

Prüfung von Glas  
**Bestimmung der Spannungen**  
 in Verschmelzungen von Glas mit Glas

**DIN**  
**52 327**  
 Teil 1

Testing of glass; determination of stresses in glass-to-glass sealings

Essai du verre; détermination des tensions dans les jonctions verre à verre

### 1 Zweck und Anwendungsbereich

Mit dem Prüfverfahren nach dieser Norm sollen die Spannungen, die nach dem Verschmelzen zweier Gläser auftreten können, mit Hilfe der Spannungsdoppelbrechung bestimmt werden.

### 2 Mitgeltende Normen

- DIN 52 314 Prüfung von Glas; Bestimmung des spannungsoptischen Koeffizienten im Zugversuch
- DIN 69 176 Teil 1 Körnungen für Schleifmittel auf Unterlagen; Bezeichnung, Korngrößenverteilung

### 3 Begriffe

Werden zwei Gläser miteinander verschmolzen, so können darin nach dem Abkühlen Spannungen verbleiben, deren Größe von den Unterschieden in den thermischen, elastischen und viskosen Eigenschaften der Gläser abhängt. Im allgemeinen werden Gläser doppelbrechend, wenn sie Spannungen ausgesetzt sind. Für den Zusammenhang zwischen der Spannung und dem als Folge der Doppelbrechung eintretenden optischen Wegunterschied gilt:

$$\Delta s = \frac{\Delta \sigma}{a \cdot K} \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

- $\Delta \sigma$  Differenz zweier Hauptnormalspannungen
- $\Delta s$  optischer Wegunterschied. Im Falle einer Zugspannung ist der Wert für  $\Delta s$  mit einem positiven, im Falle einer Druckspannung mit einem negativen Vorzeichen zu versehen<sup>1)</sup>.
- $K$  spannungsoptischer Koeffizient
- $a$  Probendicke

Es wird angenommen, daß sich im Probekörper ein vorwiegend ebener Spannungszustand ausbildet und das Spannungsfeld in der Durchstrahlungsrichtung nahe der Verschmelzungsfläche annähernd homogen ist. Dort sind die drei Hauptnormalspannungen so orientiert, daß

die 1. Hauptnormalspannung  $\sigma_1$  senkrecht zur Oberfläche des Probekörpers,

die 2. Hauptnormalspannung  $\sigma_2$  parallel zur Verschmelzungsfläche und parallel zur Oberfläche des Probekörpers und

die 3. Hauptnormalspannung  $\sigma_3$  senkrecht zur Verschmelzungsfläche liegt (siehe Bild).

Dann stellt die Gleichung (1)  $\Delta \sigma$  die Differenz der beiden Hauptnormalspannungen  $\sigma_2$  und  $\sigma_3$  dar. In der Nähe der Verschmelzungsfläche ist die Hauptnormalspannung  $\sigma_3$

gegenüber der Hauptnormalspannung  $\sigma_2$  klein, so daß in Gleichung (1)  $\Delta \sigma$  mit der Hauptnormalspannung  $\sigma_2$  gleichgesetzt werden darf.

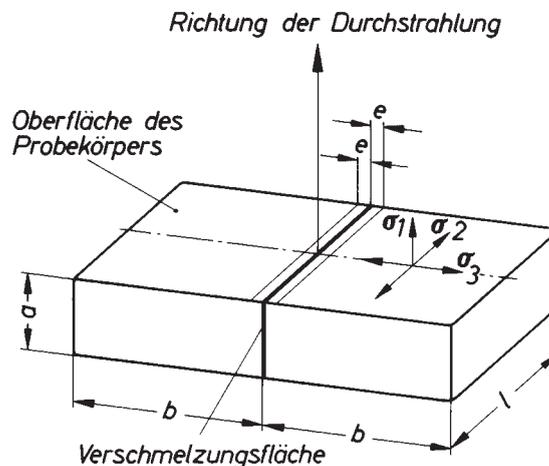


Bild 1. Probekörper mit Orientierung der Hauptnormalspannungen  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  und  $\sigma_3$   
 Bedeutung von  $e = 0,5 \text{ mm}$  siehe Abschnitt 6.6

Der bei der Durchstrahlung sich ergebende optische Wegunterschied zwischen den beiden in Richtung der Hauptnormalspannung  $\sigma_2$  und  $\sigma_3$  schwingenden Lichtwellen wird durch deren unterschiedliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit im doppelbrechenden Probekörper verursacht.

### 4 Geräte

- 4.1** Ofen zum Verschmelzen und Kühlen des Probekörpers nach den Abschnitten 5.3.1 und 5.3.2
- 4.2** Spannungsprüfgerät zur orientierenden Prüfung des Probekörpers nach den Abschnitten 6.1 und 6.2
- 4.3** Längenmeßgerät, mit dem die Dicke des Probekörpers auf 0,1 mm gemessen werden kann
- 4.4** Polarisationsmeßgerät mit einem Kompensator, der die Messung des optischen Wegunterschieds in der Nähe der Nullstellung auf  $\pm 5 \text{ nm}$  gestattet. Für die Lichtquelle wird nach der Funktionstabelle des verwendeten Kompen-

<sup>1)</sup> Die Vorzeichen sind den Spannungsarten, entsprechend den Gepflogenheiten in der Praxis der technischen Mechanik, zugeordnet (siehe Schrifttum [1], [5], [6], [7]).

Fortsetzung Seite 2 und 3  
 Erläuterungen Seite 3

Fachnormenausschuß Materialprüfung (FNM) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.  
 Arbeitsausschuß Glas (AGlas) im DIN

Frühere Ausgaben: 01.68

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

Änderung November 1977:  
 Gesetz über Einheiten im Meßwesen berücksichtigt. Redaktionell überarbeitet.

sators entweder Weißlicht oder ein spektraler Wellenlängenbereich zwischen 540 und 590 nm empfohlen (Spektrallampen oder Glühlampen mit Interferenzfilter).

*Anmerkung:* Im Wellenlängenbereich zwischen 540 und 590 nm liegt die Differenz von gemessenen optischen Wegunterschieden im Bereich der Meßunsicherheit des Polarisationsmeßgerätes.

## 5 Proben

### 5.1 Probenform (siehe Bild 1)

Die beiden zu verschmelzenden Proben sollen gleich groß sein und folgende Bedingungen erfüllen:

Probendicke  $a$ : 4 bis 10 mm, vorzugsweise 5 mm

Probenlänge  $l$ : etwa 20 mm

Probenbreite  $b$ : etwa 10 mm

Die Ecken und Kanten der Proben dürfen gerundet sein.

### 5.2 Probenzustand

Die Verschmelzungsflächen der Proben sollen plan sein und weniger rau, als vergleichsweise durch Schleifen mit einer Körnung P 240 nach DIN 69 176 Teil 1 erreicht werden kann.

### 5.3 Herstellung des Probekörpers

**5.3.1** Die beiden Proben sind mit ihren Verschmelzungsflächen vollständig zu einem Probekörper (siehe Bild 1) zu verschmelzen. Dabei muß eine Verformung der ebenen Verschmelzungsflächen verhindert werden.

**5.3.2** Da das Meßergebnis durch die Abkühlgeschwindigkeit des Probekörpers im visko-elastischen Bereich der Gläser beeinflusst werden kann, soll der Probekörper in dem nachfolgend genannten Temperaturbereich mit  $(2 \pm 0,2)^\circ\text{C}$  je Minute abgekühlt werden. Die obere Grenze des Temperaturbereichs ist durch die Temperatur gegeben, bei der das höher viskose Glas des Probekörpers eine dynamische Viskosität von  $10^{13} \text{ dPa} \cdot \text{s}^*$  erreicht hat; die untere Grenze liegt  $150^\circ\text{C}$  unterhalb der Temperatur, bei der das weniger viskose Glas eine dynamische Viskosität von  $10^{13} \text{ dPa} \cdot \text{s}^*$  hat. Außerhalb dieses Temperaturbereichs besteht nur die Forderung, daß beim Abkühlen auftretende temporäre Spannungen nicht zu Rissen im Probekörper führen.

**5.3.3** Nach dem Verschmelzen werden die Oberflächen des Probekörpers, die durchstrahlt werden sollen (siehe Bild 1), so nachbearbeitet, daß sie planparallel sind und senkrecht zur Verschmelzungsfläche liegen.

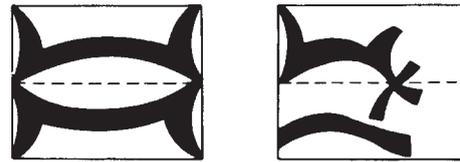
## 6 Durchführung<sup>2)</sup>

**6.1** Zur Kontrolle darüber, ob die Verschmelzung einwandfrei ist (siehe Abschnitt 5.3.1), soll mit einem Spannungsprüfgerät die Gleichmäßigkeit des Spannungsbildes in jeder Probekörperhälfte nachgeprüft werden (siehe Bild 2).

\*) Bisher: in Poise (P);  $1 \text{ P} = 1 \text{ dPa} \cdot \text{s}$

2) Siehe Schrifttum [8], betr. Messung von optischen Wegunterschieden.

3) Bei feingeschliffenen Flächen genügt als Immersionsflüssigkeit meist Wasser.



Probekörper A

Probekörper B

Bild 2. Erscheinungsbild einwandfrei verschmolzener Proben (Probekörper A) und nur teilweise verschmolzener Proben (Probekörper B) zwischen zwei gekreuzten Polarisatoren (linear polarisiertes Lichtfeld, Verschmelzebene unter  $45^\circ$  zu den Polarisationsachsen). Dunkel erscheinen Bereiche mit optischem Wegunterschied Null (spannungsfrei) oder einem ganzzahligen Vielfachen der mittleren benutzten Wellenlänge; weiterhin tritt Dunkelheit an den Stellen auf, an denen die Hauptnormalspannungsrichtung in dem Probekörper mit den Polarisationsachsen zusammenfällt.

**6.2** Außerdem sind beide Probekörperhälften auf Risse zu prüfen. Bei Probekörpern mit Rissen in einer oder beiden Hälften ist die Spannungsgleichmäßigkeit im Probekörper gestört, wodurch die Ergebnisse bei Messungen nach Abschnitt 6.6 beeinflusst werden und deshalb nur das Vorzeichen der Spannung nach Abschnitt 6.7 festgestellt werden kann.

**6.3** Die Messungen sind bei Raumtemperatur 18 bis  $28^\circ\text{C}$  durchzuführen. Davon abweichende Prüftemperaturen sind im Prüfbericht anzugeben.

**6.4** Im Meßfeld (siehe Abschnitt 6.6) wird die Dicke des Probekörpers gemessen.

**6.5** Wenn die Oberflächen des Probekörpers, die durchstrahlt werden sollen, nicht hinreichend glatt sind, so daß ein unscharfes Spannungsbild erscheint, ist es zweckmäßig, den Probekörper in eine Immersionsflüssigkeit<sup>3)</sup> zu legen. Die Bodenfläche des Immersionsgefäßes darf keine eigene störende Doppelbrechung und keinen optischen Wegunterschied haben.

**6.6** Bei senkrechter Durchstrahlung des rißfreien Probekörpers werden die zu beiden Seiten der Verschmelzungsfläche parallel ausgerichteten Hauptnormalspannungen einzeln als optische Wegunterschiede, und zwar jeweils im Abstand  $e = 0,5 \text{ mm}$  von der Verschmelzungsfläche, in Probenmitte gemessen, siehe auch Bild 1.

Bei einem Probekörper mit einer undurchsichtigen Glasprobe kann ein vorhandener optischer Wegunterschied nur in der durchsichtigen Probekörperhälfte ermittelt werden.

Bei einem Probekörper mit einer Hälfte aus einem vereinbarten Vergleichsglas, gegebenenfalls derselben Glasart, genügt es, den optischen Wegunterschied der Doppelbrechung in der Vergleichsglashälfte zu bestimmen.

**6.7** Wenn sich die Art der Spannung nicht bereits während der Messung des optischen Wegunterschieds eindeutig ergibt und bei einem Probekörper mit Rissen ist im Spannungsprüfgerät durch Vergleich mit einer Zug- oder Druckprobe festzustellen, ob der optische Wegunterschied die Wirkung einer Zug- oder Druckspannung ist.