

Sachgebiet: Druckprüfungen

Schlagwörter: Innendruckprüfung, Druckprüfung, Druckrohr, PE-HD, Kunststoffrohr

1 Anwendungsbereich

Diese Werknorm gilt in Verbindung mit DIN EN 805 und in Anlehnung an das DVGW-Arbeitsblatt W 400-2 für die Innendruckprüfung von neu verlegten wassergefüllten Druckleitungen mit viskoelastischem Verhalten. Sie regelt insbesondere die Durchführung der Druckprüfung mit dem Kontraktionsverfahren nach der Druckverlustmethode an Rohrleitungen aus Polyethylen. Das nachfolgend beschriebene Prüfverfahren berücksichtigt das für diese PE-Materialien typische Dehnungsverhalten und kann bei allen Verlegetechniken sowie bei der Rehabilitation von Druckleitungen nach DVGW GW 320-1 und GW 320-2 angewendet werden. Es liefert bei ausreichender Entlüftung eine verlässliche Aussage über die Dichtheit des zu prüfenden Leitungsabschnittes. Die Sicherheitsvorkehrungen für eine Druckprüfung sind nicht Bestandteil dieser Norm. Sie sind dem DVGW-Arbeitsblatt W 400-2 zu entnehmen.

2 Technische Angaben und Anforderungen

Die Rohrleitung ist in ihrer gesamten Länge bis zu 3 km oder in Abschnitten zu prüfen. Der Systemprüfdruck (STP) errechnet sich bei einem höchsten Systembetriebsdruck (MDP) ¹⁾ wie folgt:

$$\text{STP} = \text{MDP} \times 1,5$$

oder

$$\text{STP} = \text{MDP} + 5 \text{ bar}$$

Es gilt der jeweils niedrigere Wert.

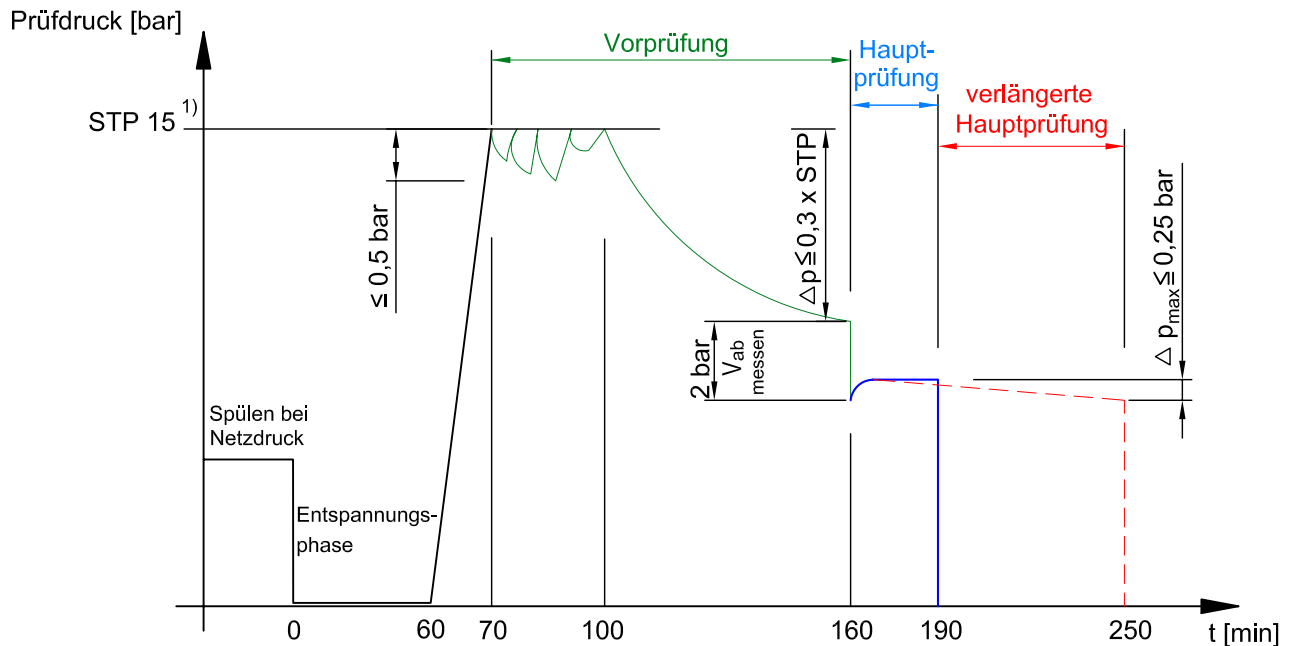
Demzufolge ist ein Systemprüfdruck von 15 bar am tiefsten Punkt der Rohrleitung aufzubringen. Druckleitungen aus PE 100, SDR 17 dürfen jedoch nur mit einem abgeminderten Systemprüfdruck von 12 bar beaufschlagt werden, um eine Vorschädigung des Rohrmaterials mit einhergehender Verkürzung der zu erwartenden Lebensdauer zu vermeiden. Die Temperatur an der Rohraußenwand während der gesamten Dauer der Druckprüfung darf 20 °C nicht überschreiten.

Das Prüfverfahren von Rohrleitungen mit viskoelastischem Verhalten erfolgt in drei Phasen:

- Vorprüfung
- Druckabfallprüfung
- Hauptprüfung bzw. verlängerte Hauptprüfung

¹⁾ Der höchste Systembetriebsdruck (MDP) beträgt für die Rohrnetze der Berliner Wasserbetriebe im Regelfall 10 bar.

Fortsetzung Seite 2 bis 4



¹⁾ Ausnahme: PE 100 / SDR 17 \curvearrowright 12 bar

Bild 1 – Diagramm einer Druckprüfung nach dem Kontraktionsverfahren

Alle Phasen der Drucksteigerung, Vorprüfung, Druckabfallprüfung, Hauptprüfung und ggf. verlängerter Hauptprüfung sind mit einem geeichten Druckbandschreiber oder Datenlogger lückenlos zu erfassen und die Aufzeichnungen als Anlage zum Prüfprotokoll gemeinsam mit diesem zehn Jahre aufzubewahren. Die im Ordner „Kontraktionsverfahren“ eingestellten Druckprüfungsprotokolle sind Bestandteil dieser Werknorm und damit verbindlich. Sie können am PC ausgefüllt bzw. die PC-Ausdrucke der Formulare können alternativ per Hand ausgefüllt werden. Die Formblattmuster in den Anhängen des Arbeitsblattes W 400-2 sind nicht anzuwenden.

2.1 Vorprüfung

Nachdem der zu prüfende Leitungsabschnitt mit Trinkwasser gefüllt, entlüftet und der Rohrinhalt unter Netzdruck einmal ausgetauscht wurde, ist die Leitung für eine Stunde drucklos zu entspannen. Dies hat zum Ziel, druckabhängige Spannungen in der Rohrwand abzubauen. Dabei darf keine Luft in das Prüfsystem gelangen.

Nach dieser Entspannungsphase ist der Systemprüfdruck (STP) kontinuierlich und schnell (innerhalb von 10 Minuten) aufzubringen. Im Gegensatz zu metallischen Rohrleitungen sind hierzu erheblich größere Wassermengen erforderlich. Um die Zeitvorgabe zum Erreichen des Systemprüfdruckes einhalten zu können, ist der Einsatz einer Handpumpe nicht geeignet!

Der Systemprüfdruck wird durch ständiges oder intervallartiges Nachpumpen über einen Zeitraum von 30 Minuten gehalten. Anschließend folgt eine einstündige Ruhephase (ohne Nachpumpen), während der sich die Rohrleitung viskoelastisch verformen (ausdehnen) kann.

Der verbleibende Druck am Ende der Ruhephase ist zu messen.

Falls der Druckabfall 30% von STP überschritten hat, ist die Vorprüfung abzubrechen, der Prüfabschnitt zu entspannen und auf Anzeichen von Leckstellen zu untersuchen. Die Vorprüfung ist erst nach einer mindestens einstündigen Entspannungsphase zu wiederholen. Nach erfolgreicher Vorprüfung ist das Prüfverfahren fortzusetzen.

2.2 Druckabfallprüfung

Eine Grundvoraussetzung zur Beurteilung der Hauptprüfung ist eine ausreichende Entlüftung, welche mit der Druckabfallprüfung nachgewiesen wird. Folgende Schritte sind einzuhalten:

- Schnelle Druckabsenkung des am Ende der Vorprüfung vorhandenen Druckes um 2 bar durch Ablassen von Wasser aus dem Prüfabschnitt. (Dies entspricht der in der DIN EN 805 geforderten Druckabsenkung von 10% bis 15% vom STP). Dieser Wert wurde gewählt, da er an den bei den Berliner Wasserbetrieben benutzten Druckbandschreibern gut abgelesen werden kann. Da der Wert $\Delta p = 2$ bar als Konstante im Excel-Formular in die Formel zur Berechnung von ΔV_{\max} eingesetzt wurde, ist er auch unbedingt einzuhalten!
- Genaue Messung des abgelassenen Wasservolumens ΔV
- Berechnung des zulässigen Wasserverlustes ΔV_{\max} nach folgender Gleichung:

$$\Delta V_{\max} = f \times V \times \Delta p \times \left(\frac{1}{E_w} + \frac{D_i}{e \times E_R} \right)$$

ΔV_{\max}	[l]	zulässiger Wasserverlust bei Druckabfallprüfung
Δp	[kPa]	Druckabsenkung (200 kPa = 2 bar)
E_w	[kPa]	Kompressionsmodul Wasser (2027 N/mm ² = 2,027 x 10 ⁶ kPa)
D_i	[m]	Rohrinnendurchmesser
e	[m]	Rohrwandstärke
E_R	[kPa]	E- Modul der Rohrwand
V	[l]	Volumen des Prüfabschnittes
f	1,05	zul. Faktor für erlaubten Luftanteil vor der Hauptprüfung (Hier wurde der Faktor aus dem DVGW-Arbeitsblatt W 400-2 eingesetzt, mit strengeren Anforderungen an die Entlüftung als nach DIN EN 805.)

Zur Berechnung von ΔV_{\max} für die integrierte Druckabfallprüfung an *Rohrleitungen aus PE-HD* stehen die jeweiligen in Excel gefertigten Formulare im Ordner „Kontraktionsverfahren“^{a)} zur Verfügung. In die entsprechenden Felder sind die zu tätigenen Pflichteingaben zur Länge des Prüfabschnittes, zum Rohraußendurchmesser und zur Wandstärke einzutragen. Sind diese Angaben vollständig in das Formular eingegeben, wird im Feld „Entlüftungsnachweis“ automatisch der Wert von ΔV_{\max} ausgegeben. Das E-Modul der Rohrwand von Leitungen aus dem jeweiligen PE-Material ist als Konstante in die Berechnungsformel im Excel-Programm eingesetzt. Daher ist es wichtig, das richtige Formular für die entsprechende Materialart zu benutzen.

Wenn der Wert ΔV mehr als ΔV_{\max} beträgt, ist die Druckprüfung abubrechen und die Rohrleitung zu entspannen und nochmals zu entlüften. Die Schritte nach 2.1 und 2.2 sind zu wiederholen.

2.3 Hauptprüfung

Die unter Druck fortschreitende viskoelastische Dehnung der Rohrwand wird durch die schnelle Druckabsenkung bei der Druckabfallprüfung vorübergehend unterbrochen. Das führt zu einer Kontraktion der Rohrleitung. Der durch die Kontraktion verursachte Druckanstieg ist für einen Zeitraum von 30 Minuten (Hauptprüfung) zu beobachten und aufzuzeichnen. Die Hauptprüfung gilt als bestanden, wenn die sich im Verlauf der 30minütigen Kontraktionszeit einstellende Drucklinie keine fallende Tendenz zeigt. Die 30minütige Kontraktionszeit ist normalerweise für eine Beurteilung der Dichtheit ausreichend (siehe Bild 1). Zeigt während dieser Zeit die Drucklinie eine fallende Tendenz, deutet dies auf eine Undichtheit innerhalb des Prüfabschnittes hin. Im Zweifelsfall ist die Prüfdauer um 60 Minuten zu verlängern. Dabei darf der Druckabfall nicht mehr als 0,25 bar betragen, gemessen vom Höchstwert innerhalb der Kontraktionsphase. Fällt der Druck mehr als 0,25 bar, ist auch die verlängerte Hauptprüfung gescheitert.

Eine Wiederholung der Hauptprüfung kann nur unter Einhaltung der gesamten Prüfabfolge einschließlich der einstündigen Entspannungsphase erfolgen.

^{a)} Pfadangabe: L:\RN\RN_pool_Druckprüfungen-Kontraktionsverfahren

3 Prüfung von rehabilitierten Druckrohren

Das unter Punkt 2 beschriebene Verfahren kann bei der Innendruckprüfung von gemäß DVGW-Arbeitsblatt GW 320-1 rehabilitierten Druckrohren dann uneingeschränkt angewendet werden, wenn ein deutlich sichtbarer, unverfüllter Ringraum zwischen Altrohr und PE-Inliner vorhanden ist. Wenn mit close fit gerechnet werden muss (ggf. bei nach GW 320-2 rehabilitierten Druckrohren), ist die Druckabsenkungsprüfung als Entlüftungsnachweis nicht mehr geeignet. In diesem Fall wird die Leitung vor der Druckprüfung unter Netzdruck mit einem Schaumgummiball gemolcht und somit zuverlässig entlüftet. Das ist im Prüfprotokoll zu vermerken.

Da niemals alle Teile der Leitung ein vollständiges close fit aufweisen (beide Enden der Leitung liegen frei, Altrohr an Hausanschlüssen entfernt), kann sich die Leitung unter Systemprüfdruck in Teilen ungehindert ausdehnen. Damit ist nach der Druckabsenkung eine Kontraktion gewährleistet, was den Nachweis der Dichtheit während der Hauptprüfung ermöglicht.

4 Normen und Unterlagen

DIN V 4279-7, *Innendruckprüfung von Druckrohrleitungen für Wasser – Druckrohre aus Polyethylen geringer Dichte PE-LD, Druckrohre aus Polyethylen hoher Dichte PE-HD (PE 80 und PE 100), Druckrohre aus vernetztem Polyethylen PE-X, Druckrohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid PVC-U (teilweise ersetzt durch DIN EN 805)*

DIN 8074, *Rohre aus Polyethylen (PE) – PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD – Maße*

DIN 16892, *Rohre aus vernetztem Polyethylen hoher Dichte (PE-X) – Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung*

DIN 16893, *Rohre aus vernetztem Polyethylen hoher Dichte (PE-X) – Maße*

DIN EN 805, *Wasserversorgung – Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden*

Arbeitsblatt

DVGW-W 400-2, *Technische Regeln Wasserverteilsanlagen Teil 2: Bau und Prüfung (DVGW-W 400-2 ersetzt DIN 19630 und DIN 4279)*

Arbeitsblatt

DVGW-GW 320-1, *Rehabilitation von Gas- und Wasserrohrleitungen durch PE-Relining mit Ringraum - Anforderungen, Gütesicherung, und Prüfung*

Arbeitsblatt

DVGW-GW 320-2, *Rehabilitation von Gas- und Wasserrohrleitungen durch PE-Relining ohne Ringraum - Anforderungen, Gütesicherung, und Prüfung*

Erläuterungen

Diese Werknorm basiert auf den Anforderungen der DIN EN 805. Die dazugehörigen Prüfprotokolle wurden mit dem Ziel entwickelt, den Prüfbeauftragten ein Hilfsmittel für die erforderlichen Berechnungen zur Verfügung zu stellen und darüber hinaus eine Einheitlichkeit der Prüfprotokolle für alle RB-Stellen zu erreichen. Seit einigen Jahren werden die Protokolle verbindlich angewendet und haben sich in dieser Form bewährt.

Im nun vorliegenden Arbeitsblatt W 400-2 wird zur Ermittlung des maximal zulässigen Wasserverlustes bei der Druckabfallprüfung ein grundsätzlich anderer Weg beschritten. Werkstoffspezifische Druckabsenkungen werden vorgegeben, die z. T. erheblich von den Vorgaben der DIN EN 805 abweichen und welche die Grundlage für ein Tabellenwerk bilden. Sich fortschrittsbedingt ändernde Materialeigenschaften und damit verbunden abweichende E-Module, andere SDR z. B. bei konfektionierten Rohren und mittelfristig rückläufige mittlere Übermaße in den Rohrwandstärken, welche derzeit in den Tabellenwerten eingearbeitet sind, werden darin nicht berücksichtigt.