



Anmerkung: Die Werkzeugzeichnung für diese „Normflasche“ kann beim Institut für Lebensmitteltechnologie und Verpackung, 8 München 50, Schragenhofstraße 35, angefordert werden. Die Werkzeugform kann z. B. von der Firma Formbau Peter Schmitz, 5201 Buisdorf, Waldstraße, bezogen werden.

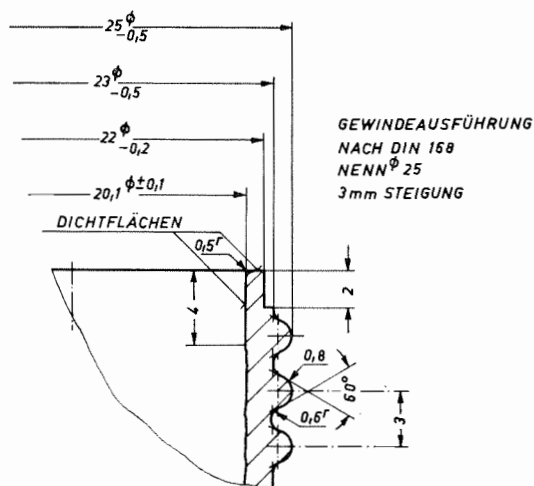


Bild 2: Stelle X aus Bild 1 oben im Kreis, vergrößert herausgezeichnet.

- 3.2. Aus einem Herstellungsposten werden mindestens 50 dieser „Normflaschen“ in wahlloser Verteilung, aus mehreren Herstellungsposten mindestens 50 Flaschen in gleichmäßiger Verteilung entnommen. Die Kunststoff-Flaschen müssen frei von nicht produktionsüblichen Unregelmäßigkeiten sein.
- 3.3. Für jeden Vergleichsversuch sind Flaschengewicht und Wanddicke einschließlich Toleranzen festzulegen.
- 3.4. Der Fallversuch muß während einer Zeit von 3 bis 14 Tagen nach der Flaschenherstellung erfolgen. Bei Vergleichsversuchen muß die genaue Zeit vereinbart werden.
- 3.5. Die Temperatur während der Lagerzeit von der Flaschenherstellung bis zur Fallprüfung kann auf das Ergebnis einen Einfluß haben. Es ist deshalb darauf zu achten, daß die Temperatur möglichst nicht höher als 25 °C ist. Bei Vergleichsversuchen muß diese Temperatur vereinbart werden.

#### 4. Vorbereitung der Prüfkörper

- 4.1. Als Füllgut für Versuche bei Normtemperatur wird Wasser, für Versuche bei tieferen Temperaturen vorzugsweise eine Mischung von Wasser und 30 Vol.-% vergälltem Äthanol verwendet. Bei Kunststoffen, die mit Äthanol nicht verträglich sind, ist eine Kalziumchlorid- oder Natriumchlorid-Lösung entsprechender Dichte zu verwenden.
- 4.2. Die Kunststoff-Flaschen werden mit dem vorher temperierten Füllgut bis zu einer freien Kopfraumhöhe von  $40,0 \pm 0,5$  mm gefüllt.
- 4.3. Vor dem Versuch werden die gefüllten Kunststoff-Flaschen dicht mit dem vorgesehenen Verschuß (Bild 3) verschlossen.
- 4.4. Die Prüfkörper sind vor der Prüfung der Normtemperatur  $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ grd}$  nach DIN 50 014 bzw. den Temperaturen  $0 \text{ °C} \pm 2 \text{ grd}$  oder  $-20 \text{ °C} \pm 2 \text{ grd}$  mindestens 12 Stunden lang anzugleichen.
- 4.5. Falls die Prüfkörper in einem Wasserbad temperiert wurden, müssen sie durch Abtrocknen von anhaftenden Wasserresten vollkommen befreit werden.

#### 5. Prüfgerät

Das Prüfgerät besteht aus einer Fallvorrichtung und einem Aufprallboden. Ausgangslage und Fallhöhe des Prüfkörpers

müssen definiert sein (siehe hierzu die Anmerkung zum Prüfgerät am Ende von Teil 1). Der Aufprallboden besteht aus einer horizontal mit einer Toleranz von  $\pm 0,5 \text{ °}$  in Beton eingelassenen Stahlplatte. Er muß so eben, glatt und starr bzw. schwingungsfrei sein, daß eine unerwünschte Beeinflussung des Prüfergebnisses durch ihn vermieden wird. Der Aufprallboden muß frei von Wasser und Flaschenresten sein.

#### 6. Prüfbedingungen

- Prüftemperatur:  $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ grd}$  nach DIN 50 014 bzw.  $0 \text{ °C} \pm 2 \text{ grd}$  oder  $-20 \text{ °C} \pm 2 \text{ grd}$
- Anzahl der Prüfkörper: mindestens 50
- Aufprallwinkel:  $0 \text{ °}$
- Anfangsfallhöhe: 50 cm
- Fallhöhensteigerung: 10 cm; nach Vereinbarung kann diese, z. B. bei schlagfest gemachten Materialien, auch bis zu 25 cm betragen.
- Anmerkung: Die Fallhöhensteigerung muß für den Fallversuch stets gleich bleiben.

#### 7. Versuchsdurchführung

- 7.1. Die Temperatur des Prüfkörpers bei der Prüfung beträgt  $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ grd}$  nach DIN 50 014 bzw.  $0 \text{ °C} \pm 2 \text{ grd}$  oder  $-20 \text{ °C} \pm 2 \text{ grd}$ .  
Anmerkung: Bei abweichender Raumtemperatur muß der einzelne Fallversuch innerhalb 30 Sekunden nach der Thermostatisierung erfolgen.
- 7.2. Die Prüfung wird mit gesteigerter Fallhöhe durchgeführt. Dieses Verfahren dient zur Bestimmung derjenigen Fallhöhe, bei der die Prüfkörper die Stoßprüfung mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% unbeschädigt überstehen (mittlere Fallhöhe beim Bruch  $h_{50\%}$ ). Dabei wird die Fallhöhe, von der Anfangsfallhöhe (50 cm) beginnend, in aufeinanderfolgenden Versuchen mit dem Prüfkörper stufenweise (in der Regel um 10 cm) gesteigert, bis ein Bruch jedes einzelnen Prüfkörpers eingetreten ist.

Anmerkung: Es empfiehlt sich, alle Prüfkörper bei einer Fallhöhe fallen zu lassen, dann nach der Fallhöhensteigerung die noch nicht beschädigten, vorher ausreichend wieder auf die Prüftemperatur gebrachten Prüfkörper (siehe Anmerkung zu 7.1) zu prüfen und so fortzufahren. In einer Strichliste mit einheitlicher Klassenbreite (vom Betrag der Fallhöhensteigerung) werden die beschädigten Prüfkörper vermerkt.

Es ist unbedingt darauf zu achten, daß der jeweilige Prüfkörper nur einmal bei jedem Fallversuch aufprallt, d. h. nach dem ersten Aufprall müssen die Prüfkörper beim Hochspringen mit der Hand aufgefangen werden.

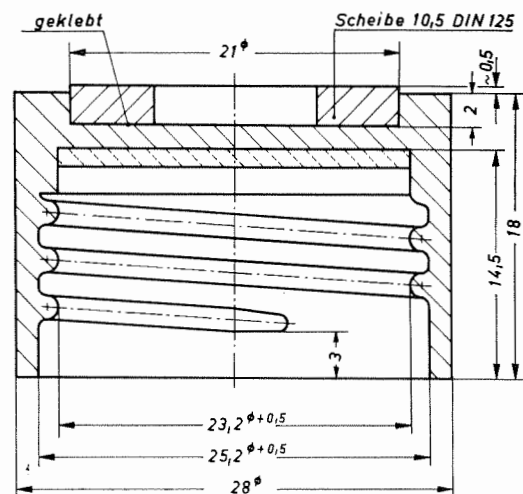


Bild 3: Maßzeichnung von Verschuß und Gewinde der „Normflasche“.

## 8. Auswertung

Die mittlere Fallhöhe beim Bruch  $h_{50\%}$  und die Standardabweichung  $s$  werden nach DIN 55 302, Bl. 1, Abschnitt 3.5, S. 8 berechnet. Es ist empfehlenswert, für die Berechnung das ASQ-Formblatt für statistische Auswertung zu benutzen (Bestell-Nr. AWF 172, Beuth-Vertrieb, 1 Berlin 30 oder 5 Köln, Friesenplatz 16).

Aufgrund der Einteilung der Fallhöhen in Stufen einheitlicher Klassenbreite von 10 cm ergibt sich eine Anzahl von Klassen. Die Besetzungszahlen werden aus der Strichliste entnommen. Die Reihenfolge der Klassen in aufsteigender oder absteigender Folge ist für die rechnerische Auswertung ohne Bedeutung und kann deshalb frei gewählt werden. Für graphische Darstellungen bietet die aufsteigende Folge gewisse Vorteile. Bei einer Klasseneinteilung ohne offene Randklassen und bei einheitlicher Klassenbreite  $w$  wird eine Klasse im Zentrum der Tabelle gewählt und deren Klassenmitte mit  $a$  bezeichnet. Die mittlere Fallhöhe nach DIN 55 302, Bl. 1, Abschnitt 3.5.1 ist:

$$h_{50\%} = a + \frac{w}{n} \sum_{i=1}^k n_i z_i \text{ (cm).}$$

( $n$  = Anzahl der Prüfkörper,  $n_i$  = Besetzungszahl,  $z_i$  = Klassennummer,  $k$  = Anzahl der Klassen.)

Die Standardabweichung  $s$  nach DIN 55 302, Bl. 1, Abschnitt 3.5.1 ist:

$$s = \sqrt{\frac{w^2}{n-1} \left[ \sum_{i=1}^k n_i z_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^k n_i z_i \right)^2 \right]} \text{ (cm).}$$

Wenn erforderlich, kann auch der Variationskoeffizient  $v$  nach folgendem Ansatz berechnet werden:

$$v = \frac{s}{h_{50\%}} \text{ (0/0).}$$

Zur Kontrolle der Berechnung von  $h_{50\%}$  und  $s$  ist die „Probe nach Charlier“ gemäß DIN 55 302, Bl. 1, Abschnitt 3.5.1 zu empfehlen. Sie beruht darauf, daß eine Parallelrechnung mit einer anderen Klassenmitte als Ursprung zum gleichen Ergebnis führen muß. Besonders einfach wird die Kontrolle, wenn die Klassenmitte der vorangehenden Klasse ( $z'_i = z_i + 1$ ) gewählt wird. In diesem Fall gilt folgende Beziehung:

$$\sum_{i=1}^k n_i z'_i = n + \sum_{i=1}^k n_i z_i.$$

## 9. Prüfbericht

Im Prüfbericht sind unter Hinweis auf dieses Merkblatt anzugeben:

- Form der Kunststoff-Flasche,
- Material der Kunststoff-Flasche,
- Gewicht der Kunststoff-Flasche mit Angabe der Toleranzen,
- Wanddicke der Kunststoff-Flasche mit Angabe der Toleranzen,
- Herstellungsverfahren der Kunststoff-Flasche,
- Zeit und Temperatur zwischen Herstellung der Flaschen und Prüfung,
- Art des Füllgutes,
- Füllungsgrad bzw. Kopfraumhöhe,
- Prüftemperatur,
- Prüfgerät,
- Anzahl der geprüften Prüfkörper,
- Aufprallwinkel,
- Anfangsfallhöhe,

Fallhöhensteigerung,

- mittlere Fallhöhe beim Bruch  $h_{50\%}$ , welche die Prüfkörper unbeschädigt überstehen,
- Standardabweichung  $s$ ,
- Variationskoeffizient  $v$ ,
- Art des Schadens (ggf. Skizze oder Photographie),
- Abweichungen von diesem Merkblatt,
- Prüfdatum.

### Anmerkung zum Prüfgerät

Die Hauptforderung, die an das Prüfgerät zur Stoßprüfung nach diesem Merkblatt zu richten ist, besteht in einer hinreichend genauen Einhaltung des Aufprallwinkels  $0^\circ$ . Wie Untersuchungen über den Einfluß des Aufprallwinkels gezeigt haben, darf die Abweichung höchstens  $1^\circ$  betragen. Bei größeren Abweichungen werden wesentlich niedrigere Fallhöhen beim Bruch erzielt als beim Aufprallwinkel  $0^\circ$ . Unkontrollierte Abweichungen beeinträchtigen daher die Vergleichbarkeit von Versuchsergebnissen ganz erheblich.

Aus diesem Grund ist zu fordern, daß die Ausgangslage des Prüfkörpers vor dem Versuch exakt einstellbar ist und daß der Auslösevorgang beim Übergang zum freien Fall so vonstatten geht, daß der Prüfkörper bis zum Aufprall keine Drehung erfährt. Grundsätzlich kann jedes Prüfgerät verwendet werden, welches diese Bedingungen erfüllt. Vergleicht man einige der hauptsächlich gebräuchlichen Fallvorrichtungen in dieser Beziehung, so ist folgendes festzustellen:

1. Eine Einstellung der Ausgangslage von Hand, wie sie z. B. bei Fallrohren häufig praktiziert wird, ist selten genau genug, um den geforderten Aufprallwinkel zu garantieren. Daher wird die Ausgangslage bei den üblichen Prüfgeräten meist auch näher fixiert. Bei Fallrohren geschieht dies durch horizontale Einschübe, bei Falltischen durch die Auflageplatte. Das gleiche wird erreicht, wenn man die Prüfkörper an Gleichstrommagneten oder an durchtrennbaren Fäden aufhängt und mit Hilfe von Wasserwaagen einjustiert.

2. Kritischer ist meist der Auslösevorgang, und zwar nicht nur beim Fallenlassen von Hand, sondern auch beim Herausziehen der Schieber aus Fallrohren oder beim Ausschwenken der Platten von Falltischen, wobei dem Prüfkörper vielfach ein unerwünschtes Drehmoment erteilt wird. Die Führung des Prüfkörpers durch ein Fallrohr vermag die Mängel fehlerhafter Ausgangslage oder Auslösung kaum auszugleichen. Der Prüfkörper fällt nicht zentrisch durch das Rohr, sondern schlängelt sich die Innenwand hinab, wobei der lichte Rohrdurchmesser im allgemeinen so groß ist, daß die genannte Toleranz des Aufprallwinkels überschritten wird. Bauarten von Falltischen, die einen definierten Aufprall im geforderten Maß zulassen, sind, gleichgültig ob das Ausschwenken der Platten beschleunigt oder nicht beschleunigt erfolgt, noch kaum benannt. Mehr Erfolg in dieser Hinsicht versprechen die Methoden der Prüfkörperaufhängung. Die Auslösung dürfte jedoch beim Abschalten des Gleichstrommagneten sicherer sein als bei der Fadenaufhängung, bei der es sehr darauf ankommt, daß die Aufhängung genau zentrisch erfolgt.

3. Aufgrund bisheriger Erfahrung ist vor allem die Magnetaufhängung und -auslösung der Prüfkörper zu empfehlen. Dieses Verfahren ist ohnedies unentbehrlich, wenn die Arbeitsgenauigkeit anderer Prüfgeräte überprüft werden soll. Dabei wird auf der Oberseite des Verschlusses eine dünne Stahlscheibe aufgeklebt, die das Gewicht des Prüfkörpers nicht wesentlich erhöht. Die Scheibenmitte kann einen Stahlpfosten aufweisen, der in eine Magnetöffnung einrastet. Da die Verschlüsse austauschbar sind, genügt es, nur ein paar davon in der vorgeschlagenen Weise zu präparieren.

## Teil 2: Gebrauchswertprüfung von Flaschen

### 1. Zweck

Die Prüfung dient dazu, die Bruchfestigkeit gefüllter, verschlossener Kunststoff-Flaschen jeglicher Form beim Aufprall nach einem freien Fall festzustellen.

## 2. Begriffe

- 2.1. Der Prüfkörper besteht aus der gefüllten, verschlossenen Kunststoff-Flasche, wie sie für den vorgesehenen Einsatzzweck hergestellt wurde.
- 2.2. Die Fallhöhe ist der lotrechte Abstand zwischen der unteren Begrenzung des Prüfkörpers vor dem Versuch und der Aufprallebene. Sie soll die Aufprallgeschwindigkeit und die Aufprallwucht des Prüfkörpers festlegen.
- 2.3. Die Fallhöhe beim Bruch ist diejenige Fallhöhe, bei der der Prüfkörper eine seinen Verwendungszweck beeinträchtigende Beschädigung erlitten hat.  
Anmerkung: Undichte Verschlüsse gelten nicht als Beschädigung.
- 2.4. Der Aufprallwinkel wird durch den Winkel zwischen der Aufprallebene und der vorgesehenen Standfläche des Prüfkörpers bestimmt. Bei der Gebrauchswertprüfung der Kunststoff-Flasche beträgt der Aufprallwinkel  $5^\circ$ .

Anmerkung: Der Aufprallwinkel von  $5^\circ$  kann z. B. durch Anwendung einer Winkelaufspannplatte oder eines verstellbaren Winkelaufspanntisches genau eingehalten werden.

## 3. Form, Entnahme und Anzahl der Kunststoff-Flaschen

- 3.1. Für den Versuch ist die Kunststoff-Flasche, die für den vorgesehenen Einsatzzweck hergestellt wurde, zu verwenden. Gewicht und Wanddicke der Flaschen einschließlich Toleranzen sind festzustellen.
- 3.2. Aus einem Herstellungsposten werden mindestens 50 Flaschen in wahlloser Verteilung, aus mehreren Herstellungsposten mindestens 50 Flaschen in gleichmäßiger Verteilung entnommen. Die Kunststoff-Flaschen müssen frei von nicht produktionsüblichen Unregelmäßigkeiten sein.
- 3.3. Der Fallversuch muß während einer Zeit von 3 bis 14 Tagen nach der Flaschenherstellung erfolgen. Bei Vergleichsversuchen muß die genaue Zeit vereinbart werden.
- 3.4. Die Temperatur während der Lagerzeit von der Flaschenherstellung bis zur Fallprüfung kann auf das Ergebnis einen Einfluß haben. Es ist deshalb darauf zu achten, daß die Temperatur möglichst nicht höher als  $25^\circ\text{C}$  ist. Bei Vergleichsversuchen muß diese Temperatur vereinbart werden.

## 4. Vorbereitung der Prüfkörper

- 4.1. Als Füllgut für Versuche bei Normtemperatur wird Wasser, für Versuche bei tieferen Temperaturen vorzugsweise eine Mischung von Wasser und 30 Vol.-% vergälltem Äthanol verwendet. Bei Kunststoffen, die mit Äthanol nicht verträglich sind, ist eine Kalziumchlorid- oder Natriumchlorid-Lösung entsprechender Dichte zu verwenden. Nach Vereinbarung kann auch mit dem vorgesehenen Füllgut geprüft werden.
- 4.2. Die Kunststoff-Flaschen werden mit dem vorher temperierten Füllgut entsprechend dem vorgesehenen Nennvolumen gefüllt. Bei jedem Prüfkörper muß jedoch die freie Kopfraumhöhe gleich groß sein.  
Anmerkung: Es empfiehlt sich, eine Flasche mittleren Gewichts mit dem Nennvolumen zu füllen. Die an dieser Flasche festgestellte freie Kopfraumhöhe ist bei allen Prüfkörpern einzuhalten.
- 4.3. Vor dem Versuch werden die gefüllten Kunststoff-Flaschen mit dem vorgesehenen Verschuß dicht verschlossen.
- 4.4. Die Prüfkörper sind vor der Prüfung der Normtemperatur  $20^\circ\text{C} \pm 2$  grad nach DIN 50 014 bzw. den Temperaturen  $0^\circ\text{C} \pm 2$  grad oder  $-20^\circ\text{C} \pm 2$  grad mindestens 12 Stunden lang anzugleichen. Bei Füllgütern, die einen Innendruck auf die Flaschenwand ausüben (z. B. kohlen-säurehaltige Wässer) oder die Lösungserscheinungen mit der Innenwand bzw. Bestandteilen derselben zeigen, ist die Dauer der Vorlagerung der Prüfkörper zu vereinbaren.

- 4.5. Falls die Prüfkörper in einem Wasserbad temperiert wurden, müssen sie durch Abtrocknen von anhaftenden Wasserresten vollkommen befreit werden.

## 5. Prüfgerät

Das Prüfgerät besteht aus einer Fallvorrichtung und einem Aufprallboden, der z. B. durch Anwendung einer Winkelaufspannplatte oder eines verstellbaren Winkelaufspanntisches die genaue Einhaltung des Aufprallwinkels von  $5^\circ$  gewährleistet. Ausgangslage und Fallhöhe des Prüfkörpers müssen definiert sein (siehe hierzu die Anmerkung zum Prüfgerät am Ende von Teil 1, wobei für den Aufprallwinkel  $5^\circ$  etwa das dort zum Aufprallwinkel  $0^\circ$  Gesagte gilt). Der Aufprallboden muß so eben, glatt und starr bzw. schwingungsfrei sein, daß eine unerwünschte Beeinflussung des Prüfergebnisses durch ihn vermieden wird. Der Aufprallboden muß frei von Wasser und Flaschenresten sein.

## 6. Prüfbedingungen

Prüftemperatur:	$20^\circ\text{C} \pm 2$ grad nach DIN 50 014 bzw. $0^\circ\text{C} \pm 2$ grad oder $-20^\circ\text{C} \pm 2$ grad
Anzahl der Prüfkörper:	mindestens 50
Aufprallwinkel:	$5^\circ$
Anfangsfallhöhe:	50 cm
Fallhöhensteigerung:	10 cm; nach Vereinbarung kann diese, z. B. bei schlagfest gemachten Materialien, auch bis zu 25 cm betragen.

Anmerkung: Die Fallhöhensteigerung muß für den Fallversuch stets gleich bleiben.

Bei nicht-zylindrischen Kunststoff-Flaschen wird als Aufprallstelle die Schmalseite vorgeschrieben, bei der im allgemeinen etwas niedrigere Fallhöhen zu erwarten sind als beim Aufprall mit der Breitseite der Kunststoff-Flasche.

## 7. Versuchsdurchführung

- 7.1. Die Temperatur des Prüfkörpers bei der Prüfung beträgt  $20^\circ\text{C} \pm 2$  grad nach DIN 50 014 bzw.  $0^\circ\text{C} \pm 2$  grad oder  $-20^\circ\text{C} \pm 2$  grad.

Anmerkung: Bei abweichender Raumtemperatur muß der einzelne Fallversuch innerhalb 30 Sekunden nach der Thermostatisierung erfolgen.

- 7.2. Die Prüfung wird mit gesteigerter Fallhöhe durchgeführt. Dieses Verfahren dient zur Bestimmung derjenigen Fallhöhe, bei der die Prüfkörper die Stoßprüfung mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% unbeschädigt überstehen (mittlere Fallhöhe beim Bruch  $h_{50\%}$ ). Dabei wird die Fallhöhe, von der Anfangsfallhöhe (50 cm) beginnend, in aufeinanderfolgenden Versuchen mit dem Prüfkörper stufenweise (in der Regel um 10 cm) gesteigert, bis ein Bruch jedes einzelnen Prüfkörpers eingetreten ist.

Anmerkung: Es empfiehlt sich, alle Prüfkörper bei einer Fallhöhe fallen zu lassen, dann nach der Fallhöhensteigerung die noch nicht beschädigten, vorher ausreichend wieder auf die Prüftemperatur gebrachten Prüfkörper (siehe Anmerkung zu 7.1) zu prüfen und so fortzufahren. In einer Strichliste mit einheitlicher Klassenbreite (vom Betrag der Fallhöhensteigerung) werden die beschädigten Prüfkörper vermerkt.

Es ist unbedingt darauf zu achten, daß der jeweilige Prüfkörper nur einmal bei jedem Fallversuch aufprallt, d. h. nach dem ersten Aufprall müssen die Prüfkörper beim Hochspringen mit der Hand aufgefangen werden.

## 8. Auswertung

Die Auswertung erfolgt wie in Teil 1, Abschnitt 8.

## 9. Prüfbericht

Der Prüfbericht ist gemäß Teil 1, Abschnitt 9 anzufertigen.