

Prüfung von Rohrleitungen aus glasfaserverstärkten Kunststoffen

Innendruck-Schwellversuche an Rohren und Rohrleitungsteilen

DIN
53 769
Teil 6

Testing of glass fibre reinforced plastics pipelines; Internal pressure pulsating test on pipes and fittings

1 Anwendungsbereich

Diese Norm beschreibt den Versuchsaufbau und das Verfahren zur Ermittlung des Verhaltens von Rohren aus glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) gegen schwellende Innendruckbeanspruchung bei konstanter Temperatur.

Das Verhalten der Rohre wird gekennzeichnet durch den Widerstand gegen diese schwellende Innendruckbeanspruchung.

Die Ergebnisse der Innendruck-Schwellversuche dienen der Beurteilung der Funktionsfähigkeit von Innenschicht und Sperrschicht von Rohren aus GFK.

Kenntnisse über die Qualität von Innenschicht und Sperrschicht sind wichtig für die Beurteilung von Rohren, die in der Praxis langfristig einwirkendem Innendruck ausgesetzt sind. Mit Versuchen nach dieser Norm kann ein Verhalten gegen dynamische Beanspruchung nicht beurteilt werden.

Außer Innendruck, Temperatur, Schwingspielzahl und Frequenz sind weitere Einflüsse (z.B. Umwelt, Durchflußstoffe) bei der Übertragung der Prüfergebnisse auf die praktische Anwendung der Rohre zu beachten.

2 Begriffe

2.1 Schwellender Innendruck

Unter einem schwellenden Innendruck ist ein Überdruck zu verstehen, der mit einer festgelegten Druckdifferenz um einen mittleren Überdruck alterniert.

2.2 Schwingbreite

Unter der Schwingbreite ist die Druckdifferenz zu verstehen, die sich aus der Differenz zwischen dem oberen und dem unteren Grenzdruck ergibt.

2.3 Schwingspiel

Unter einem Schwingspiel ist die Zeit (Zykluszeit) zu verstehen, die notwendig ist, um den Innendruck im Probekörper vom unteren Grenzdruck auf den oberen Grenzdruck zu erhöhen und von dort wieder auf den unteren Grenzdruck zu vermindern.

2.4 Versagen

Versagen ist jede Art von Undichtheit in der Rohrwand.

Es wird in die Versagensarten nach den Abschnitten 2.4.1 und 2.4.2 unterschieden.

2.4.1 Schwitzen (Weeping)

Undichtheit aufgrund vorhandener Mikrorisse in der Rohrwand (aus: DIN 53 769 Teil 2/12.86), (Versagensdruck p_V).

2.4.2 Bersten

Undichtheit durch Bruch der Rohrwand (aus: DIN 53 769 Teil 2/12.86), (Versagensdruck p_V).

3 Probekörper

3.1 Anzahl

Die Anzahl der Probekörper richtet sich nach dem Zweck der Prüfung und ist zu vereinbaren.

3.2 Form und Maße

Rohre werden als Ganzes, eventuell mit zugehörigen Verschlüssen und Armaturen, geprüft.

Von Rohren werden Abschnitte als Probekörper entnommen, deren Länge l in mm sich nach dem Außendurchmesser d richtet.

$$\text{Für } d \leq 250 \text{ mm : } l = 240 \text{ mm} + 3 \cdot d + x \quad (1)$$

Einflußzone der Einspannlänge = d

$$\text{Für } d > 250 \text{ mm : } l = 1000 \text{ mm} + x \quad (2)$$

Einflußzone der Einspannlänge = 250 mm

Hierbei ist x die zum Anbringen der Verschlußstücke erforderliche Rohrlänge. Die Einflußzone ist die an die Verschlußstücke sich anschließende Zone, die vom Verschlußstück als beeinflussbar angesehen wird.

Für Erzeugnisse, aus denen Probekörper mit diesen Maßen nicht entnommen werden können, gilt die Erzeugnislänge als Probekörperlänge.

Besteht der Probekörper aus zwei Teilen, die durch ein Verbindungsstück, z.B. eine Muffe, miteinander verbunden sind, so ist dieses Verbindungsstück in der Mitte des Probekörpers anzuordnen und die Probekörperlänge um die Länge dieses Verbindungsstücks zu vergrößern.

3.3 Vorbehandlung

Wenn die Eigenschaften von einer Konditionierung abhängig sein können, müssen die Vorbehandlungsbedingungen vereinbart werden.

Bei Proben, die thermisch nicht nachbehandelt werden, erfolgt die Prüfung frühestens vier Tage nach der Herstellung.

4 Prüfeinrichtung

4.1 Gerät zur Erzeugung des Innendrucks

Das Gerät muß so ausgerüstet sein, daß eine gleichmäßige Drucksteigerung möglich ist. Es dürfen keine Druckstöße auf den Probekörper übertragen werden.

4.2 Druckmeßeinrichtung

Die Druckmeßeinrichtung muß es gestatten, den zu messenden Druck auf 2% seines Wertes zu messen. Die Druckmeßeinrichtung muß unempfindlich gegenüber schlagartiger Druckänderung sein und ist durch Vergleich mit einem geeichten Druckmeßgerät Klasse 1,0 (siehe hierzu DIN 16 000 Teil 1) auf Funktionstüchtigkeit und Anzeigefehler nachzuprüfen.

4.3 Druckübertragungsmittel und Temperiereinrichtung

Das Druckübertragungsmittel im Rohrrinnern ist Wasser. Das Druckübertragungsmittel sollte z.B. mit Methylenblau gefärbt werden, um ein eventuelles Eindringen des Druckübertragungsmittels in das Laminat besser verfolgen zu können. Als Umgebungsmedium ist in der Regel Luft von Prüftemperatur anzuwenden. Andere Umgebungsmedien sind zu vereinbaren.

Fortsetzung Seite 2 und 3

Normenausschuß Kunststoffe (FNK) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

Für Anwendungstemperaturen bis 50 °C werden die Versuche im Normalklima DIN 50 014 – 23/50-2 durchgeführt. Für Anwendungstemperaturen über 50 °C sind die Versuche mindestens bei Anwendungstemperatur vorzunehmen. Höhere Prüftemperaturen als die Anwendungstemperatur können vereinbart werden. Bei Prüfungen mit einer Temperatur über $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ist ein Umluftofen zu verwenden, der die vereinbarte Prüftemperatur auf 2 K konstant hält.

4.4 Verschlußstücke

Die Probekörper werden an ihren Enden mit Verschlußstücken versehen. Der Druckanschluß erfolgt über eines der Verschlußstücke. Die Probekörper werden in der Regel ohne Zuganker geprüft. Prüfungen mit Zuganker sind zu vereinbaren.

Anmerkung: In Ausnahmefällen kann es erforderlich sein, die Axialkräfte im Rohr durch Zuganker, die die beiden Verschlußstücke kraftschlüssig miteinander verbinden, aufzunehmen, und zwar z. B. dann, wenn Steckmuffenverbindungen geprüft werden sollen, eine Aufnahme der Axialkräfte auf andere Weise nicht möglich ist, oder bei Dichtheitsprüfungen.

4.5 Probenlagerung

Die Probekörper sind während der Prüfzeit so zu lagern, daß eine möglichst geringe Durchbiegung infolge des Gewichts von Probe und Druckübertragungsmittel auftritt. Die Lagerung darf die Umfangs- oder Längenänderung des Probekörpers nicht behindern.

5 Versuchsdurchführung

5.1 Vor Versuchsbeginn sind die kennzeichnenden Maße des Probekörpers wie Durchmesser, Wanddicke und Länge zu bestimmen. Dabei wird wie folgt verfahren:

An sechs über die Länge des Probekörpers gleichmäßig verteilten Stellen wird der mittlere Außendurchmesser durch Umfangsmessung bestimmt. Ist eine Umfangsmessung nicht möglich, so wird z.B. mit einem Meßschieber der kleinste Durchmesser an der betreffenden Stelle gesucht und aus diesem und dem um 90° dazu versetzten Durchmesser der Mittelwert des Außendurchmessers berechnet. Für jede Durchmesser-Meßstelle wird die zugehörige kleinste Wanddicke bestimmt.

5.2 Der mit Verschlußstücken versehene Probekörper wird mit Wasser von annähernd Prüftemperatur gefüllt und bis zur Temperaturangleichung drucklos belassen. Vor Anschluß an das Drucksystem ist auf eine vollständige Entlüftung des Probekörpers zu achten.

5.3 Aus dem anfänglich drucklosen Zustand ist der Innendruck kontinuierlich bis zum oberen Grenzdruck zu steigern. Danach erfolgt die Entlastung auf den unteren Grenzwert. Dieser Schwellvorgang ist entweder bis zum Versagen des Probekörpers oder aber bis zur geforderten Mindest-Schwingspielzahl zu wiederholen. Soweit nichts anderes vereinbart wurde, sind Prüffrequenzen nach Tabelle 1 zu verwenden.

Tabelle 1.

Nennweite DN	Prüffrequenz
bis 150	(25 ± 2) Schwingspiele/min
200 bis 500	(15 ± 2) Schwingspiele/min
über 600	(5 ± 1) Schwingspiele/min

Soweit nicht anders vereinbart, soll die Schwingbreite entsprechend dem Nenndruck des Rohres oder Rohrleitungsteiles folgenden Wert haben:

$$\text{Schwingbreite in bar } p = 0,5 \cdot \text{PN} \quad (3)$$

Beispiel: Ein Rohr PN 10 ist mit einer Schwingbreite von 5 bar zu prüfen. Der untere Prüfgrenzdruck beträgt somit 7,5 bar, der obere 12,5 bar.

5.4 Für den Fall, daß zusätzlich zur Ermittlung der Anzahl der ertragenen Schwingspiele die auftretenden Dehnungen festgestellt werden sollen, sind diese Messungen mit Dehnungsmeßstreifen (DMS) durchzuführen. Es sind sowohl in Achs- als auch in Umfangsrichtung DMS anzuordnen. Die Anzahl und Lage der DMS sind zu vereinbaren.

5.5 Probekörper, die die vorgegebene Mindest-Schwingspielzahl erreicht haben, können anschließend weiteren Untersuchungen unterzogen werden, wenn dieses besonders vereinbart wurde.

5.5.1 Die Ermittlung des Restberstdruckes erfolgt in Anlehnung an DIN 53 758. Dabei sind das Prüf-, das Umgebungsmedium und die Prüftemperatur besonders zu vereinbaren.

5.5.2 Bei einer Dichtheitsprüfung sind neben den in Abschnitt 5.5.1 genannten Bedingungen der Prüfdruck, die Drucksteigerungsrate und die Haltezeit bei dem vorgeschriebenen Prüfdruck zu vereinbaren.

5.5.3 Im Anschluß an den Innendruck-Schwellversuch kann auch eine Kombination der in den Abschnitten 5.5.1 und 5.5.2 angegebenen Prüfungen durchgeführt werden.

5.5.4 Nach Erreichen einer vorgegebenen Schwingspielzahl ist der Probekörper visuellen und/oder mikroskopischen Untersuchungen auf Veränderungen der Deckschichten oder auf auftretende Mikrorisse zu unterziehen.

6 Versagensbeschreibung

6.1 Leckstellen oder Brüche außerhalb der Bewertungslänge sind nicht als Versagen zu werten. Tritt eine Leckage an den Verschlußstücken auf, so ist ein Nachdichten zulässig. Hierdurch notwendige Versuchsunterbrechungen sind im Prüfbericht zu vermerken.

6.2 Das Auftreten von Schwitzen (Weeping) gilt als Versagen und kann durch eine der folgenden Methoden bestimmt werden:

- Bestreichen oder Einfärben des Probekörpers mittels Kalk und/oder Einfärben des Druckübertragungsmittels mit z. B. Methylenblau. Beim Auftreten von Undichtheiten entstehen an der Probekörperoberfläche nasse Stellen, die durch das Einfärben sichtbar werden.
- Dem Druckübertragungsmittel wird ein fluoreszierendes Mittel zugesetzt. Als Undichtheit ist zu werten, wenn mit Hilfe einer UV-Lampe fluoreszierende Markierungen an der Rohroberfläche festgestellt werden.
- Durch Messung des elektrischen Widerstandes zwischen Druckübertragungsmittel und einem an der Rohraußen-seite umlaufenden Metallgitter. Als Versagen wird gewertet, wenn der elektrische Widerstand 3 MΩ unterschreitet.

7 Auswertung

Durch die Prüfung mit unterschiedlichen Druckmittelwerten und Druckdifferenzen können Innendruck-Dauerfestigkeitsdiagramme ermittelt werden. Dazu sind die Schwingspielzahlen zu registrieren, bei denen in Abhängigkeit von Mitteldruck und Schwingbreite ein Versagen des Probekörpers eintritt.