

# Verpackungs-Rundschau

Literaturhinweis: Verpackungs-Rundschau 31 (1980 Nr. 7, Techn.-wiss. Beilage, Seiten 46 und 47)

## Merkblätter für die Prüfung von Packmitteln

Herausgegeben von den Arbeitsgruppen der Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung e.V. am Fraunhofer-Institut für Lebensmitteltechnologie und Verpackung, Institut an der Technischen Universität München

### Merkblatt 40

## Bestimmung der Viskosität von Schmelzklebstoffen mit Rotationsviskosimetern

Herausgegeben vom Arbeitskreis „Prüfverfahren für Schmelzklebstoffe“ der Arbeitsgruppe „Hotmelts und Wachse“ — Juni 1980

### 1. Anwendungsbereich

Dieses Merkblatt befaßt sich mit der Bestimmung der Viskosität ungefüllter Schmelzklebstoffe bei der vom Hersteller empfohlenen Auftragstemperatur. Recherchen haben ergeben, daß nahezu alle der in der Praxis derzeit eingesetzten Schmelzklebstoffe unter den vorgenannten Voraussetzungen ein newtonsches Fließverhalten aufweisen. Dies erlaubt die Abfassung einer vereinfachten Prüfvorschrift.

### 2. Begriffe

Bei newtonschen Schmelzen besteht zwischen der Schubspannung  $\tau$  und der Schergeschwindigkeit  $D$  folgender linearer Zusammenhang:

$$\tau = \eta \cdot D.$$

Die Proportionalitätskonstante  $\eta$  wird dynamische Viskosität genannt. Diese ist eine von Druck und Temperatur abhängige

Größe, die das Fließverhalten eines Schmelzklebstoffes charakterisiert. Nach dem Internationalen Einheitensystem (SI) werden in der Viskosimetrie folgende Einheiten<sup>1</sup> verwendet:

Schergeschwindigkeit $D$ : (Geschwindigkeitsgefälle)	reziproke Sekunde (1/s),
Schubspannung $\tau$ :	Pascal (Pa = N/m <sup>2</sup> ),
dynamische Viskosität $\eta$ :	Pascalsekunde (Pa · s).

### 3. Prüfgerät

Als Prüfgerät dient ein Rotationsviskosimeter mit koaxialen Zylindern, deren Durchmesser Verhältnis  $a = d_i/d_a$  nicht kleiner als  $a = 0,87$  sein darf. Das Verhältnis Höhe zu Durchmesser des

<sup>1</sup> Umrechnung der bis zum 31. 12. 1977 verwendeten Einheiten in SI-Einheiten:

Schubspannung:	1 dyn/cm <sup>2</sup>	= 0,1 Pa,
Viskosität:	1 Poise	= 0,1 Pa · s,
	1 cP	= 1 mPa · s.

Innenzylinders sollte wenigstens 1,5 betragen. Das Viskosimeter ist mit einem Thermostaten auszurüsten, der es gestattet, die Temperatur des Prüfgutes auf  $\pm 0,4$  K konstant zu halten.

Die am Innenzylinder auftretende Schergeschwindigkeit  $D_i$  berechnet sich gemäß der Beziehung:

$$D_i = C \cdot n.$$

Hierin ist  $n$  = Drehzahl (1/min) und  $C = \frac{\pi}{15 \cdot (1 - a^2)}$ .

Für die zugehörige Schubspannung gilt:

$$\tau = B \cdot S$$

mit  $S$  = abgelesener Skalenwert („Drehmoment“) und  $B$  = Schubfaktor. Der vom Gerätehersteller angegebene Schubfaktor ist mit Hilfe geeichter Öle<sup>2</sup> in regelmäßigen Zeitabständen zu kontrollieren.

#### 4. Durchführung der Prüfung

Ein repräsentatives Klebstoffmuster ist bei einer Temperatur von etwa 10 K oberhalb der Prüftemperatur aufzuschmelzen, gut durchzurühren und in das temperierte Viskosimeter einzufüllen. Sobald sich im Meßspalt des Viskosimeters die vorgeschriebene Prüftemperatur eingestellt hat, wird mit der Messung begonnen. Diese wird mit stufenweise steigenden Schergeschwindigkeiten durchgeführt, wobei die auf der Skala sich einstellenden Gleichgewichtswerte abgewartet und notiert werden. Nach Erreichen einer maximalen Schergeschwindigkeit, deren Höhe von der Viskosität des Prüfmusters abhängt, wird bei abnehmender Schergeschwindigkeit in gleicher Weise verfahren.

Die Messung ist mit wenigstens einer frischen Füllung zu wiederholen. Der zeitliche Ablauf der Messung ist zu vereinbaren und im Prüfbericht anzugeben.

#### 5. Auswertung

Zur Auswertung gelangen Ablesungen, die im Skalenbereich des Anzeigergerätes zwischen 10 und 90% liegen.

Die gemäß Abschnitt 3 berechneten Schubspannungen werden in einem linearen Koordinatensystem über der zugehörigen Schergeschwindigkeit aufgetragen. Hierbei stellt die Neigung der ausgleichenden Geraden die dynamische Viskosität des Schmelzklebstoffes dar. Die Vergleichbarkeit der Meßergebnisse beträgt  $\leq 5\%$ , wie Ringversuche ergeben haben.

Bei Messungen, die nicht Schiedsuntersuchungen dienen, kann vereinfachend auch mit nur zwei verschiedenen Drehzahlen gearbeitet werden, die möglichst weit auseinander liegen sollen. In diesem Fall errechnet sich die Viskosität aus den beiden Meßpunkten ( $S_1$  bei  $n_1$  und  $S_2$  bei  $n_2$ ) wie folgt:

$$\eta = \frac{B (S_2 - S_1)}{C (n_2 - n_1)}$$

oder 
$$\eta = A \frac{S_2 - S_1}{n_2 - n_1}$$

mit  $A = \frac{B}{C}$  = Viskositätsfaktor.

Einpunktmessungen sind nur zulässig, wenn sichergestellt ist, daß das Gerät keine Nullpunktverschiebung aufweist.

#### 6. Prüfbericht

Unter Hinweis auf dieses Merkblatt sind im Prüfbericht anzugeben:

- Bezeichnung des Prüfmusters,
- Datum der Probenahme,
- Probenahme und Probenvorbereitung,
- Prüftemperatur,
- zeitlicher Ablauf der Prüfung,
- Gerät (charakteristische Abmessungen),
- alle Meßwertpaare ( $D$  und  $\tau$ ),
- dynamische Viskosität,
- von diesem Merkblatt abweichende Prüfbedingungen,
- Prüfdatum.

#### 7. Normen

- DIN 1342: Viskosität newtonscher Flüssigkeiten.
- DIN 53 018, Teil 1: Messung der dynamischen Viskosität newtonscher Flüssigkeiten mit Rotationsviskosimetern, Grundlagen.
- DIN 53 018, Teil 2: Messung der dynamischen Viskosität newtonscher Flüssigkeiten mit Rotationsviskosimetern, Fehlerquellen und Korrekturen bei Zylinder-Rotationsviskosimetern.

<sup>2</sup> Bei dunkler Lagerung in verschlossenen Behältern sind Eichflüssigkeiten etwa 6 bis 12 Monate haltbar.