

Prüfung von Kunststoff-Folien und mit Deckschicht aus Kunststoff
versehene textilen Flächengebilden

Bestimmung der Biegesteifigkeit
Verfahren nach Ohlsen

DIN
53 350

Testing of plastics films and coated textile fabrics, manufactured using plastics;
determination of stiffness in bending; method according to Ohlsen

1 Zweck und Anwendungsbereich

Die Prüfung nach dieser Norm dient dazu, die Biegesteifigkeit von Kunststoff-Folien und mit Deckschicht aus Kunststoff versehene textilen Flächengebilden nach DIN 16 922 *) durch die Biegung eines einseitig eingespannten Streifens zu bestimmen. Aus dem gemessenen Biegemoment kann bei Folien ein Elastizitätsmodul berechnet werden.

A n m e r k u n g : Bei sehr wenig biegesteifen Materialien (dünne Folien und leichte Kunstleder) wird die Biegesteifigkeit nach DIN 53 362 bestimmt (siehe auch Erläuterungen).

2 Mitgeltende Normen

- DIN 16 906 (z. Z. noch Entwurf) Prüfung von Kunststoffbahnen; Entnahme, Vorbehandlung, Prüfklima
- DIN 16 922 *) Unter Verwendung von Kunststoffen hergestellte flexible bahnenförmige Flächengebilde; Einteilung, Begriffe
- DIN 50 014 Klimate und ihre technische Anwendung; Normalklimate
- DIN 53 353 Prüfung von Kunstleder und ähnlichen Flächengebilden; Bestimmung der Dicke mit mechanischen Tastgeräten
- DIN 53 370 Prüfung von Kunststoff-Folien; Bestimmung der Dicke durch mechanische Abtastung

3 Begriffe

3.1 Biegelänge l_B

Die Biegelänge im Sinne dieser Norm ist die Einspannlänge des Probekörpers.

3.2 Biegemoment M_B

Das Biegemoment im Sinne dieser Norm ist das Moment, das benötigt wird, um bei einer bestimmten Einspannlänge den Probekörper um einen bestimmten Winkel zu biegen.

3.3 Biegesteifigkeit S

Die Biegesteifigkeit im Sinne dieser Norm ist das Produkt aus Biegelänge und Biegemoment. Sie ist ein Maß für den Widerstand, den ein Probekörper der Biegung um einen bestimmten Winkel entgegensetzt. Da die Biegesteifigkeit winkelabhängig ist, ist der Biegewinkel als Index anzugeben.

3.4 Biegemodul E_B

Der Biegemodul im Sinne dieser Norm ist der Elastizitätsmodul, berechnet aus der Biegung. Er kann also nur für homogen aufgebaute Materialien, wie Folien, angegeben werden. Da der Elastizitätsmodul nur streng im elastischen Bereich definiert ist, muß bei dem Biegemodul als Index der Biegewinkel mit angegeben werden.

4 Geräte ¹⁾

4.1 Biegesteifigkeitsprüfgerät

Die Prüfapparatur (siehe Bild 1) ist im wesentlichen folgendermaßen aufgebaut:

Die Spannklemme, in der der Probekörper einseitig fest eingespannt wird, ist um ihre vordere Begrenzungskante im Uhrzeigersinn drehbar. Sie besitzt einen Zeiger, mit Hilfe dessen der Biegewinkel auf einer Skale, die in Winkelgrade eingeteilt ist, abgelesen werden kann. Diese Skale befindet sich auf einer Pendelscheibe, deren Drehzentrum genau mit dem Drehzentrum der Spannklemme übereinstimmt. Ohne aufgestecktes Gewichtstück befindet sich die Pendelscheibe im indifferenten Gleichgewicht. Außer der Gradscale enthält sie eine Biegeplatte, auf der der Probekörper frei aufliegen kann. In einer bestimmten, apparativ bedingten Entfernung vom Drehpunkt befindet sich ein Stift, auf den Gewichtstücke aufgesteckt werden

¹⁾ Folgeausgabe, z. Z. noch Entwurf, Ausgabe Januar 1979

¹⁾ Über Bezugsquellen gibt Auskunft: DIN-Bezugsquellen für normgerechte Erzeugnisse im DIN, Burggrafenstraße 4-10, 1000 Berlin 30.

Fortsetzung Seite 2 und 3
Erläuterungen Seite 3

Normenausschuß Kunststoffe (FNK) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN

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

können. Aus dieser Entfernung und dem Gewicht des aufgesteckten Gewichtstückes ergibt sich ein bestimmtes maximales Biegemoment. Durch Wahl der Gewichtstücke können verschiedene maximale Biegemomente hergestellt werden. Die Gewichtstücke sind mit dem jeweiligen maximalen Biegemoment $M_{B \max}$ beschriftet. Ein Zeiger an der Pendelscheibe zeigt bei ihrer Drehung auf einer außerhalb der Scheibe angebrachten %-Skale an, welcher Bruchteil des maximalen Biegemoments bei einem bestimmten Winkel wirksam wird.

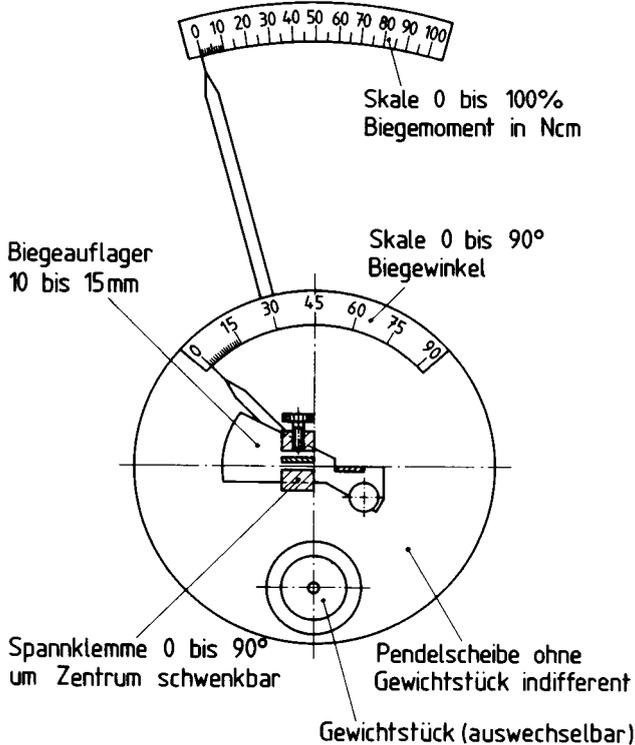


Bild 1. Prinzipskizze des Steifigkeitsprüfgerätes

4.2 Dickenmeßgeräte

4.2.1 Folien

Für die Messung der Dicke von Folien wird ein Dickenmeßgerät nach DIN 53 370 benutzt.

4.2.2 Beschichtete Erzeugnisse

Für die Messung der Dicke von beschichteten Erzeugnissen wird ein Dickenmeßgerät nach DIN 53 353 benutzt.

5 Proben und Probekörper

5.1 Probenahme und Vorbehandlung

Entnahme und Vorbehandlung ist nach DIN 16 906 **) durchzuführen.

5.2 Form und Anzahl der Probekörper

Aus der Probe werden längs und quer zur Herstellrichtung je 5 Probekörper von 20 mm Breite und 100 mm Länge entnommen.

6 Durchführung

6.1 Dickenmessung

6.1.1 Folien

Die Dicke wird mit einem Meßgerät nach Abschnitt 4.2.1 bestimmt. Bei Folien mit einer Oberflächenstruktur, die

**) Z. Z. noch Entwurf

eine Ungleichmäßigkeit der Dicke von $> 5\%$ der Gesamtdicke zur Folge hat, wird die Dicke aus dem Flächengewicht und der Dichte berechnet. Die Dicke wird auf 0,01 mm angegeben.

6.1.2 Beschichtete Erzeugnisse

Die Dicke wird mit einem Meßgerät nach Abschnitt 4.2.2 bestimmt. Sie wird auf 0,1 mm angegeben.

6.2 Biegeprüfung

Die Probekörper werden mit der Beschichtungs- bzw. Oberseite nach unten so eingespannt, daß die vordere Schmalseite des Probekörpers mit der Hinterkante der Auflageplatte auf der Pendelscheibe abschließt. Nach der Entarretierung der Pendelscheibe wird überprüft, ob bei dem Biegewinkel 0° eine Momentanzeige von 0% vorhanden ist. Ist infolge der Vorgeschichte des Probekörpers bereits eine Anzeige von höchstens 3% vorhanden, so ist dies zu notieren und vom Meßergebnis hinterher abzuziehen. Probekörper mit einer Vorbiegung von mehr als 3% werden verworfen. Wenn bei der Einstellung 0° das freie Ende des Probekörpers die Auflagenplatte noch nicht berührt, ist die Halterung des Probekörpers von Hand solange zu verdrehen, bis auf der %-Skale der Wert 0% tatsächlich vorhanden ist. Die abgelesene Gradzahl wird notiert und bei der Prüfung berücksichtigt. Probekörper, die eine größere Korrektur als 3° erfordern, werden verworfen. Die Drehung des Probekörperhalters wird mit einer Geschwindigkeit von $1,5^\circ/\text{s}$ durchgeführt. Im Augenblick des Durchgangs des Winkelzeigers durch den geforderten Biegewinkel wird der Meßwert auf der %-Skale abgelesen.

Anmerkung: Zur Bestimmung des Biegemoduls E_B werden Folien zweckmäßig bei einer Biegelänge l_B von 10 mm und einem Biegewinkel von 10° geprüft, weil dann praktisch noch im elastischen Bereich gemessen wird.

7 Auswertung

7.1 Berechnung der Biegesteifigkeit S in $\text{N} \cdot \text{mm}^2$

$$S = \frac{\text{Ablesung auf der \% - Skale}}{100} \cdot M_{B \max} \cdot l_B$$

7.2 Berechnung des Biegemoduls E_B in N/mm^2

$$E_B \alpha = \frac{4 \cdot l_B}{b \cdot \alpha} \cdot \frac{M_B \cdot 10}{d^3}$$

l_B Biegelänge in mm

b Breite des Probekörpers in mm

α Biegewinkel im Bogenmaß $\frac{\pi}{180} \cdot \alpha$

$M_{B \max}$ maximales Biegemoment, erzeugt durch das Gewichtstück

M_B Biegemoment in N mm mit

$$M_B = \frac{M_{B \max} \cdot \text{Ablesung}}{100}$$

d Dicke des Probekörpers in mm

7.3 Die Werte werden für jeden Probekörper einzeln errechnet und längs und quer getrennt gemittelt.

7.4 Sofern die Prüfergebnisse statistisch ausgewertet werden, sollen folgende Angaben im Prüfbericht enthalten sein (siehe hierzu auch DIN 53 598 Teil 1):

- alle Einzelwerte x_i
- Anzahl der Messungen n
- arithmetischer Mittelwert \bar{x}
- Standardabweichung s

Vertrauensgrenzen des Mittelwertes bei einer statistischen Sicherheit $P = 95\%$

8 Prüfbericht

Im Prüfbericht sind unter Hinweis auf diese Norm anzugeben:

- Art und Kennzeichnung des geprüften Erzeugnisses,
- Vorbehandlung der Probekörper,
- Anzahl der Probekörper,
- Prüfklima,
- Dicke (Mittelwert und Prüfverfahren),
- Biegewinkel,
- Biegesteifigkeit in N mm^2 (Mittelwerte längs und quer, auf 2 wertanzeigende Ziffern gerundet)
- Biegemodul in N mm^2 (bei Folien)
- gegebenenfalls statistische Auswertung nach Abschnitt 7.4,
- von dieser Norm abweichende Bedingungen,
- Prüfdatum.

Weitere Normen

DIN 53 362	Prüfung von Kunststoff-Folien und von textilen Flächengebilden mit oder ohne Deckschicht aus Kunststoff; Bestimmung der Biegesteifigkeit; Verfahren nach Cantilever
DIN 53 598 Teil 1	Statistische Auswertung an Stichproben mit Beispielen aus der Elastomer- und Kunststoffprüfung
DIN 53 864	Prüfung von Textilien; Bestimmung der Biegesteifigkeit; Verfahren nach Schlenker

Erläuterungen

Das Prüfverfahren nach dieser Norm wurde in Anlehnung an ASTM D 747 ausgearbeitet. Das hierfür zu benutzende Prüfgerät (System Ohlsen) befindet sich bereits seit langer Zeit im Gebrauch. Die Prüfung nach der vorliegenden Norm ergänzt DIN 53 362 für die Prüfung von biegesteiferen Materialien. (Die Meßergebnisse sind jedoch wegen der unterschiedlichen Definition der Biegesteifigkeit nicht vergleichbar). Sie wird im wesentlichen für Kunstleder und Folien eingesetzt. Die ebenfalls verbreitete Prüfung der Biegesteifigkeit nach System Schlenker wird in DIN 53 864 beschrieben.

Theoretische Grundlagen:

Aus der Theorie ergibt sich für die elastische Durchbiegung f eines einseitig eingespannten Stabes bei Belastung am freien Ende folgende Beziehung:

$$f = \frac{P \cdot l^3}{3 E \cdot I} \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

f = Durchbiegung

P = Biegekraft

l = Biegelänge

E = Elastizitätsmodul

$I = \frac{b \cdot d^3}{12}$ = Flächenträgheitsmoment für rechteckigen Querschnitt des Stabes

b = Breite

d = Dicke

Für kleine Winkel ($< 20^\circ$) gilt mit genügender Genauigkeit

$$\alpha = \frac{f}{l} \quad (2)$$

wobei α im Bogenmaß gemessen wird.

Mit

$$M = P \cdot l \quad (3)$$

ergibt sich aus (1) und (2)

$$M \cdot l = 3 \cdot E \cdot I \cdot \alpha \quad (4)$$

Da das Produkt $E \cdot I$ allgemein als Biegesteifigkeit bezeichnet wird, folgt, daß das Produkt $M \cdot l$ proportional $E \cdot I$ ist und damit ein Maß für die Biegesteifigkeit. Aus (4) und (1) ergibt sich dann der Biegemodul

$$E_B \alpha = \frac{M \cdot l \cdot 4}{b \cdot d^3 \cdot \alpha} \quad (5)$$

Bei der Durchführung von Ringversuchen traten bei wenig biegesteifen Materialien streuende Ergebnisse auf, so daß bei Biegelängen < 10 mm und Aufsteckgewichten für maximale Biegemomente < 10 N mm mit erheblichen Abweichungen der Meßergebnisse zu rechnen ist.