

Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Versuchsart und -aufbau
- 3 Form und Anzahl der Probekörper
- 4 Versuchsbedingungen
- 5 Durchführung
- 6 Auswertung
- 7 Prüfbericht
- 8 Normen und Richtlinien

der Zugkraft sowie konstanten Umgebungsbedingungen (Temperaturbad) beansprucht. Eine schematische Darstellung der Prüfeinrichtung zeigt Bild 1. Die Prüfeinrichtung muß eine konstante Kräfteinleitung und Prüftemperatur gewährleisten. Je nach Prüfmedium ist eine Umwälzung des Prüflötlöses erforderlich. Zur Erfassung der Standzeit der einzelnen Probekörper und, falls erforderlich, der Probenverlängerung (Belastung) sind geeignete Vorrichtungen an der Prüfanlage vorzusehen.

1 Geltungsbereich

Zur Beurteilung der Qualität von Schweißverbindungen in Thermoplastkonstruktionen – insbesondere von deren Langzeit-Tragverhalten – hat sich der Zeitstand-Zugversuch in Verbindung mit weiteren Prüfungen bewährt. Umfangreiche Prüferfahrungen liegen für diese Versuchsart bei den Polyolefinwerkstoffen PE und PP (Polyethylen und Polypropylen) vor. Erste Erfahrungen mit dieser Versuchsart liegen auch für PVC/U (Polyvinylchlorid weichmacherfrei) und PVDF (Polyvinylidenfluorid) vor.

Zeitstand-Zugversuche werden bei Tafel-, Rohr- und Profilhalbzügen angewendet. Für den Anwendungsbereich „Dichtungsbahnen im Erd- und Wasserbau“ gilt DVS 2226-4.

Die Zeitstandzug-Schweißfaktoren sowie das Bruchbild geben eine Aussage über die Qualität der Schweißausführung. Die Ergebnisse können für die Bemessung von Schweißkonstruktionen bei statischer Beanspruchung herangezogen werden.

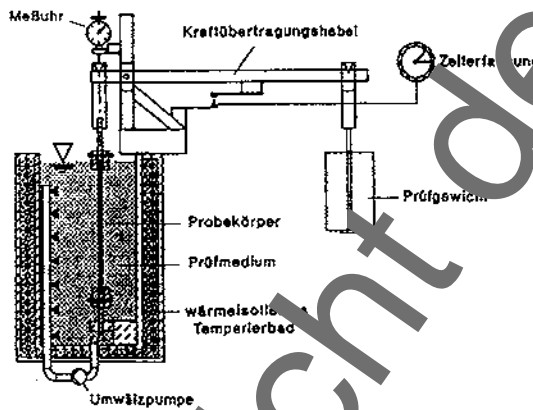


Bild 1. Prüfeinrichtung für den Zeitstand-Zugversuch.

2 Versuchsart und -aufbau

Der Zeitstand-Zugversuch wird in Anlehnung an DIN 53444 durchgeführt. Dazu ist eine Prüfeinrichtung erforderlich, die die Proben bei konstanter Temperatur, unter gleichbleibender ruhen-

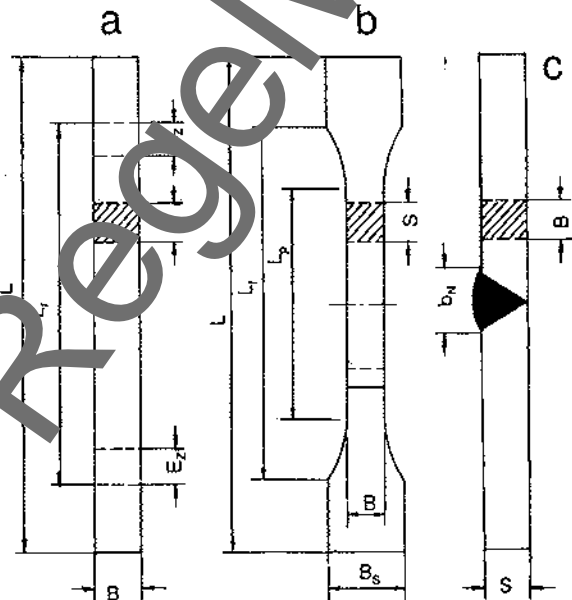


Bild 2. Probekörperformen nach DVS 2203-2.

- a = Form 1
- b = Form 2
- c = Form 1 oder Form 2 mit Schweißverbindung im Stumpfstoß (z. B. V-Naht)
- L = Probekörperlänge
- L_f = Freie Länge = Klemmenabstand
- L_p = Parallellänge ≥ 60 mm + b_N, jedoch mindestens 3 × B + b_N
- B = Probenbreite in der Meßlänge
- B_s = Schulterbreite ≥ B + 10 mm
- S = Probendicke
- b_N = Nahtbreite
- E_z = Einflußzone der Einspannung

3 Form und Anzahl der Probekörper

Für die Formen und Abmessungen der Probekörper gelten die Angaben der Richtlinie DVS 2203-2: dort die Form 1 und 2 in Verbindung mit Tabelle 1¹⁾. Um Brüche im Einspannbereich zu vermeiden, wird die Form 2¹⁾ empfohlen. Bei geschweißten Proben

¹⁾ Die Gesamtlänge L kann je nach Prüfeinrichtung verkürzt werden.

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muß jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik e.V. und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Technischer Ausschuß, Arbeitsgruppe „Fügen von Kunststoffen“

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

DVS-Merkblätter und -Richtlinien - Stand 2008-12

kann die einfachere Form 1 ausreichend sein. Bei Verwendung beider Probenformen in einer Prüferie muß der Probenquerschnitt im Bereich der Meßlänge gleich sein.

Die Schweißverbindungen werden entsprechend der tatsächlichen Ausführung geprüft, das heißt mit oder ohne Schweißwulst. Die Verbindungsstelle liegt in der Mitte des Probekörpers (Bild 2). Vor dem Versuch ist das Aussehen der Proben und insbesondere die Schweißausführung visuell zu erfassen. Die Probekörper sind kerbfrei herzustellen und gegebenenfalls die Schnittfläche durch Schleifen in Längsrichtung nachzuarbeiten. Geeignete Herstellungsmethoden sind zum Beispiel Sägen (Kreissäge mit Hartmetall-bestücktem Doppelsägeblatt), Fräsen und Wasserstrahlschneiden mit optimierten Parametern. Stanzen ist nicht zulässig. Die Schnittbedingungen sind so zu wählen, daß keine thermisch bedingten Veränderungen auftreten; gegebenenfalls Wasserkühlung. Für vergleichende Prüfungen zwischen Grundmaterial und Schweißnaht mit statistischer Auswertung sind mindestens je 6 Probekörper zu prüfen. Dabei ist auf die gleiche Entnahmerichtung der Grundmaterialproben – und der geschweißten Proben – zur Herstellung des Halbzeugs zu achten.

4 Versuchsbedingungen

Allgemein sind die Versuchsbedingungen auf die Praxisanforderungen abzustimmen und von Fall zu Fall festzulegen. Die Zeitstand-Zugversuche werden – wie die Zeitstand-Innendruckversuche unterhalb 100°C – im Wasserbad durchgeführt. Zwecks Verkürzung der Versuchszeiten (Zeitraffung) werden die Versuche bei erhöhten Temperaturen und in geeigneten standzeitverkürzenden Medien durchgeführt. Es dürfen nur solche Medien verwendet werden, die weder quellend wirken noch den Werkstoff chemisch verändern. Als geeignetes Prüfmedium im Zeitstand-Zugversuch hat sich eine 2%ige wäßrige Netzmittellösung mit deionisiertem Wasser und Arkopal N 100⁽²⁾ bewährt. Die Prüfspannungen sind werkstoffbezogen so zu wählen, daß ausschließlich Sprödbrüche auftreten. Die Prüfkraft wird aus der vorgegebenen Prüfspannung bezogen auf den kleinsten Probekörperquerschnitt berechnet. Bei der Verwendung des o. g. Prüfmediums treten bei den in Tabelle 1 angegebenen maximalen Prüfbedingungen (Spannung/Temperatur) in aller Regel nur Sprödbrüche auf. Unter diesen Bedingungen werden die kürzesten Prüfzeiten erreicht.

5 Durchführung

Der Zeitstand-Zugversuch wird werkstoffbezogen bei verschiedenen Temperaturen und unterschiedlichen Belastungen durchgeführt. Die für die einzelnen Werkstoffe in Tabelle 1 angegebenen Prüfspannungen und Prüfspannungen sind entsprechend der vorgesehenen Versuchsauswertung zu wählen, siehe Abschnitt 6.

Die Probekörper werden bei konstanter Temperatur ($\pm 1^\circ\text{C}$), gleichbleibender ruhender Zugkraft ($\pm 1\%$) in konstanten Umgebungsbedingungen beansprucht. Die Probeneinspannung muß so gestaltet sein, daß in die belastete Probe keine Biege- und Torsionsmomente eingeleitet werden (symmetrische Einspannung, gelenkige Lagerung). Die Proben werden nach Temperaturangleichung im Prüfgerät ruhig und stoßfrei mit der Prüfkraft beaufschlagt, die während der Prüfdauer konstant gehalten werden muß. Die Belastungsdauer wird vom Zeitpunkt des Erreichens der Prüfkraft berechnet und ist gerätetechnisch zu erfassen.

²⁾ (Firma Hoechst AG) Für dieses Medium liegen umfangreiche Prüferfahrungen vor, die Ergebnisvergleiche und die Festlegung von Anforderungen ermöglichen. Bei Verwendung anderer Produkte auf gleicher Basis ergäbe die Anzahl der Ethylenoxid-Moleküle in der Polyglykolethylkette. Hoesel, J., und Mauer, E., Zeitstandzugprüfung von Polyethylen in wäßriger Netzmittellösung.

Um die Standzeiten zu verkürzen (Zeitrafferwirkung), wird als Prüfmedium eine 2%ige wäßrige Netzmittellösung aus deionisiertem Wasser und Arkopal N 100[®] verwendet.

Es ist eine örtlich und zeitlich gleichbleibende Konzentration ($2 \pm 0,5\%$) sicherzustellen. Die Prüfspannungen sind so zu wählen, daß ausschließlich verformungsarme Zeitstandbrüche (Sprödbrüche) auftreten, siehe Bild 3. Ist dies nicht der Fall, sind niedrigere Prüfspannungen zu wählen. Brüche im Einspannbereich der Probe bzw. im Einflußbereich der Einspannung dürfen nicht gewertet werden.

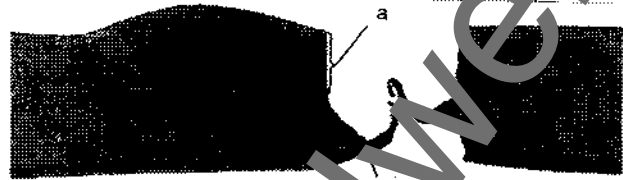


Bild 3. Definition des Sprödbrechens am Beispiel einer PE-HD-Extrusionsschweißnaht.

- a = Flächenanteil mit verformungsarmem Sprödbrech (min. 30%)
b = Anteil Verformungsbruch

Um die Neigung der Zeitstandkurve (Geraden in doppellogarithmischer Darstellung) bestimmen zu können, werden die Versuche bei mindestens 2 Spannungen durchgeführt. Je Prüfspannung werden mindestens jeweils 6 geschweißte und ungeschweißte Proben geprüft. Der Mittelwert wird als geometrischer Mittelwert aus den Einzelwerten errechnet.

6 Auswertung

Zur Ermittlung des Zeitstandzug-Schweißfaktors (f_s) ist jeweils die Zeitstandkurve der gefügten und der ungefügten Proben zu ermitteln, wobei insbesondere die Neigung der Geraden wichtig ist. Aus der ermittelten Kurve der geschweißten Proben wird – bezogen auf eine bestimmte Spannung (Bezugsspannung) der Bezugskurve B – der Zeitstandzug-Schweißfaktor (f_s) berechnet (siehe Beispiel Bild 4).

Dabei wird die Regressionsgerade sowohl für das Grundmaterial als auch für die Schweißverbindung ermittelt. Der Zeitstandzug-Schweißfaktor (f_s) kann somit für alle Spannungen bestimmt werden.

Alternativ kann der Zeitstandzug-Schweißfaktor auf eine Prüfspannung der Bezugsproben bezogen werden. Der ermittelte Schweißfaktor ist dann nur mit Angabe dieser Prüfspannung (Bezugsspannung), z. B. $\sigma_{4(B)}$, zu benennen, siehe Bild 5.

Außerdem kann eine weitere vereinfachte Prüfmethode zum Mindestnachweis eines geforderten Zeitstandzug-Schweißfaktors angewendet werden.

Zur Reduzierung des Prüfaufwandes kann der Nachweis nach folgender Methode auf jeweils ein Spannungsniveau beschränkt werden, siehe Bild 6.

Zum Beispiel:

- Prüfspannung für den Grundwerkstoff (Bezugsproben)
 $\sigma_B = 4 \text{ N/mm}^2$
- Prüfspannung für die Schweißproben mit z. B. $f_s = 0,8$
 $\sigma_s = f_s \times \sigma_B = 0,8 \times 4 \text{ N/mm}^2 = 3,2 \text{ N/mm}^2$.

Wenn dabei die Schweißproben mindestens die gleiche mittlere Standzeit erreichen wie der Grundwerkstoff, ist mindestens der geforderte Zeitstandzug-Schweißfaktor nachgewiesen (Ja/Nein-Aussage). Es ist bei dieser Prüfung keine Aussage über das spannungsabhängige Festigkeitsverhalten der Verbindung möglich.

Die Voraussetzung für die Anwendbarkeit der auf diese Weise ermittelten Zeitstandzug-Schweißfaktoren ist das Erreichen einer Mindeststandzeit des Grundwerkstoffs (Tabelle 2).