

Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Versuchsart und -aufbau
- 3 Form und Anzahl der Probekörper
- 4 Versuchsbedingungen
- 4.1 Prüfen von Dichtungsbahnen aus Polyethylen (PE)
- 4.2 Prüfen von Dichtungsbahnen aus anderen Thermoplasten und Elastomeren
- 5 Durchführung
- 6 Auswertung
- 6.1 Versagensverhalten
- 6.2 Ermittlung des Langzeit-Fügefaktors
- 7 Prüfbericht
- 8 Normen und Richtlinien

1 Geltungsbereich

Der Zeitstand-Zugversuch dient zur Beurteilung von Fügeverbindungen an Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen unter langzeitiger Zugbeanspruchung. Die Qualität einer Naht kann in Verbindung mit anderen Prüfungen beurteilt werden. Der ermittelte Langzeitfugefaktor¹⁾ (f_z) gibt eine Aussage über die Qualität der Fügeverbindungen. Umfangreiche Prüferfahrungen für diese Versuchsart liegen bisher für PE (Polyethylen) vor.

Dichtungsbahnen werden aus Thermoplasten oder Elastomeren hergestellt und durch Schweißen, Vulkanisieren oder Kleben zu Dichtungssystemen im Erd- und Wasserbau verbunden. Alle Nahtformen kommen Überlappstöße mit Überlappnähten sowie mit Auftragnähten zum Einsatz. Die Bahnen können homogen oder mehrlagig aufgebaut sein.

Die Fügeverfahren werden in DVS 2225-1, die Baustellprüfungen in DVS 2225-2 behandelt.

Die Langzeit-Fügefaktoren sowie das Bruchbild geben eine Aussage über die Qualität der Ausführung. Die Anforderungen sind in Teil 1 dieser Richtlinie festgelegt.

2 Versuchsart und -aufbau

Der Zeitstand-Zugversuch wird in Anlehnung an DIN 53444 durchgeführt. Dazu ist eine Prüfeinrichtung erforderlich, die Proben bei konstanter Temperatur, unter gleichbleibender ruhender Zugkraft sowie konstanten Umgebungsbedingungen (Temperaturbad) beansprucht. Eine schematische Darstellung der Prüfeinrichtungen zeigt Bild 1. Die Prüfeinrichtung muß eine konstante Kräfteinleitung und Prüftemperatur gewährleisten. Je nach Prüfmedium ist eine Umwälzung des Mediumes erforderlich. Zur Erfassung der Standzeit der einzelnen Probekörper und – falls erforderlich – der Probenverlängerung (Dehnung) sind geeignete Vorrichtungen an der Prüfeinrichtung vorzusehen.

¹⁾ Aufgrund der Form und der Art der Fügeverbindungen wird in Abweichung von DVS 2203-4 hier der Langzeit-Fügefaktor (f_z) definiert.

Diese Richtlinie 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 DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

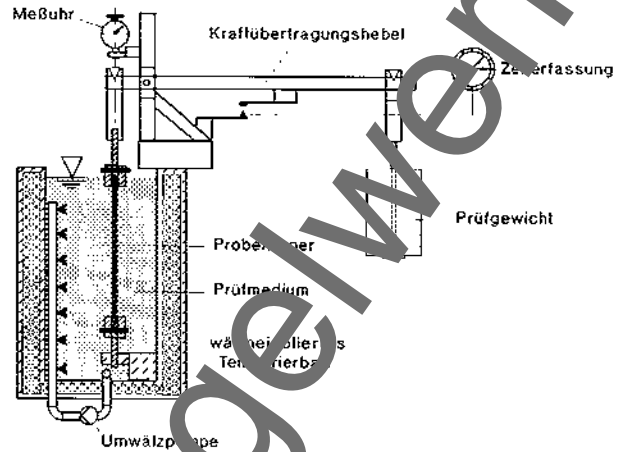


Bild 1. Versuchsanrichtung für den Zeitstand-Zugversuch.

3 Form und Anzahl der Probekörper

Für den Zeitstand-Zugversuch werden streifenförmige Probekörper nach Bild 2a oder schulterförmige Probekörper nach Bild 2b verwendet. Sie werden aus dem Nahtbereich der Dichtungsbahnen senkrecht zur Fügenaht so entnommen, daß die Fügenaht mittig liegt. Die Bezugskörper aus Grundmaterial sind aus benachbarten Bereichen und in gleicher Richtung wie die gefügten an der Bahn zu entnehmen.

Die Probekörper können durch Sägen, Fräsen oder Schneiden (z. B. mit Wasserstrahl) hergestellt werden. Um eine kerbfreie Schnittfläche zu erlangen, sind diese ggf. durch Schleifen in Längsrichtung nachzuarbeiten. Gestanzte Probekörper sind nur bei Elastomeren bzw. PVC-P zulässig. Für Bezugspollen und gefügte Proben sind Probekörper gleicher Herstellart und vorzugsweise gleicher Form zu verwenden.

Um Brüche im Einspannbereich zu vermeiden, wird die Form 2 empfohlen. Bei gefügten Proben kann die einfachere Form 1 ausreichend sein. Bei Verwendung beider Probeformen in einer Prüfserie muß der Probenquerschnitt im Bereich der Meßlänge gleich sein.

Die Fügeverbindungen werden entsprechend der tatsächlichen Ausführung geprüft, d. h. mit oder ohne Wulst. Die Verbindungsstelle liegt in der Mitte des Probekörpers (Bild 2).

Vor dem Versuch ist die äußere Beschaffenheit der Naht (Wulstausbildung, Form und Gleichmäßigkeit ...) durch Inaugenscheinnahme zu ermitteln. Darüber hinaus sind die wesentlichen Abmessungen (Bahndicke, Nahtdicke und Nahtbreite) und die Lage der Naht zur Herstellungsrichtung der Bahnen zu bestimmen (siehe Abschnitt 4.3 der Richtlinie DVS 2225-2).

Für vergleichende Prüfungen zwischen Grundmaterial und Fügenaht mit statistischer Auswertung sind mindestens je 6 Probekörper zu prüfen. Dabei ist auf die gleiche Entnahmerichtung der

Grundmaterialproben und der gefügten Proben zur Herstellung des Halbzeugs zu achten.

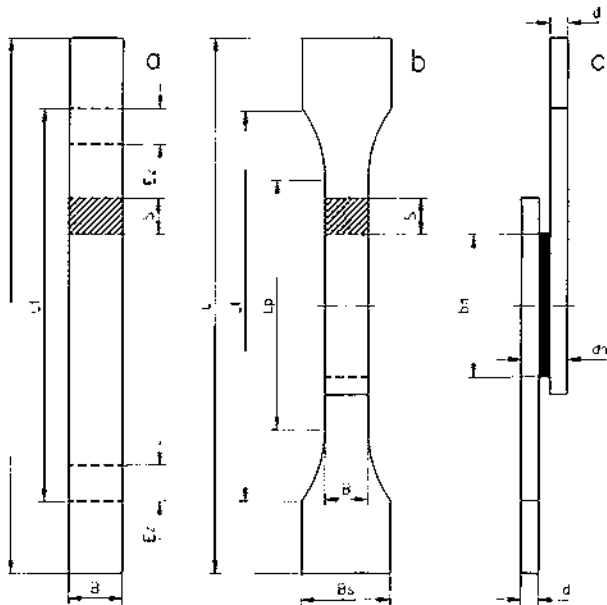


Bild 2. Probekörperformen.

- a = Form 1
- b = Form 2
- c = Form 1 oder Form 2 mit Fügeverbindung im Überlappspalt (z. B. V-Naht)
- L = Probekörperlänge
- L_f = Freie Länge = Klemmenabstand
- L_p = Parallellänge $\geq 60 \text{ mm} + b_v$ (mindestens $3 \times B + b_n$)
- B = Probenbreite in der Meßlänge
- B_s = Schulterbreite $\geq B + 10 \text{ mm}$
- S = Probendicke
- b_n = Nahtbreite
- E_z = Einflußzone der Einspannung
- d_n = Nahtdicke
- d = Bahndicke

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 (Zeitration) 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 wäßrige Netzmittellösung mit deionisiertem Wasser und Arkopal 100⁽²⁾ bewährt. Die Prüfspannungen sind werkstoffbezogen so zu wählen, daß ausschließlich Sprödbrüche auftreten. Die Prüfkraft wird aus der vorgegebenen Prüfspannung bezogen und auf den kleinsten Probekörperquerschnitt berechnet. Bei der Verwendung des o. g. Prüfmediums treten bei den im Abschnitt 4.1 angegebenen Prüfbedingungen (Spannung/Temperatur) in aller Regel noch Sprödbrüche auf.

²⁾ (Firma Hoechst AG). Für dieses Medium liegen umfangreiche Prüferfahrungen insbesondere für PE – vor, die Ergebnisvergleiche und die Festlegung von Anmoderationen ermöglichen. Bei Verwendung anderer Produkte auf gleicher Basis vergleiche die Anzahl der Ethylenoxid-Moleküle in der Polyglykoletherkette. Hessel, J., und Mauer, E., Zeitstandzugprüfung von Polyethylen in wäßriger Netzmittellösung.

4.1 Prüfen von Dichtungsbahnen aus Polyethylen (PE)

Für den Zeitstand-Zugversuch an Dichtungsbahnen aus PE-HD haben sich folgende Prüfbedingungen bewährt:

- Prüfmedium wäßrige Netzmittellösung auf Basis „Nonylphenolpolyglykolether“, z. B. „Arkopal N 100“, in 2%iger Lösung. Das Bad ist wärmeisoliert und zu wälzen. Es ist Deionat zu verwenden (deionisiertes Wasser).
- Prüftemperatur vorzugsweise 80°C , ggf. 95°C und 110°C .
- Prüfspannungen vorzugsweise 4,0/3,0/2,0 N/mm² bzw. werkstoffbezogen auch Zwischenwert

4.2 Prüfen der Dichtungsbahnen aus anderen Thermoplasten und Elastomeren

Allgemeingültige Prüfbedingungen zu weiteren Polymerwerkstoffen sind noch nicht festgelegt.

Im Einzelfall sind Prüfbedingungen werkstoffbezogen und nach entsprechenden Praxiserfahrungen festzulegen.

5 Durchführung

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

Es muß sichergestellt sein, daß eine örtlich und zeitlich gleichbleibende Konzentration des Netzmittels ($2 \pm 0,5\%$) im Prüfbad vorliegt. Bewährt ist das Umwälzen mittels Pumpe. Die Prüfspannungen sind so zu wählen, daß ausschließlich verformungsarme Sprödbrüche (Sprödbrüche) auftreten. Ist dies nicht der Fall, sind niedrigere Prüfspannungen zu wählen. Brüche im Einspannbereich der Probe bzw. im Einflußbereich der Einspannung dürfen nicht gewertet werden.

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

6 Auswertung

Das Ergebnis des Zeitstand-Zugversuchs ist die erreichte Standzeit in Verbindung mit dem Versagensverhalten, wenn erforderlich zusammen mit dem zeitlichen Verlauf der Dehnung. Es dient der Beurteilung des Langzeitverhaltens der Fügeverbindung. Im Vergleich der Standzeit des Grundwerkstoffs kann der Langzeit-Fügefaktor „ f_s “ berechnet werden (Bilder 3, 4 und 5).

6.1 Versagensverhalten

Die Probekörper können im wesentlichen folgende Versagensmerkmale aufweisen:

- Auftrennen in der Fügeebene,
- Versagen des Schweißzustandes bei Auftragnähten,
- Versagen im Übergangsbereich an der Nahtkante,
- Versagen im Grundwerkstoff außerhalb des Nahtbereiches.

Die Versagensart, insbesondere Bruchausdehnung und -verlauf sowie das Bruchbild (Zäh-/Weiß- oder Sprödbrech) sind für jeden Probekörper zu dokumentieren. Es dürfen jedenfalls nur Ergebnisse gleicher Versagensart (Verformungs- und verformungslose Brüche) verglichen werden.