

Testing of plastics; multiaxial impact behaviour; falling weight test

Maße in mm

1. Zweck und Anwendung

Der Fallbolzenversuch nach dieser Norm dient zur Beurteilung des Verhaltens von plattenförmigen Probekörpern bei Stoßbeanspruchung senkrecht zur Plattenebene.

Anmerkung: Die in diesem Versuch ermittelte 50%-Schädigungsarbeit (siehe Abschnitt 2.2) ist mit der Schädigungsarbeit aus dem Durchstoßversuch mit elektronischer Meßwerterfassung vergleichbar, wenn bei eingespannten Probekörpern bis zum Durchstoß geprüft wird.

Der Fallbolzenversuch ist anwendbar, wenn zur Charakterisierung des Schlagverhaltens von Kunststoffen die Angabe einer Schädigungsarbeit und gegebenenfalls einer Beultiefe ausreicht (z. B. bei der Eingangskontrolle, der Qualitätskontrolle, dem Produktvergleich und der Produktentwicklung).

Das Prüfverfahren ist anwendbar für Probekörper mit einer Dicke von etwa 1 mm¹⁾ bis etwa 4 mm (bei spröden Kunststoffen bis etwa 6 mm). Ein Vergleich der Prüfergebnisse ist nur möglich, falls Zustand, Abmessungen und Oberfläche der Probekörper, die Prüfbedingungen sowie die Beurteilungskriterien für die Schädigung übereinstimmen. Insbesondere können Ergebnisse, die an Probekörpern unterschiedlicher Dicke ermittelt sind, nicht miteinander verglichen werden. Eine umfassende Beurteilung des Verhaltens bei Stoßbeanspruchung

- 1) Für harte Kunststoffe (E-Modul $\geq 1500 \text{ N/mm}^2$) < 0,5 mm Dicke und weiche Kunststoffe (E-Modul $\geq 1500 \text{ N/mm}^2$) < 1 mm Dicke (siehe DIN 53 373; Durchstoßversuch an Folien mit elektronischer Meßwerterfassung).

erfordert, daß auch in Abhängigkeit von Beanspruchungsgeschwindigkeit, Temperatur oder Feuchtigkeitsgehalt der Probekörper geprüft wird.

Das Verhalten beliebig gestalteter Formteile bei Stoßbeanspruchung kann aufgrund dieses Verfahrens nicht ohne weiteres beurteilt werden.

Durchstoßversuch mit elektronischer Meßwerterfassung siehe DIN 53 443 Blatt 2.

2. Begriffe

2.1. Schädigungsmerkmal

Das Schädigungsmerkmal ist eine bestimmte, durch den Fallbolzen am Probekörper hervorgerufene Veränderung, bei der der Probekörper als geschädigt gilt. Es werden unterschieden:

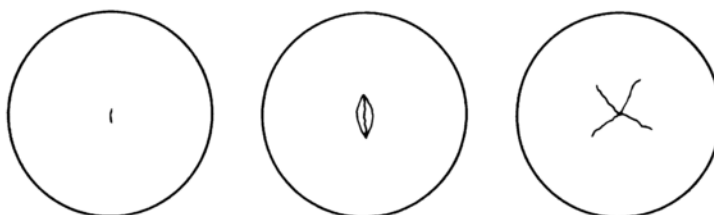
a) Anriß

Unter Anriß versteht man den ersten, nur auf einer Oberfläche des Probekörpers visuell erkennbaren Riß (siehe Bild 1).

Anmerkung: Bei spröden Kunststoffen (z. B. PS, SAN) erreicht der erste Anriß meistens stufenlos eine Länge von etwa 10 bis 20 mm und ist leicht zu erkennen, bei gefärbten Kunststoffen gegebenenfalls durch leichtes Aufbiegen der Zugzone.

Mit zunehmender Zähigkeit des Kunststoffes wird dieser Riß kürzer (bis etwa 1 mm Länge) und wird ähnlich wie bei gefärbten Kunststoffen oft nur beim Aufbiegen der Zugzone sichtbar.

Bei Probekörpern aus zähen Kunststoffen (z. B. hochschlagzähes SB, ABS, PE, PC, PA) kann der Stoßkörper bereits eine beachtliche Ausbeulung hervorrufen, bevor ein Anriß auftritt.



Ansicht der geschädigten Oberfläche (Zugzone). Beispiel für mögliche Rißformen.



Bild 1. Beispiele für die Schädigung beim Anriß

Fortsetzung Seite 2 bis 7
Erläuterungen Seite 7

b) Durchriß

Unter Durchriß versteht man mindestens einen von Oberfläche zu Oberfläche reichenden, visuell erkennbaren Riß (siehe Bild 2).



Bild 2. Beispiel für die Schädigung beim Durchriß

c) Durchstoß

Unter Durchstoß versteht man eine Schädigung, die dadurch entsteht, daß der ganze Stoßkörper (siehe Abschnitt 6.2) den Probekörper durchdringt (siehe Bild 3).

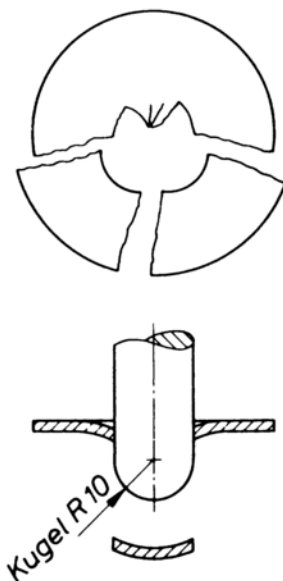


Bild 3. Beispiel für die Schädigung beim Durchstoß

d) Beulung

Unter Beulung versteht man eine irreversible Verformung (siehe Bild 4).

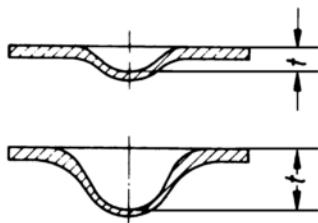


Bild 4. Beispiel für das Schädigungsmerkmal Beulung bei unterschiedlich zähen Werkstoffen

Anmerkung: Sofern weitere Schädigungsmerkmale, z. B. Weißbruch und das sogenannte crazing bei transparenten Kunststoffen (kein nach außen hervortretender Abriß), von Bedeutung sind, sind diese — einschließlich der Definition — zu vereinbaren.

2.2. x%-Schädigungsarbeit W_x

Die x%-Schädigungsarbeit W_x ist das Produkt aus Fallmasse, Fallbeschleunigung und Fallhöhe, bei dem x % der Probekörper geschädigt werden.

Anmerkung: In der Regel wird die 50 %-Schädigungsarbeit W_{50} ermittelt.

2.3. Beultiefe t

Die Beultiefe t ist die Tiefe der Beulung in Stoßrichtung (siehe Bild 4).

3. Kurzbeschreibung des Verfahrens

Durch Variieren der Fallmasse und/oder der Fallhöhe eines Fallbolzens wird die Fallenergie ermittelt, bei der eine bestimmte Anzahl von Probekörpern geschädigt wird. Es können fest eingespannte oder auch frei aufliegende Probekörper geprüft werden.

4. Probekörper**4.1. Entnahme und Herstellung**

Die Entnahme und Herstellung der Probekörper richtet sich nach den Angaben in den einschlägigen Normen für das zu prüfende Erzeugnis oder ist zu vereinbaren.

Anmerkung: Sind solche Angaben nicht vorhanden, kann der Probekörper entweder direkt durch Pressen oder Spritzgießen oder durch spanende Bearbeitung hergestellt werden. Der Probekörper kann aber auch mit einer beliebigen Vorrichtung zum Ausschneiden oder Stanzen hergestellt werden, da an die Schnittkanten keine besonderen Anforderungen gestellt werden. Beide Oberflächen müssen jedoch frei von Beschädigungen und Fehlstellen sein, damit Kerbwirkungen vermieden werden. Aus größeren Platten oder Plattenabschnitten sind die Probekörper möglichst gleichmäßig über die Fläche verteilt zu entnehmen. Dabei sollen inhomogene Randstreifen nicht benutzt werden. Wenn eine größere Anzahl von Probekörpern z. B. zur Bestimmung der Temperaturabhängigkeit der Meßgrößen benötigt wird, sollen sie nach Gesichtspunkten der Statistik entnommen werden. Wenn zu erwarten ist, daß das Ergebnis davon abhängt welche Seite des Probekörpers dem Stoßkörper zugewandt ist, ist im allgemeinen von beiden Seiten zu prüfen.

4.2. Form und Abmessungen

Es werden ebene kreisförmige oder quadratische Probekörper mit einem Durchmesser bzw. einer Kantenlänge von 60 mm verwendet. Es dürfen nur solche Probekörper für eine Meßreihe verwendet werden, deren Dicke vom ermittelten Mittelwert um nicht mehr als $\pm 5\%$ abweicht. Die Dicke soll vorzugsweise 2 mm betragen.

4.3. Anzahl

Für Versuche nach dem statistischen Verfahren sind mindestens 40 Probekörper erforderlich, 10 für den Vorversuch und mindestens 30 für den Hauptversuch. Beim Eingabelungsverfahren sind 30 Probekörper zu prüfen, von denen 10 in einem Vorversuch zur Festlegung der Anfangsenergie für den Hauptversuch verwendet werden.

5. Vorbehandlung der Probekörper

Die Probekörper werden mindestens 16 Stunden lang, in Schiedsfällen bis zur angenäherten Gewichtskonstanz im Normalklima 23/50 DIN 50 014 [(23 $\pm$ 2) °C und (50 $\pm$ 5) % relative Luftfeuchte] gelagert.

6. Geräte**6.1. Prüfeinrichtung**

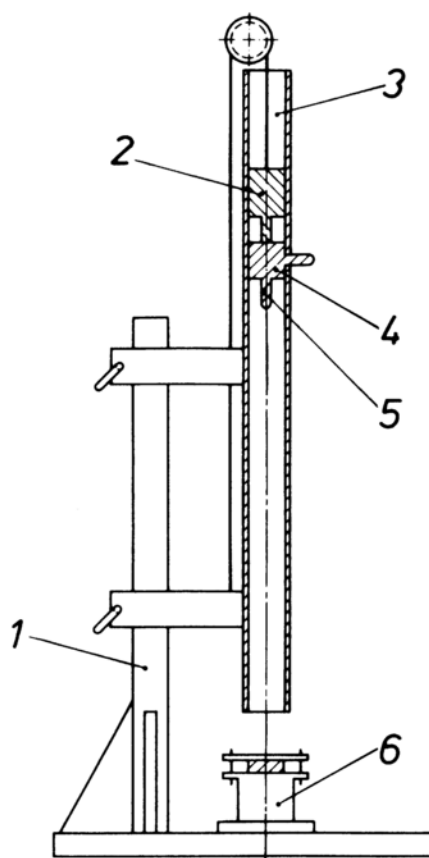
Die Prüfeinrichtung (Ausführungsbeispiel siehe Bild 5) besteht aus einer Auflage- oder Einspannvorrichtung für den Probekörper, dem Fallbolzen mit Stoßkörper und Haltevorrichtung mit Auslösemechanismus für den Fallbolzen. Der Auslösemechanismus darf keinen Impuls auf den Fallbolzen übertragen.

Die durch die Bauart bedingte Masse des Fallbolzens, die sogenannte Trägermasse, kann durch Zusatz-Gewichtstücke, mit denen sie fest verbunden werden muß, erweitert werden. Die Fallmasse (Summe aus Trägermasse und Masse der Zusatz-Gewichtstücke) kann entsprechend Tabelle 1 abgestuft werden. Sie muß auf 1 % angegeben werden.

Tabelle 1.

Trägermasse g	Masse der Zusatz-Gewichtstücke g		
10	0,5;	1;	2
20	1,0;	2;	5
50	2,0;	5;	10
100	5;	10;	20
200	10;	20;	50
500	20;	50;	100
1000	50;	100;	200
2000	100;	200;	500
5000	200;	500;	1000

Da der Fallbolzen in der Regel während des Falls geführt werden muß, z. B. durch ein Führungsrohr oder durch Führungssäulen (siehe Bild 5), ist der Energieverlust infolge Reibung und Strömungswiderstand der Luft zu berücksichtigen. Dies ist erfahrungsgemäß für Fallmassen unter 50 g erforderlich.



- 1 Grundplatte mit Stellsäule
- 2 Arretier- und Auslösevorrichtung
- 3 Führungsrohr für Fallbolzen
- 4 Fallbolzen
- 5 Stoßkörper
- 6 Auflage- bzw. Einspannvorrichtung

Bild 5. Ausführungsbeispiel einer Prüfeinrichtung

6.2. Stoßkörper

Ein Fallbolzen, der mit dem Fallbolzen fest verbunden ist, trägt den als Halbkugel ausgebildeten Stoßkörper. Der Stoßkörper, der einen Durchmesser von $(20 \pm 0,2)$ mm haben soll, besteht aus nichtrostendem Stahl und hat eine polierte Oberfläche.

6.3. Auflage- und Einspannvorrichtung

6.3.1. Die Auflagevorrichtung (siehe Bild 6) besteht aus einem Auflagering von 40 mm Innendurchmesser.

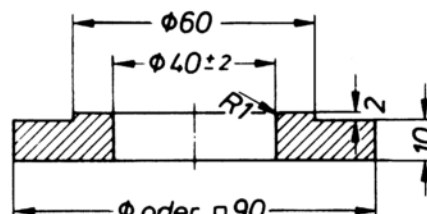
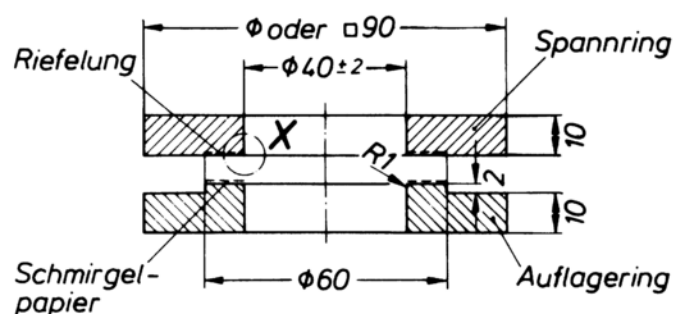


Bild 6. Auflagevorrichtung

6.3.2. Die Einspannvorrichtung (siehe Bild 7) besteht aus dem Auflagering nach Abschnitt 6.3.1 und einem Spannring.

Die Einspannvorrichtung muß so konstruiert sein, daß der Probekörper mit einer längs des Umfangs des Spannringes gleichmäßig verteilten Einspannkraft ohne Biegung festgehalten wird. Die Einspannkraft muß mindestens $3000 \text{ N}^2)$ betragen und federnd z. B. hydraulisch oder durch ein System mit Schraubenanzug und Tellerfeder aufgebracht werden können.

Bei zähen Kunststoffen sind wegen der hier parallel der Spannfläche auftretenden hohen Scherkräfte Spannelemente mit konzentrischen Profilirungen zu verwenden. Falls diese Einspannung bei spröden Kunststoffen zum Splintern des Probekörpers führen sollte, sind die ebenen Spannflächen mit Schmirgelpapier zu bekleben.



Einzelheit X

für zähe Kunststoffe für spröde Kunststoffe

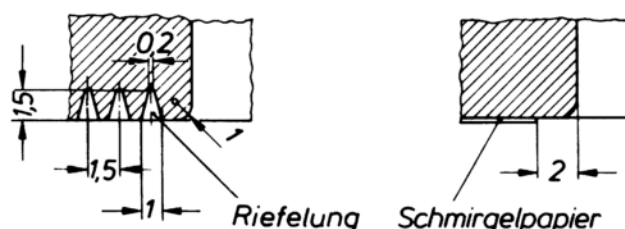


Bild 7. Einspannvorrichtung (dargestellt mit entsprechender Ausführung der ebenen Spannflächen für zähe und spröde Kunststoffe)

2) $1 \text{ N (Newton)} = 0,101971 \text{ kp} \approx 0,1 \text{ kp}$