

Prüfung von Kunststoffen

**Beurteilung der Spannungsrißbeständigkeit
von Thermoplasten**

Kugeleindrückverfahren

DIN
53 449

Testing of plastics ; evaluation of resistance of thermoplastics to environmental stress cracking ;
steel ball impression method

1. Zweck und Anwendung

Das Kugeleindrückverfahren nach dieser Norm dient zur Beurteilung der Spannungsrißbeständigkeit von Probekörpern aus Thermoplasten¹⁾. Durch die Prüfung soll festgestellt werden, wie sich die Spannungsrißbildung bei Einwirkung eines bestimmten Mediums auf eine mechanische Eigenschaft des Probekörpers auswirkt. Das anzuwendende Medium und die zu prüfende Eigenschaft sind zu vereinbaren.

2. Begriffe

2.1. Das **Kugelübermaß** U ist die Differenz zwischen dem Durchmesser d_K der einzudrückenden Kugel und dem Lochdurchmesser d_P im Probekörper:

$$U = d_K - d_P$$

2.2. Eine **Deformationsstufe** ist durch ein bestimmtes Kugelübermaß gekennzeichnet.

2.3. Eine **Deformationsreihe** umfaßt mehrere Deformationsstufen, beginnend mit der Deformationsstufe Null (gebohrter und aufgeriebener Probekörper ohne Kugel).

2.4. Die **Rißbildungsgrenze** U_R ist das Kugelübermaß U , bei dem sich der Wert der geprüften mechanischen Eigenschaft innerhalb der Deformationsreihe um 5 % gegenüber dem Wert dieser Eigenschaft für die Deformationsstufe Null vermindert hat.

2.4.1. Die **Rißbildungsgrenze im Medium** $U_{RM(t)}$ ist die Rißbildungsgrenze nach einer bestimmten Lagerdauer t der Probekörper im allseitigen Kontakt mit dem Medium bei einer Temperatur von $23\text{ °C} \pm 2\text{ grad}$.

2.4.2. Die **Rißbildungsgrenze in Luft** $U_{RL(t)}$ ist die Rißbildungsgrenze nach einer bestimmten Lagerdauer t der Probekörper in Luft bei Normalklima 23/50 DIN 50 014²⁾.

2.5. Die **relative Spannungsrißbeständigkeit** R_t ist das Verhältnis der Rißbildungsgrenze im Medium $U_{RM(t)}$ zur Rißbildungsgrenze in Luft $U_{RL(t)}$ nach der Lagerdauer t :

$$R_t = \frac{U_{RM(t)}}{U_{RL(t)}}$$

3. Kurzbeschreibung

Die Probekörper werden mit aufgeriebenen Bohrungen versehen. In diese Löcher werden Stahlkugeln mit Übermaß eingedrückt. Dadurch ergeben sich in Abhängigkeit vom Kugelübermaß Deformationen und damit Spannungen im Probekörper.

Die Probekörper einer Deformationsreihe werden im Medium gelagert. An allen Probekörpern wird nach gleicher Lagerdauer eine zu vereinbarende mechanische Eigenschaft bestimmt, zweckmäßig eine solche, auf die sich die Rißbildung erfahrungsgemäß besonders stark auswirkt (siehe Abschnitt 6.6). Aus den als Funktion des Kugelübermaßes aufgetragenen Eigenschaftswerten dieser Deformationsreihe wird die Rißbildungsgrenze im Medium bestimmt.

Bei Bedarf (siehe hierzu Abschnitt 6.7 a bis 6.7 c) werden Probekörper einer zweiten Deformationsreihe gleichlange in Luft gelagert. Nach gleicher Lagerdauer wird, wie bei Lagerung im Medium, die Rißbildungsgrenze in Luft bestimmt.

Es können ausgewertet werden:

- a) die Rißbildungsgrenzen für eine bestimmte Lagerdauer
- b) die relative Spannungsrißbeständigkeit für eine bestimmte Lagerdauer
- c) die Rißbildungsgrenzen und die relative Spannungsrißbeständigkeit als Funktion der Lagerdauer.

4. Probekörper

4.1. Form und Abmessungen

Form und Abmessungen der Probekörper richten sich nach der zu prüfenden mechanischen Eigenschaft (siehe Abschnitt 6.6).

Anmerkung: Für den Biegeversuch wird ein Norm-Kleinstab $50\text{ mm} \times 6\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ nach DIN 53 452 (Ausgabe Februar 1952^x), für den Zugversuch ein Probekörper Nr 3 nach DIN 53 455 (Ausgabe April 1968) empfohlen.

- 1) Begriff Thermoplaste siehe DIN 7724 (z. Z. noch Entwurf)
- 2) Eine Abweichung der relativen Luftfeuchte von $\pm 5\%$ statt $\pm 3\%$ ist zulässig.

Fortsetzung Seite 2 bis 4
Erläuterungen Seite 5

Fachnormenausschuß Kunststoffe (FNK) im Deutschen Normenausschuß (DNA)
Fachnormenausschuß Materialprüfung im DNA

4.2. Herstellung

4.2.1. Aus Formmassen³⁾ werden die Probekörper durch Pressen⁴⁾ oder Spritzgießen⁴⁾ hergestellt.

Aus Formteilen³⁾ oder Halbzeug werden die Probekörper durch spanende Bearbeitung parallel oder quer zur Orientierungsrichtung entnommen, mit anschließender Glättung ihrer Flanken (siehe auch DIN 53 452, Ausgabe Februar 1952x, Abschnitt 3).

Der Orientierungszustand der Probekörper ist als maximale Längenänderung infolge einer bestimmten Warmlagerung (maximale Längsschrumpfung)⁵⁾ vor der Prüfung zu ermitteln und im Prüfbericht anzugeben, sofern die Voraussetzungen zu einer solchen Prüfung gegeben sind. Die geschrumpften Probekörper sind für weitere Prüfungen nach dieser Norm nicht geeignet.

Abkühlspannungen (energieelastische Eigenspannungen aufgrund unterschiedlicher Dichteverteilungen) sind gegebenenfalls durch eine Wärmebehandlung (Tempern) herabzusetzen, ohne daß dabei eine feststellbare Veränderung der Geometrie der Probekörper eintritt. Die Art der Wärmebehandlung ist im Prüfbericht anzugeben.

4.2.2. In jeden Probekörper (Beispiel siehe Bild 1) wird unter Verwendung einer Bohrlehre (siehe Abschnitt 5.6 und Anmerkung) in der Mitte der Längsachse ein Loch mit Bohrer von 2,8 mm Durchmesser gebohrt. Die zulässige Abweichung der Mittelachse der Bohrung von der Längsachse des Probekörpers beträgt 0,02 mm.

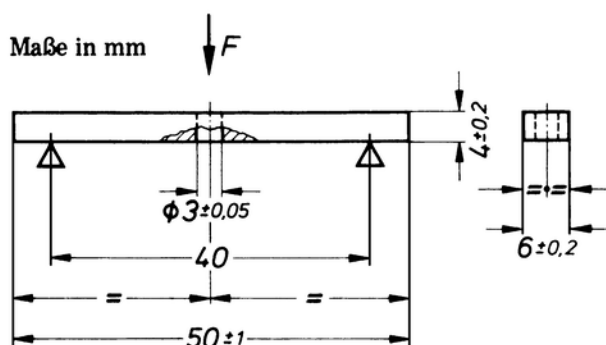


Bild 1. Norm-Kleinstab mit Loch zur Bestimmung der Biegefestigkeit bzw. Grenzbiegespannung nach DIN 53 452

Die Druckkraft F , die über die Druckfinne auf die Probe übertragen wird, wirkt in Richtung der Lochachse.

Wenn beim Durchbohren der Probekörper Materialausbrüche auftreten, ist das Loch geringfügig (höchstens 0,2 mm) anzusenken, damit beim Eindringen der Kugeln keine Späne mitgenommen werden. Wenn die Ausbrüche auf diese Weise nicht abgetragen werden können, ist der Probekörper zu verwerfen.

Die so erzeugte Bohrung wird anschließend durch Aufreiben mit einer Reibahle geglättet und mit ölfreier Druckluft ausgeblasen. Der Durchmesser der aufgeriebenen Bohrung muß $3 \text{ mm} \pm 0,050 \text{ mm}$ betragen.

2) Siehe Seite 1

3) Begriff Formmasse und Formteil siehe DIN 7708 Blatt 1

4) Begriffe Pressen und Spritzgießen siehe DIN 16 700

5) Siehe DIN 16 770 (z. Z. noch Entwurf)

6) Über Bezugsmöglichkeiten gibt der Fachnormenausschuß Kunststoffe (FNK) im DNA, 1 Berlin 30, Burggrafenstraße 4-7, Auskunft.

Sofern eine Beeinflussung der Meßergebnisse durch Wasserwirkung nicht eintreten wird, sind Bohrer und Reibahle beim Herstellen und Aufreiben der Bohrungen vor jedem Arbeitsgang mit Wasser zu benetzen oder die Probekörper selber im Wasserbad zu bearbeiten.

Wenn sich der Span beim Bohren nicht einwandfrei vom Bohrer löst, sind die bearbeiteten Probekörper zu verwerfen und die Bohrbedingungen (Schneidengeometrie, Drehzahl, Vorschubgeschwindigkeit) so zu ändern, daß sich der Span einwandfrei vom Bohrer löst.

Anmerkung: Beim Bohren der Löcher in den Probekörper ist ein seitliches Versetzen der Bohrer gegenüber ihrer Führung in der Bohrlehre zu vermeiden, damit kein unnötig hoher Verschleiß der Schneidkanten der Bohrer und keine überhöhten Bearbeitungstemperaturen auftreten.

4.3. Vorbehandlung

Die Probekörper werden vor der Prüfung im Normalklima 23/50 DIN 50 014²⁾ gelagert. Bei Probekörpern aus nicht feuchtigkeitsempfindlichen Thermoplasten genügen 24 Stunden Lagerdauer. Bei feuchtigkeitsempfindlichen Thermoplasten ist die Lagerdauer zu vereinbaren. Die Einwirkungen von Gasen, Dämpfen, starkem Sonnenlicht und intensivem Kunstlicht ist auszuschließen.

5. Geräte

Alle mit der Bohrung der Probekörper in Berührung kommenden Metallteile (wie z. B. Bohrer, Reibahle, Meßstifte, Kugeln) müssen sauber sein. Fette und Öle sind mit geeigneten Reinigungsverfahren zu entfernen. Die Oberflächen der Metallteile dürfen dabei nicht angegriffen, Reinigungsmittelreste müssen anschließend völlig beseitigt werden. Die Einwirkung von Handschweiß ist auszuschließen.

5.1. Bohrer

Spiralbohrer von 2,8 mm Durchmesser

Anmerkung: Im allgemeinen genügen die für Metallbearbeitung üblichen Bohrer, deren Schneidwirkung über Drehzahl und Vorschub so variiert werden kann, daß eine Änderung der Schneidengeometrie nicht nötig ist.

5.2. Reibahle

Reibahle zum maschinellen Aufreiben der Bohrungen auf $3 \pm 0,050 \text{ mm}$.

Anmerkung: Für das Aufreiben genügt im allgemeinen die Reibahle 3 H7. Bei zähen Thermoplasten, wie z. B. Polyäthylen, kann durch Rückfederung eine unzulässig hohe Kontraktion des Lochdurchmessers auftreten, so daß eine andere Reibahle, z. B. 3 D9, verwendet werden muß.

5.3. Meßgerät für den Lochdurchmesser

Das Meßgerät muß gestatten, den Lochdurchmesser auf 0,005 mm zu messen. Geeignet sind z. B. pneumatische Meßgeräte⁶⁾ sowie zylindrische Meßstifte⁶⁾ mit Durchmessern von 2,950 bis 3,050 mm Nennmaß, um jeweils 0,005 mm gestuft, mit einer zulässigen Abweichung der Nennmaße von $\pm 0,001 \text{ mm}$.

5.4. Meßgerät für den Kugeldurchmesser

Das Meßgerät muß gestatten, den Kugeldurchmesser auf 0,001 mm zu messen. (Die Messung muß im Normalklima 23/50 DIN 50 014²⁾ erfolgen.) Die Absolutanzeige des Meßgerätes⁶⁾ muß mit dem Nennmaß der Meßstifte bzw. mit der Absolutanzeige des pneumatischen Meßgerätes (siehe Abschnitt 5.3) übereinstimmen, um Differenzen in der Angabe des Kugeldurchmaßes auszuschließen.