanntem Glas)

Das Glas ist auf eine gerade Auflagerung zu platzieren, wobei die Unebenheit der Glaskante die Kante der Auflagerung um 50 mm bis 100 mm überragt.

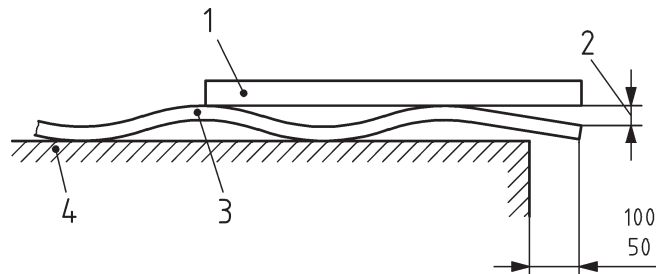
Das Lineal ist auf den Scheitelpunkten der Roller Waves zu platzieren und die Lücke zwischen dem Lineal und dem Glas mit einer Fühlerlehre zu messen (siehe Bild 9).



Die maximalen Werte für die Unebenheit der Kanten sind in Tabelle 5 angegeben.

Die Werte in Tabelle 5 gelten nur bei vorgespanntem Glas, dessen Kanten mit jenen in Bild 11 bis 14 übereinstimmen. Zu profilierten Kanten oder sonstigen Glasarten sind die Hersteller zu befragen.

Maße in Millimeter



#### Legende

- 1 Lineal
- 2 Unebenheit der Kanten
- 3 thermisch vorgespanntes Glas
- 4 gerade Auflagerung

**Bild 9 — Messung der Unebenheit der Kanten**

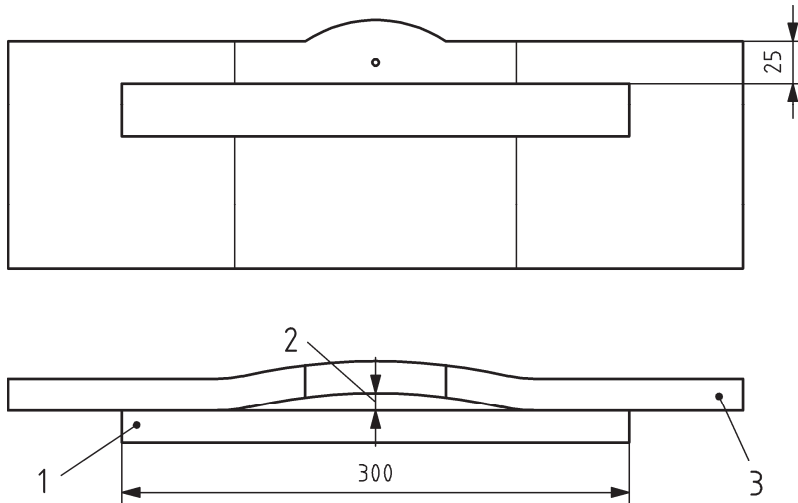
#### 6.3.5 Messung der örtlichen Verwerfung (nur bei vertikal vorgespanntem Glas)

Eine örtliche Verwerfung kann in verhältnismäßig kurzen Abständen an der Kante des vertikal vorgespannten Glases auftreten, welches die Aufhängepunkte enthält (siehe Bild 2).

Die örtliche Verwerfung ist mit einem Lineal über eine begrenzte Länge von 300 mm zu messen, parallel zur Kante und mit einem Abstand von 25 mm ab der Glaskante (siehe Bild 10).

Die örtliche Verwerfung wird ausgedrückt in Millimeter je 300 mm Länge.

Maße in Millimeter



**Legende**

- 1 Lineal
- 2 örtliche Verwerfung
- 3 thermisch vorgespanntes Glas

**Bild 10 — Messung der örtlichen Verwerfung**

**6.3.6 Begrenzungen für generelle Verwerfung, Roller Waves und Unebenheit der Kanten bei horizontal vorgespanntem Glas**

Die maximal erlaubten Grenzwerte der generellen Verwerfung, gemessen nach 6.3.2, der Roller Waves, gemessen nach 6.3.3 und der Unebenheit der Kanten, gemessen nach 6.3.4, sind den Tabellen 4 und 5 zu entnehmen. Diese Werte gelten nur bei vorgespanntem Glas ohne Bohrungen und/oder Öffnungen und/oder Ausschnitte.

**Tabelle 4 — Maximale Werte der generellen Verwerfung und der Verwerfung durch Roller Waves bei horizontal vorgespanntem Glas**

| Glasart  | Maximaler Wert der Verwerfung |                   |
|--|-------------------------------|-------------------|
|  | generelle Verwerfung<br>mm/m  | Roller Wave<br>mm |
| Alle <sup>a</sup>  | 5,0                           | 0,5               |
| Abhängig von der Wellenlänge der Roller Wave muss ein geeignetes Messgerät verwendet werden.                                 |                               |                   |
| <sup>a</sup> Zu emailliertem Glas, dessen Oberfläche nicht vollflächig überzogen ist, sollten die Hersteller befragt werden. |                               |                   |

**Tabelle 5 — Maximale Werte für die Unebenheit der Kanten bei horizontaler Vorspannung**

Maße in Millimeter

| Glasart  | Glasdicke | Maximale Werte |
|--|-----------|----------------|
| Alle <sup>a</sup>  | alle      | 1,0            |
| Abhängig von der Wellenlänge der Roller Wave muss ein geeignetes Messgerät verwendet werden.                                 |           |                |
| <sup>a</sup> Zu emailliertem Glas, dessen Oberfläche nicht vollflächig überzogen ist, sollten die Hersteller befragt werden. |           |                |

### 6.3.7 Begrenzungen für generelle Verwerfung und örtliche Verwerfung bei vertikal vorgespanntem Glas

Die maximal erlaubten Grenzwerte der generellen Verwerfung, gemessen nach 6.3.2 und der örtlichen Verwerfung, gemessen nach 6.3.5, sind Tabelle 6 zu entnehmen. Diese Werte gelten nur bei vorgespanntem Glas ohne Bohrungen und/oder Öffnungen und/oder Ausschnitte.

**Tabelle 6 — Maximale Werte der generellen Verwerfung und örtlichen Verwerfung bei vertikal vorgespanntem Glas**

| Glasart   | Maximaler Wert der Verwerfung |                                  |
|---|-------------------------------|----------------------------------|
|   | generelle Verwerfung<br>mm/m  | örtliche Verwerfung<br>mm/300 mm |
| Alle <sup>a</sup>   | 5,0                           | 1,0                              |
| a Zu emailliertem Glas, dessen Oberfläche nicht vollflächig überzogen ist, sollten die Hersteller befragt werden. |                               |                                  |

### 6.3.8 Sonstige Verwerfungen

Durch das Einfügen von Bohrungen und/oder Ausschnitten in das Glas besteht während des Vorspannprozesses die Möglichkeit weiterer Verwerfungen infolge des Fehlens von Glas und wegen fehlender Kantenauflagerung. Die Größenordnung dieser Verwerfungen wird im Allgemeinen geringer sein, als die Verwerfungen an der Kante bei horizontal vorgespanntem Glas oder als die örtliche Verwerfung bei vertikal vorgespanntem Glas.

## 7 Kanten- und/oder Oberflächenbearbeitung, Bohrungen, Öffnungen und Ausschnitte

### 7.1 Warnung

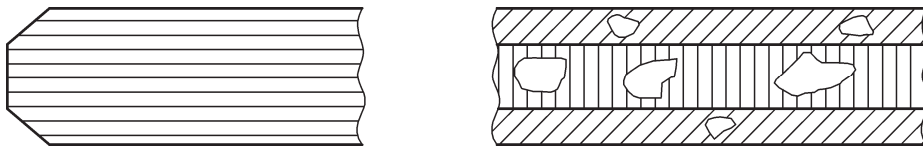
Vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas sollte nach dem Vorspannen nicht mehr geschnitten, gesägt, gebohrt, kanten- oder oberflächenbearbeitet werden (z. B. durch Sandstrahlen oder Säureätzung), da ein erhöhtes Bruchrisiko gegeben ist oder das Glas sofort zerstört werden kann. Nach dem Vorspannen gesägte, geschnittene, angebohrte, kanten- oder oberflächenbearbeitete (z. B. durch Sandstrahlen oder Säureätzung) Gläser werden in dieser Norm nicht behandelt.

### 7.2 Kantenbearbeitung des Glases vor dem Vorspannen

Die einfachste Art der Kantenbearbeitung ist die gesäumte Kante (siehe Bild 11). Gebräuchliche Arten der Kantenbearbeitung werden in den Bildern 12 bis 14 gezeigt. Spezielle Kantenbearbeitungen, z. B. „Wasserstrahlschneiden“, sollten beim Hersteller nachgefragt werden.



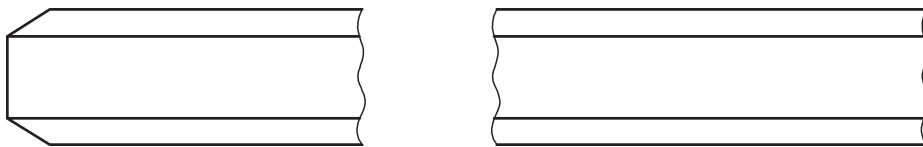
**Bild 11 — Gesäumte Kante (mit blanken Stellen)**



**Bild 12 — Maßgeschliffene Kante (mit blanken Stellen)**



**Bild 13 — Geschliffene Kante (ohne blanke Stellen)**



**Bild 14 — Polierte Kante**

### 7.3 Profilierte Kanten

Es können verschiedenste andere Kantenprofile mit unterschiedlichen Kantenbearbeitungen hergestellt werden. Diese Erzeugnisart ist nicht Bestandteil von Tabelle 5. Ecken müssen nicht behandelt werden, sofern dies nicht vom Kunden verlangt wird.

### 7.4 Bohrungen

#### 7.4.1 Allgemeines

Diese Norm berücksichtigt lediglich Bohrungen in Glas von mindestens 4 mm Nenndicke. Wegen der Kantenbearbeitung der Bohrungen sollte beim Hersteller nachgefragt werden.

Diese Kantenbearbeitung gilt nur für die Bohrungskante.

#### 7.4.2 Durchmesser der Bohrungen

Der Durchmesser der Bohrungen,  $\varnothing$ , darf im Allgemeinen nicht kleiner sein als die Nennglasdicke. Bei kleineren Durchmessern sollte beim Hersteller nachgefragt werden.

#### 7.4.3 Begrenzung der Lage der Bohrungen

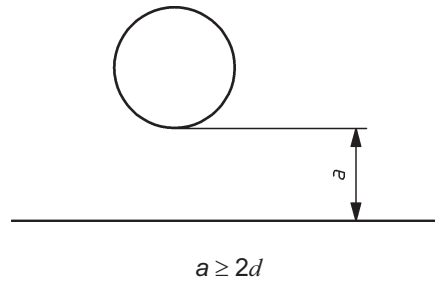
Die Begrenzung der Lage der Bohrungen bezogen zur Glaskante der Scheibe, zu den Glasecken der Scheibe und auch untereinander ist im Allgemeinen abhängig von:

- der Nennglasdicke ( $d$ );
- den Seitenmaßen ( $B, H$ );

- dem Durchmesser der Bohrung ( $\varnothing$ );
- der Form der Scheibe;
- der Anzahl der Bohrungen.

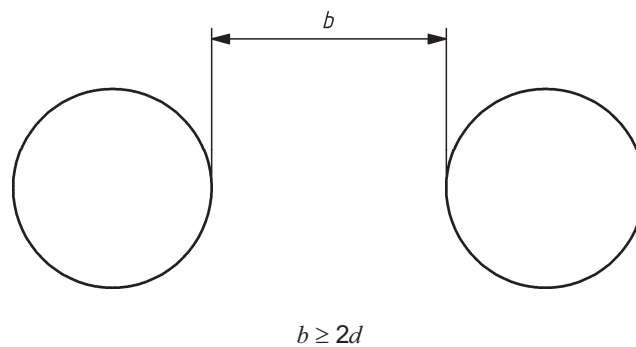
Nachfolgend sind die üblicherweise möglichen Begrenzungen der Lage der Bohrungen aufgeführt, wobei diese für Scheiben mit maximal vier Bohrungen gelten.

- 1) Der Abstand,  $a$ , der Bohrlochränder von der Glaskante sollte nicht kleiner sein als  $2d$ .



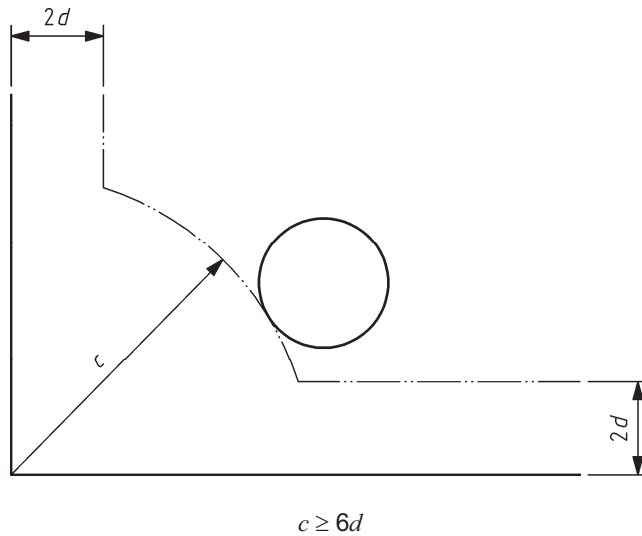
**Bild 15 — Beziehung zwischen Bohrloch und Glaskante**

- 2) Der Abstand,  $b$ , zwischen den Rändern von Bohrungen untereinander sollte nicht kleiner sein als  $2d$ .



**Bild 16 — Beziehung zwischen zwei Bohrlochern**

3) Der Abstand,  $c$ , des Randes einer Bohrung von der Glasecke sollte nicht kleiner sein als  $6d$ .



**Bild 17 — Beziehung zwischen Bohrung und Glasecke**

ANMERKUNG Wenn einer der Abstände vom Rand einer Bohrung zur Glaskante kleiner als 35 mm ist, kann es erforderlich sein, die Bohrung asymmetrisch zu den die Ecke bildenden Glaskanten anzuordnen. Beim Hersteller sollte nachgefragt werden.

#### 7.4.4 Bohrlochtoleranzen

Die Bohrlochtoleranzen werden in Tabelle 7 wiedergegeben.

**Tabelle 7 — Bohrlochtoleranzen**

Maße in Millimeter

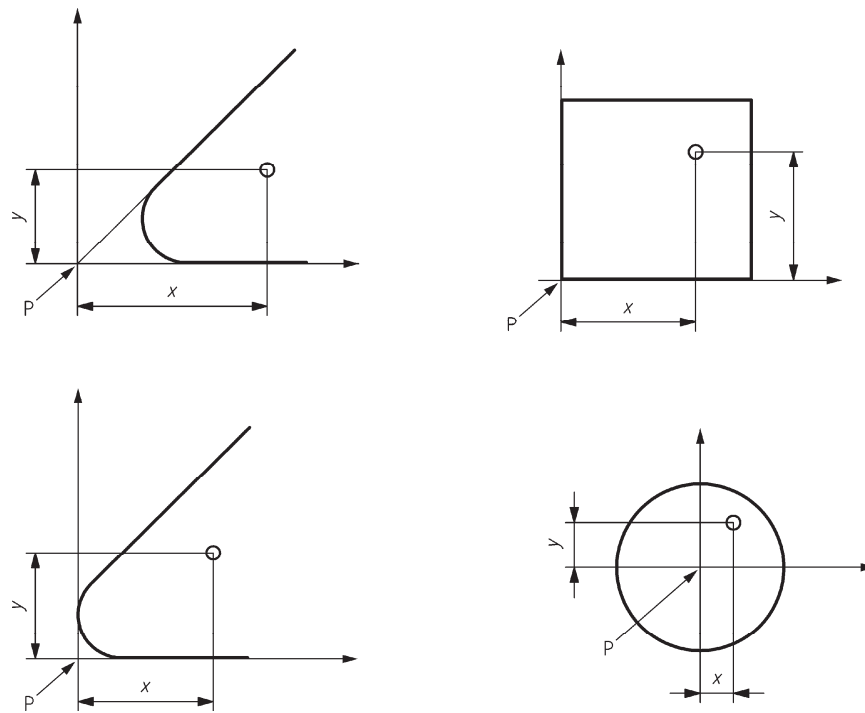
| Nenn Durchmesser, $\varnothing$ | Toleranzen              |
|---------------------------------|-------------------------|
| $4 \leq \varnothing \leq 20$    | $\pm 1,0$               |
| $20 < \varnothing \leq 100$     | $\pm 2,0$               |
| $100 < \varnothing$             | Anfrage beim Hersteller |

#### 7.4.5 Toleranzen der Lage der Bohrungen

Die Toleranzen der Lage der Bohrungen entsprechen denen der Breite  $B$  und Länge  $H$  (siehe Tabelle 2). Die Position der Bohrungen wird in rechtwinkligen Koordinaten ( $x$ - und  $y$ -Achse) vom Bezugspunkt zur Bohrungsmitte gemessen. Der Bezugspunkt ist im Allgemeinen eine vorhandene Ecke oder ein angenommener Punkt der Scheibe (siehe Beispiele in Bild 18).

Die Lage der Bohrung  $(X, Y)$  ist  $(x \pm t, y \pm t)$ , wobei  $x$  und  $y$  die geforderten Abstände sind und  $t$  die Toleranzen aus Tabelle 2.

ANMERKUNG Zu engeren Grenzabmaßen der Lage von Bohrungen sollte beim Hersteller nachgefragt werden.

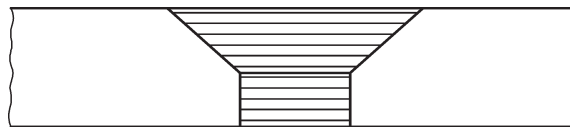


**Legende**  
P Bezugspunkt

**Bild 18 — Beispiel für die Lage der Bohrungen in Verhältnis zum Bezugspunkt**

### 7.5 Bohrlöcher/Sonstige

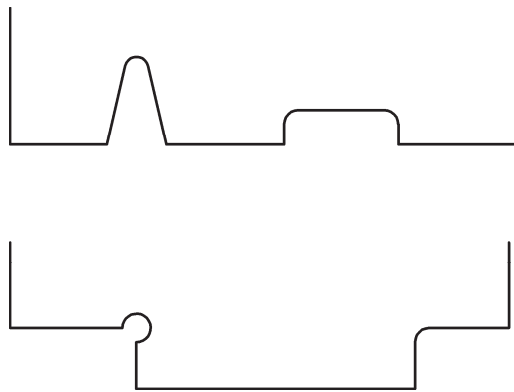
Es sind abgesenkte Bohrlöcher erhältlich, siehe Bild 19. Zu den Toleranzen der Position, Form/Maße und der Kantenbearbeitung der Bohrlöcher sollte beim Hersteller nachgefragt werden.



**Bild 19 — Abgesenktes Bohrloch**

### 7.6 Öffnungen und Ausschnitte

Eine Vielzahl von unterschiedlichen Öffnungen und Ausschnitten kann hergestellt werden, für Beispiele siehe Bild 20.



**Bild 20 — Beispiele für Öffnungen und Ausschnitte**

Zur Kantenbearbeitung der Öffnungen und Ausschnitte sollte beim Hersteller nachgefragt werden.

### 7.7 Modellscheiben

Viele verschiedene nicht rechteckige Modelle können produziert werden, die beim Hersteller angefragt werden sollten.

## 8 Prüfung der Bruchstruktur

### 8.1 Allgemeines

Diese Prüfung dient der Überprüfung, ob das Glas bricht wie es von thermisch vorgespanntem Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas erwartet wird.

### 8.2 Abmessungen und Anzahl der Prüfscheiben

Die Abmessungen der Prüfscheiben, ohne Bohrungen, Löcher und/oder Ausschnitte, müssen 360 mm × 1 100 mm betragen.

Fünf Proben müssen geprüft werden.

### 8.3 Durchführung der Prüfung

Jede Prüfscheibe ist in der Mitte der langen Kante in einer Entfernung von 13 mm zu dieser mit einem spitzen Stahlwerkzeug anzuschlagen, bis der Glasbruch ausgelöst wird (siehe Bild 21).

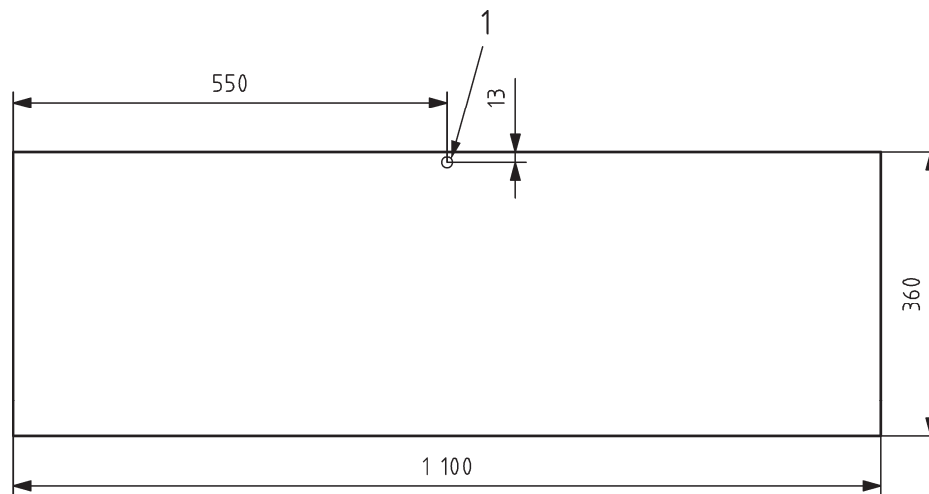
ANMERKUNG Das Bruchverhalten von Glas wird durch Temperaturen zwischen  $-50\text{ °C}$  und  $+100\text{ °C}$  nicht beeinflusst.

Beispiele von Stahlwerkzeugen sind ein Hammer mit einer Masse von etwa 75 g, ein federkraftbetätigter Schlagbolzen oder eine ähnliche Vorrichtung mit einer gehärteten Spitze. Der Radius der Krümmung der Spitze sollte etwa 0,2 mm betragen.

Die Prüfscheibe muss ohne mechanische Zwängungen flach auf einen Tisch gelegt werden. Um die Zerstreung der Bruchstücke zu verhindern, muss die Prüfscheibe, z. B. durch einen kleinen Rahmen, Klebeband oder ähnliches an den Kanten gehalten werden, so dass die Bruchstücke nach dem Bruch zusammengehalten werden, ohne dass die Ausdehnung der Prüfscheibe behindert wird.



Maße in Millimeter



**Legende**

1 Anschlagpunkt

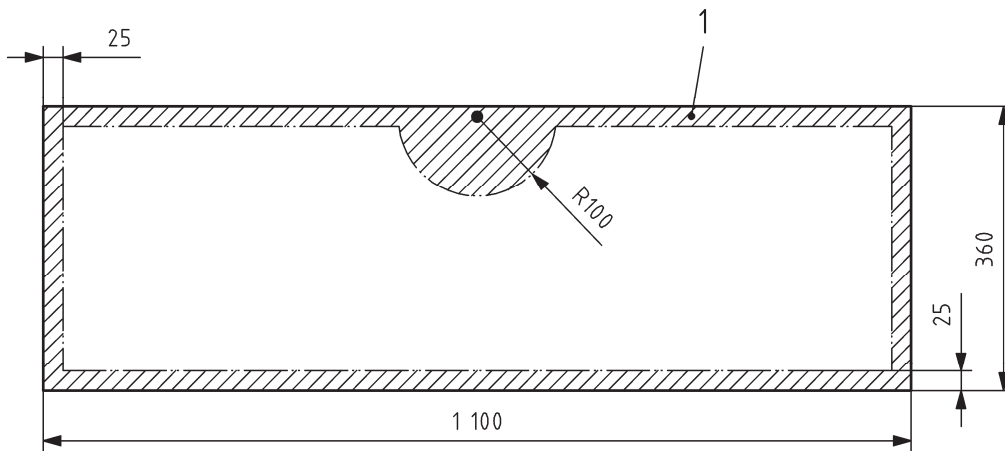
**Bild 21 — Position des Anschlagpunktes**

Bei thermisch vorgespanntem Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas darf nach dem vertikalen Vorspannen der Anschlagpunkt nicht an der Kante mit den Aufhängepunkten sein.

**8.4 Beurteilung der Bruchbilder**

Das Auszählen der Bruchstücke und das Messen des größten Bruchstücks muss zwischen 3 min und 5 min nach dem Bruch durchgeführt werden. Eine Fläche mit dem Radius von 100 mm um den Aufschlagpunkt herum und ein an den Kanten der Prüfscheibe verlaufenden Streifen von 25 mm Breite (siehe Bild 22) muss von der Bewertung ausgenommen werden.

Maße in Millimeter



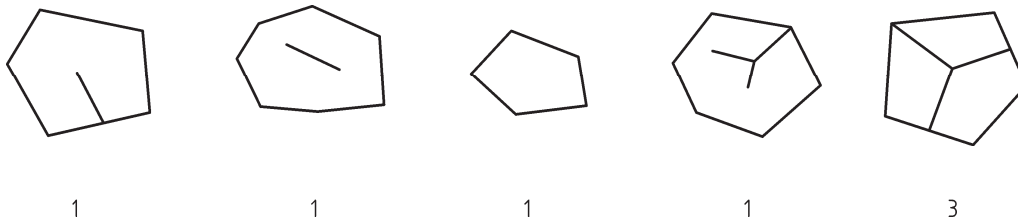
**Legende**

1 ausgenommener Bereich

**Bild 22 — Bereich, der vom Auszählen der Bruchstücke und Messen des längsten Bruchstücks auszuschließen ist**

Das Auszählen der Bruchstücke muss im Bereich mit der größten Bruchstruktur erfolgen (mit dem Ziel, den kleinsten Wert zu ermitteln). Das Auszählen der Bruchstücke muss innerhalb einer Maske von  $(50 \pm 1) \text{ mm} \times (50 \pm 1) \text{ mm}$  erfolgen, die auf die Prüfscheibe gelegt wird (siehe Anhang C). Die Bruchstücke ohne Risse müssen gezählt werden. Ein Bruchstück ist „rissfrei“, wenn es keine Risse aufweist, die von einer Kante zu einer anderen verlaufen (siehe Bild 23).

Die Prüfung muss binnen 5 min nach dem Glasbruch abgeschlossen sein.



**Bild 23 — Beispiele für rissfreie Bruchstücke und die Bewertung in Bezug auf die Anzahl**

Beim Auszählvorgang werden alle Bruchstücke, die vollständig innerhalb der Maske liegen, als jeweils ein Bruchstück, und alle Bruchstücke, die sich teilweise innerhalb der Maske befinden, als jeweils ein halbes Bruchstück gezählt (siehe Anhang C).

**8.5 Mindestwerte für die Anzahl der Bruchstücke**

Damit ein Glas als thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas eingestuft werden kann, darf die Anzahl der Bruchstücke jeder Prüfscheibe die in Tabelle 8 angegebenen Werte nicht unterschreiten.

Tabelle 8 — Mindestwerte der Anzahl von Bruchstücken

| Basis-Glasart | Nennstärke ( <i>d</i> )<br>mm | Mindestanzahl an<br>ausgezählten Bruchstücken |
|---------------|-------------------------------|---|
| Alle          | 3                             | 15  |
|               | 4 bis 12                      | 40  |
|               | 15                            | 30  |

## 8.6 Auswahl des längsten Bruchstückes

Das längste Bruchstück muss aus der Fläche der Prüfscheibe ausgewählt werden. Es darf nicht in dem von der Zählung ausgenommenen Bereich liegen (siehe 8.4).

## 8.7 Maximale Länge des längsten Bruchstückes

Damit das Glas als thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas eingestuft werden kann, darf die Länge des längsten Bruchstückes 100 mm nicht überschreiten.

## 9 Weitere physikalische Eigenschaften

### 9.1 Optische Verzerrung

#### 9.1.1 Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas nach dem vertikalen Vorspannverfahren

Die Aufhängepunkte können zusätzliche optische Verzerrungen innerhalb einer Fläche mit einem Radius von 100 mm um die Aufhängepunkte hervorrufen (siehe Bild 2).

#### 9.1.2 Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas nach dem horizontalen Vorspannverfahren

Da das heiße Glas während des thermischen Vorspannprozesses mit den Rollen des Ofens in Berührung kommt, wird eine Oberflächenverzerrung durch Abweichen von der Geradheit hervorgerufen, die als „Roller Wave“ bekannt ist. „Roller Waves“ machen sich im Allgemeinen in der Reflexion bemerkbar. Glas von mehr als 8 mm Dicke kann Zeichen von kleinen Eindrücken in der Oberfläche aufweisen („roller pick-up“).

### 9.2 Anisotropie (Irisation)

Durch den thermischen Vorspannprozess werden im Querschnitt des Glases, Zonen mit unterschiedlicher Spannung hervorgerufen. Die Spannungszonen verursachen eine Doppelbrechung im Glas, die in polarisiertem Licht sichtbar ist.

Wenn thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas in polarisiertem Licht betrachtet wird, erscheinen die Spannungszonen als farbige Bereiche, die manchmal als „Leoparden-Flecken“ bezeichnet werden.

Polarisiertes Licht ist in normalem Tageslicht vorhanden. Die Menge des polarisierten Lichts ist abhängig vom Wetter und dem Winkel der Sonneneinstrahlung. Die Doppelbrechung ist bei seitlichem Blickwinkel oder durch polarisierende Brillen deutlicher wahrnehmbar.

Anisotropie ist kein Fehler, sondern ein sichtbarer Effekt.

### 9.3 Thermische Beständigkeit

Die mechanischen Eigenschaften von thermisch vorgespanntem Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas bleiben bis zu Gebrauchstemperaturen von 250 °C und bei Temperaturen unter Null unverändert erhalten. Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas besitzt die Fähigkeit, sowohl abrupten Temperaturschwankungen als auch Temperaturdifferenzen bis 300 K zu widerstehen.

ANMERKUNG Diese Eigenschaft steht in keinem Zusammenhang mit der Feuerwiderstandsleistung.

### 9.4 Mechanische Festigkeit

Der Wert der mechanischen Festigkeit kann nur als statistischer Wert, bezogen auf eine bestimmte Wahrscheinlichkeit des Bruchs und eine bestimmte Art der Belastung, angegeben werden, z. B. eine Prüfung im Vierschneiden-Verfahren nach EN 1288-3.

Die Werte für die mechanische Festigkeit gelten für eine quasi-statische Belastung über eine kurze Zeitspanne und beziehen sich auf eine Bruchwahrscheinlichkeit von 5 % am unteren Grenzwert des Vertrauensbereichs von 95 %. Die Werte für verschiedene Glasarten sind in Tabelle 9 aufgelistet.

**Tabelle 9 — Mindestwerte der mechanischen Festigkeit von thermisch vorgespanntem Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas**

| Glasart   | Mindestwerte der mechanischen Festigkeit<br>N/mm <sup>2</sup> |
|---|---|
| Floatglas: klar<br>eingefärbt<br>beschichtet                      | 120   |
| Emailliertes Floatglas<br>(emaillierte Oberfläche unter Spannung) | 75  |
| Sonstige  | 90  |

ANMERKUNG Die Werte in Tabelle 9 repräsentieren die Festigkeit für thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas (das die Anforderungen nach 8.5 erfüllt).

Mindestens 10 Proben von thermisch vorgespanntem Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas müssen nach EN 1288-3 geprüft werden. Die 5%ige Bruchwahrscheinlichkeit, statistisch ausgewertet mit einem Vertrauensbereich von 95 %, darf die Werte in Tabelle 9 nicht unterschreiten.

### 9.5 Klassifizierung des Verhaltens bei menschlichem Körperstoß

Das Verhalten von thermisch vorgespanntem Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas bei menschlichem Körperstoß ist durch eine Prüfung nach EN 12600 zu klassifizieren.

## 10 Kennzeichnung

Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas nach dieser Europäischen Norm muss dauerhaft gekennzeichnet sein. Die Kennzeichnung muss nach der Anbringung sichtbar sein und folgende Angaben enthalten:

- Name oder Warenzeichen des Herstellers;
- Nummer dieser Europäischen Norm: EN 13024-1.

## **Anhang A** (informativ)

### **Gebogenes thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas**

Gebogenem thermisch vorgespanntem Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas (im Vereinigten Königreich auch „bent“ genannt) ist während des Herstellungsverfahrens absichtlich ein besonderes Profil gegeben worden. Es ist kein Bestandteil dieser Norm, da für die Normung des Produkts nur unzureichende Angaben zur Verfügung stehen. Die Angaben in dieser Norm zu Dicke, Kantenbearbeitung und Bruchverhalten sind jedoch auch auf gebogenes thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas anwendbar.

## Anhang B (informativ)

### Alternatives Verfahren für die Messung der Verwerfung durch Roller Waves

#### B.1 Messgeräte

Dies ist ein 350 mm langer Aluminiumkanal mit einem/einer zentral angebrachten Durchbiegungsmessgerät/Messuhr (Bild B.1).

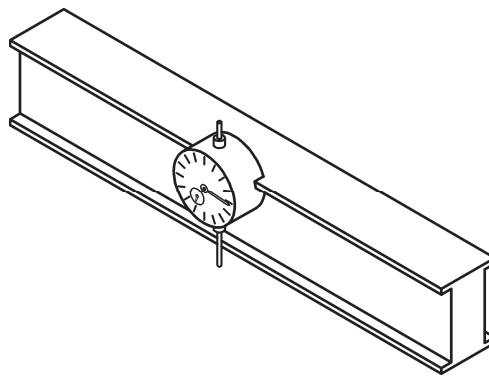


Bild B.1 — Messgeräte für Roller Waves

#### B.2 Verfahren

Das Messgerät ist im rechten Winkel zu den Roller Waves anzusetzen, so dass es die Scheitelpunkte der Wave überbrücken kann (Bild B.2).

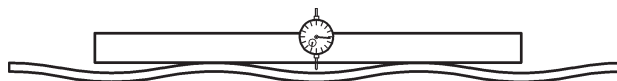


Bild B.2 —Ansetzen der Messgeräte an den Roller Waves

Anschließend ist das Messgerät entlang dessen Achse zu bewegen, bis die Messuhr den höchsten Wert anzeigt (Bild B.3).

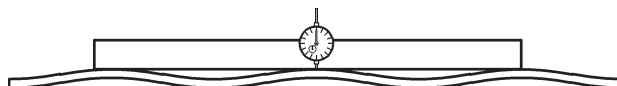
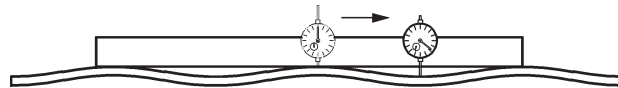


Bild B.3 — Nulleinstellung des Messgeräts auf einem Scheitelpunkt der Roller Waves

An dieser Stelle verbleibt die Messuhr auf einem Scheitelpunkt der Roller Wave. Die Anzeige des Messgeräts ist so auszurichten (zu drehen), dass der Zeiger auf der Anzeige auf 0 (Null) zeigt. Anschließend ist das Messgerät wieder entlang dessen Achse zu bewegen, bis die Messuhr den niedrigsten Wert anzeigt (Bild B.4). An dieser Stelle verbleibt die Messuhr am niedrigsten Punkt des Tals. Nun ist der Messwert abzulesen, wobei die Tiefe der Roller Wave die Differenz zwischen dem Nullpunkt und dem abgelesenen Messwert ist.

**ANMERKUNG** Die Messuhr wird gewöhnlich so ausgerichtet, dass durch Anheben der Stelle ein positiver Wert erzielt wird. Es ist darauf zu achten, dass hinsichtlich der Tiefe der Roller Wave kein falscher Messwert abgelesen wird.



**Bild B.4 — Bewegen des Messgeräts zu einem Tal**

Die Tiefe der Roller Wave ist bis auf die nächsten 0,05 mm aufzuzeichnen.

Das oben genannte Verfahren kann mehrere Male an der gleichen Scheibe durchgeführt werden, wodurch verschiedene Ergebnisse erzielt werden, da eine gleichmäßige Beschaffenheit der Roller Waves unwahrscheinlich ist. Die schlechteste Roller Wave unter den aufgezeichneten gilt sodann als Messwert der Scheibe.

### **B.3 Begrenzungen**

Das Messgerät sollte nur an Scheiben der Maße  $> 600$  mm angewendet werden, im rechten Winkel zu den Roller Waves. Im ausgenommenen Bereich, welcher 150 mm ab der Kante der Scheibe beträgt, sollte das Messgerät nicht angewendet werden.

Die Verformung der Kanten (bis zu 150 mm ab der Kante der Scheibe) kann von der Verformung der Rollen an der Oberfläche außerhalb dieses Bereichs des Glases abweichen.

Eine genaue Messung der Roller Waves kann nur an einer anderweitig flachen Glasscheibe erzielt werden. Sofern die Scheibe eine generelle Verwerfung aufweist, wird sich dies auf den durch die Roller Wave gemessenen Wert auswirken und wäre zu berücksichtigen. Diese Wirkung kann verringert werden, indem die Glasscheibe flach auf einen Tisch gelegt wird, wodurch aufgrund des Eigengewichts der Scheibe deren generelle Verwerfung verringert wird, insbesondere bei größeren Scheiben.

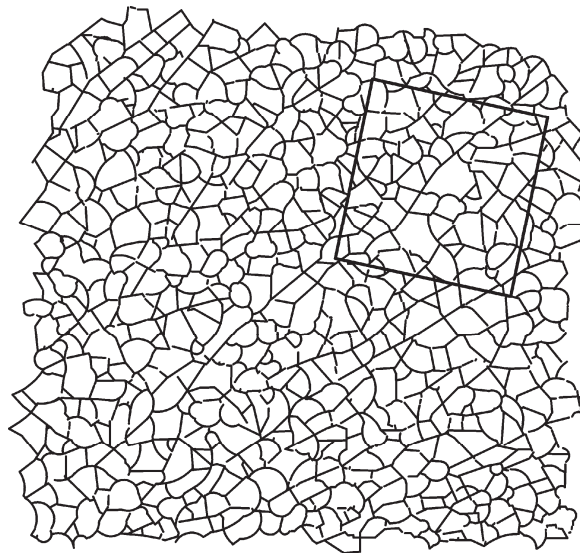
### **B.4 Alternative Anwendung der Messgeräte**

Wird die Messuhr nicht zentral, sondern am Ende des Aluminiumkanals angebracht, kann sie zur Messung der Unebenheit der Kanten verwendet werden.

Hierzu ist der Prüfkörper so über das Ende eines Tisches zu legen, dass die Unebenheit der Kanten die Auflagerung der Kante um 50 mm bis 100 mm überragt, so dass die Unebenheit der Kanten der Darstellung in Bild 5 entspricht. Anschließend ist das Messgerät zur Kante des Prüfkörpers zu bewegen. Es ist die maximale Durchbiegung des Messgeräts von der Position auf einem Scheitelpunkt bis zur Berührung der Kante des Prüfkörpers zu messen.

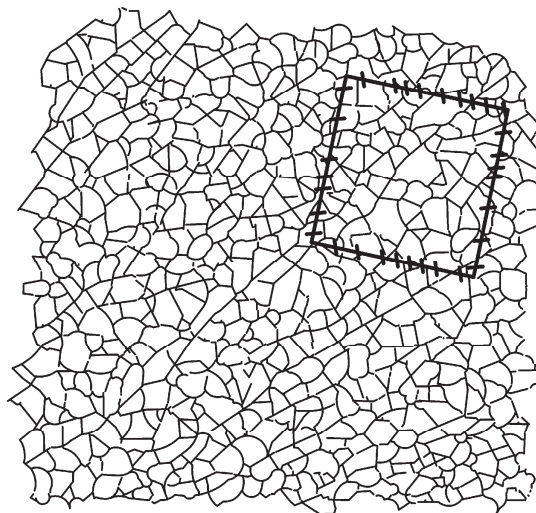
## Anhang C (informativ)

### Beispiel für das Auszählen der Bruchstücke



**Bild C.1 — Beispiel der Wahl des Bereichs mit der größten Bruchstruktur**

Der Bereich mit der größten Bruchstruktur wird nach 8.4 ausgewählt, die Maske wird auf die Prüfscheibe gelegt und mit einem Stift umrandet.



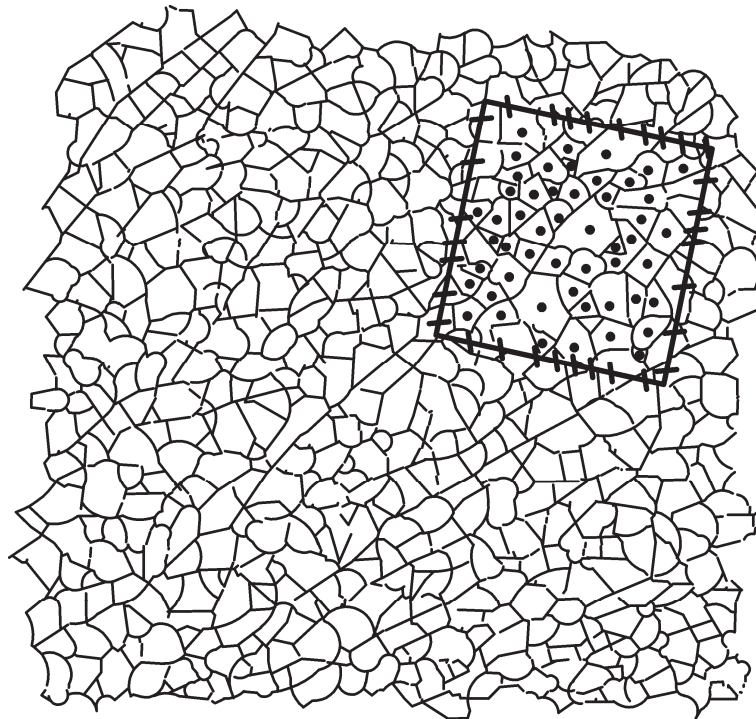
**Legende**

Anzahl der am Umfang gelegenen Bruchstücke =  $32/2 = 16$

**Bild C.2 — Beispiel der Kennzeichnung und Auszählung**



Die an der Umfassung gelegenen Bruchstücke werden jeweils als halbe Bruchstücke gekennzeichnet und ausgezählt.



**Legende**

Anzahl der innerhalb der Maske gelegenen Bruchstücke = 53  
Gesamte Anzahl der Bruchstücke = 16 + 53 = 69

**Bild C.3 — Beispiel für die Kennzeichnung und Auszählung der Gesamtzählung der Bruchstücke der Prüfkörper**

Die innerhalb der Maske gelegenen Bruchstücke werden gekennzeichnet und markiert und zu den an der Umfassung gelegenen Bruchstücken hinzugezählt, um die Gesamtzahl der Bruchstücke der Prüfkörper zu ermitteln.

## Literaturhinweise

- [1] EN 673, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Berechnungsverfahren*
- [2] Toughened glass: Mechanical properties and EN 12600 behaviour Michel Dubru — Standardisation Manager, GLAVERBEL S.A., Jean-Clement Nugue — Development Manager for Façades Products, SAINT GOBAIN GLASS, Guy Van Marcke de Lummen — Environment and Standardisation Manager, GLAVERBEL S.A.