

## Prüfung von Kunststoff-Folien

Bestimmung der Kältebruchtemperatur  
von Folien aus Polyvinylchlorid (PVC) weichDIN  
53372

Testing of plastics films; determination of break at low temperature of films of nonrigid polyvinyl chloride

**1. Zweck**

Die Prüfung nach dieser Norm dient zur Bestimmung der Kältebruchtemperatur nach Abschnitt 2 an Folien aus Polyvinylchlorid (PVC) weich bis maximal 0,5 mm Dicke und PVC-Schaumstoff-Folien bis 2 mm Dicke.

Dieser Temperaturwert hat nur einen orientierenden Charakter und soll Vergleiche z. B. zwischen mehreren Erzeugnissen im Hinblick auf das Bruchverhalten bei tiefer Temperatur ermöglichen. Die Prüfergebnisse nach dieser Norm können wegen der Mannigfaltigkeit der in der Praxis vorkommenden Beanspruchungsarten nicht ohne weiteres auf beliebige Anwendungsformen und -bedingungen übertragen werden.

**2. Begriff**

Die Kältebruchtemperatur nach dieser Norm ist die mittlere Temperatur eines Temperaturbereiches. Der Temperaturbereich beginnt mit der Temperatur, bei der noch keine Probe unter den Bedingungen nach dieser Norm gebrochen oder beschädigt ist, und endet mit der Temperatur, bei der alle Proben gebrochen oder beschädigt sind.

**3. Kurzbeschreibung des Verfahrens**

Es wird bei festgelegten Prüftemperaturen ermittelt, wie viele einer festgelegten Anzahl schlaufenförmig gebogener Proben durch eine definierte, rasche Knickbeanspruchung beschädigt oder gebrochen werden. Als beschädigt gelten Proben, die entweder seitlich angebrochen sind oder bei denen auf der Knickfalte im geknickten Zustand eine Kerbbildung durch Betrachten mit einer Lupe mit 6facher Vergrößerung zu beobachten ist. Proben mit Weißbruch an der Knickstelle gelten nicht als beschädigt; im Prüfbericht ist jedoch anzugeben, ab welcher Prüftemperatur Weißbruch eintritt. Durch graphische Auswertung wird die Kältebruchtemperatur bestimmt.

**4. Entnahme und Form der Proben**

Aus breiten Folienbahnen werden längs — möglichst gleichmäßig über die Bahnbreite verteilt — und gegebenenfalls auch quer Proben  $60 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm} \times 15 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$  entnommen. Proben mit sichtbaren Fehlern, die in die Schlaufenkrümmung kommen, werden nicht geprüft.

*Anmerkung: Nicht als sichtbarer Fehler gilt die durch Prägung erzielte Oberflächenbeschaffenheit (z. B. Narbung<sup>1)</sup>) der Folie. Bei solchen Folien sind Meßergebnisse davon abhängig, wie tief die Oberfläche geprägt ist.*

Die Längskanten der Proben sind mit einem Schneidgerät zu schneiden, das glatte Schnittkanten sicherstellt. Aus Folien-schläuchen werden quer nur dann Proben entnommen, wenn die Schlauchbreite zwischen den Schlauchkanten  $> 60 \text{ mm}$  ist. Gleiches gilt sinngemäß für schmale Bänder.

**5. Anzahl der Proben**

Bei jeder Prüftemperatur nach Abschnitt 8.2 werden 6 Proben geprüft. In Schiedsfällen werden je Prüftemperatur 12 Proben geprüft, sofern nichts anderes vereinbart ist.

**6. Vorbehandlung der Proben**

Die Proben werden, wenn nichts anderes vereinbart ist, 24 Stunden lang im Normalklima 23/50 DIN 50 014<sup>2)</sup> in Schiedsfällen bis zur Gewichtskonstanz, gelagert.

**7. Prüfgerät****7.1. Prüfmaschine**

Die Prüfmaschine besteht aus:

- a) Einem Amboß aus Metall (z. B. Stahl) mit einer ebenen Fläche mit 6 flachen Klemmfedern zum Einspannen von 6 Proben. Durch Markierungslinien (z. B. eingraviert) ist sicherzustellen, daß die Proben immer in der gleichen Lage eingespannt werden können.
- b) 6 Stößeln (Fallhämmer) aus Stahl mit ebenen Stirnflächen von 18 mm Durchmesser und leicht gerundeten Kanten. Die Masse eines Stößels muß 200 g betragen. Die Stößel werden in einer Halterung (z. B. Stativ, das fest mit dem Amboß verbunden ist) so über den Proben durch Sperrklinken gehalten, daß die Kante der Schlaufe unter der Mitte des Stößels liegt. Die Fallhöhe, zwischen Amboß und Stirnfläche des Stößels gemessen, muß  $200 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$  betragen. Die Sperrklinken müssen gestatten, die Stößel verzögerungsfrei auszuklinken.
- c) Einem Temperaturmeßgerät (z. B. Thermoelement oder Widerstandsthermometer), das gestattet, die Temperaturen in der Nähe der Proben zu messen.

**7.2. Einrichtung zur Erzeugung des Prüfklimas**

Die Einrichtung muß gestatten, trockenes Klima bis mindestens  $-60^\circ\text{C}$  zu erzeugen, die Prüfkammer (siehe Abschnitt 7.3) durch einen Luftstrom zu temperieren und die Temperatur in der Prüfkammer während der Prüfung aufrechtzuerhalten.

**7.3. Prüfkammer<sup>3)</sup>**

Die Prüfkammer muß so gebaut sein, daß sie die Proben und die Prüfmaschine (mindestens aber den Amboß) aufnehmen kann und daß der Luftstrom (siehe Abschnitt 7.2) die Proben und den Amboß auf die Prüftemperatur (siehe Abschnitt 8.2) abkühlt.

<sup>1)</sup> Begriff Narbung siehe DIN 51 964

<sup>2)</sup> Eine Abweichung der relativen Luftfeuchte von  $\pm 5\%$  statt  $\pm 3\%$  ist zulässig.

<sup>3)</sup> Die Prüfkammer kann auch ein Prüfraum oder ein Klimaschrank sein.

Fortsetzung Seite 2  
Erläuterungen Seite 2

#### 7.4. Folien-Schneidgerät

Als Schneidgerät kann jedes Folien- oder Papier-Schneidgerät verwendet werden, mit dem die geforderte Breite auf  $\pm 0,1$  mm und die geforderte Länge auf  $\pm 1$  mm geschnitten werden kann und das eine glatte, kerbstellenfreie Schnittkante erzeugt.

#### 7.5. Dickenmeßgerät

nach DIN 53 370

### 8. Durchführung

#### 8.1. Messen der Dicke der Probe

Vor der Prüfung wird die Dicke der Proben jeweils in der Probenmitte gemessen.

#### 8.2. Prüftemperatur

In der Regel wird die Prüfung bei folgenden Temperaturen durchgeführt:

20 °C, 15 °C, 10 °C usw., von 5 zu 5 grad fallend.

Es kann jedoch — besonders in Schiedsfällen — eine kleinere Stufung vereinbart werden (siehe Abschnitt 8.4).

#### 8.3. Einspannen der Proben

Die geschnittenen Proben werden bei Raumtemperatur (nach DIN 50 014) zu einer Schlaufe gebogen und unter die am Amboß angebrachten Klemmfedern gesteckt. Hierbei soll sich eine Schlaufenkrümmung mit etwa 3 mm Radius bilden. Dies kann mit einem entsprechenden Meßdorn kontrolliert werden. In der Regel stellt sich diese Schlaufenkrümmung ein, wenn die Probe bis zur Markierungslinie (siehe Abschnitt 7.1 a)) durchgeschoben wird.

#### 8.4. Durchführung der Messung

Nach Einspannen der 6 Proben wird die Prüfkammer geschlossen. Die Stößel befinden sich in hochgezogener Stellung und werden von den Sperrklinken in dieser Lage gehalten. Die Proben werden bei der Prüftemperatur  $t_1$  mindestens 5 Minuten lang temperiert. Dann löst man nacheinander die Stößel und läßt sie frei auf die Schlaufen fallen. Anschließend werden die Stößel wieder hochgezogen, die Prüfkammer geöffnet und geprüft, wieviel der 6 Proben

durch die Beanspruchung gebrochen oder beschädigt sind. Die Anzahl  $n(t_1)$  wird notiert. Dann spannt man 6 neue Proben ein, führt die Prüfung bei der Prüftemperatur  $t_2$  durch und notiert die Anzahl  $n(t_2)$ . Die Prüfung wird fortgesetzt, bis bei einer Temperatur  $t_k$  alle 6 Proben gebrochen oder beschädigt sind, d. h. die Anzahl  $n(t_k)$  gleich der Anzahl  $n_0$  der bei jeder Temperatur zu prüfenden Proben ist.

*Anmerkung:* In der Regel ist es nicht notwendig, die Proben bei allen Prüftemperaturen zu prüfen. Es genügt, wenn zwischen den Prüftemperaturen geprüft wird, bei denen  $n(t_1) = 0$  und  $n(t_k) = n_0$  ist. Der interessierende Temperaturbereich kann unter Umständen durch Vorversuche ungefähr ermittelt werden.

### 9. Auswertung

Auf einem Diagrammpapier entsprechender Teilung (Abszisse: Temperatur; Ordinate: Anzahl der gebrochenen oder beschädigten Proben) werden die erhaltenen Werte  $n(t_k)$  eingezeichnet. Dann wird eine Gerade angelegt, daß sie den erhaltenen Punkten am besten anliegt. Die Temperatur, bei der diese Gerade den Wert  $1/2 n_0$  erreicht, ist die Kältebruchtemperatur nach dieser Norm.

### 10. Prüfbericht

Im Prüfbericht sind unter Hinweis auf diese Norm anzugeben:

Art, Lieferform und Bezeichnung der Folie

Oberflächenbeschaffenheit (z. B. Narbung) der Folie

Herstellungsdatum der Proben

Dicke der Proben

Mittelwert

Anzahl der je Prüftemperatur geprüften Proben

Art und Dauer der Vorbehandlung der Proben

Kältebruchtemperatur und Auswertungsdiagramm

Sonstige Beobachtungen während der Prüfung, z. B. Weißbruch

Von dieser Norm abweichende Bedingungen

Prüfdatum

## Erläuterungen

Das Verhalten von Folien bei Beanspruchung in der Kälte ist eine der wichtigsten Eigenschaften. Bei Rundversuchen mit den verschiedensten Folien-Arten stellte sich heraus, daß übereinstimmende Ergebnisse nur an Folien aus PVC weich erhalten werden können; alle anderen untersuchten Folien ergaben so stark streuende Meßwerte, daß auf die allgemeine Einführung des Prüfverfahrens zunächst verzichtet werden muß. Die Frage, ob mit der zu prüfenden PVC-Folie eine Folie aus PVC weich im Sinne dieser Norm vorliegt, wird bei Raumtemperatur entschieden. Wenn der Schubmodul, gemessen nach DIN 53 445, gleich oder kleiner als  $5 \cdot 10^3$  kp/cm<sup>2</sup> ist, so handelt es sich um eine Folie aus PVC weich. Dieser Wert des Schubmoduls entspricht einem Zug-E-Modul-Wert von etwa 12 000 bis 15 000 kp/cm<sup>2</sup>.

Sollen mehrere Folien aus PVC weich miteinander verglichen werden, so ist zu berücksichtigen, daß die Kältebruchtemperatur eine gewisse Abhängigkeit von der Probendicke zeigt. Im allgemeinen durchläuft die Kurve der Kältebruchtemperatur, gegen die Probendicke aufgetragen, ein flaches Maximum. Deshalb können nur Folien mit etwa gleicher Dicke in den strengen Vergleich einbezogen werden.

Abschließend soll noch auf eine rechnerische Auswertung der Prüfergebnisse zur Bestimmung der Kältebruchtemperatur hingewiesen werden. Es handelt sich hierbei um eine Mittelwertrechnung, die folgendermaßen vorgenommen wird: Es wird die jeweilige Anzahl der bei einer bestimmten Prüftemperatur gebrochenen Proben mit dieser multipliziert. Danach wird die Summe aus allen gebrochenen Proben und aus allen gebildeten Produkten (Prüftemperatur mal gebrochener Probenanzahl) errechnet. Die Temperatur, bei der alle 6 Proben gebrochen sind, sollte keine Berücksichtigung finden, da sich sonst eine etwas zu niedrigere Kältebruchtemperatur ergibt. Wird nun die Summe aller Produkte durch die Summe aller gebrochenen Proben dividiert, so ergibt sich die Kältebruchtemperatur.

Die Multiplikation soll mit der Prüftemperatur beginnen, bei der die erste Probe bricht. Tritt aber der Fall ein, daß bei einer bestimmten Prüftemperatur keine Probe gebrochen ist, bei der nächsttieferen Temperatur dann alle Proben brechen, so ist diese Art der Auswertung nicht mehr anwendbar.