

## **Druckprüfungen gemäß dem DVGW Arbeitsblatt W 400-2 (08/2022)**

Im August 2022 erschien das neue überarbeitete DVGW Arbeitsblatt W 400-2, welches die technischen Regeln in Bezug auf Bau und Prüfung von Wasserverteilungsanlagen definiert. Das DVGW Arbeitsblatt W 400-2 bestimmt die technischen Anforderungen für Wasserverteilungsanlagen in Bezug auf Bau und Prüfung. Die darin vorgeschriebene Druckprüfung dient dazu, eventuelle Undichtigkeiten, Einbau- oder Materialfehler zu ermitteln.

Die Anforderungen an das Personal, welches die Druckprüfung durchführt, und die zu verwendende Messtechnik wurden verschärft. Neben den drei bekannten Druckverlustmethoden ist das einflussminimierte Normalverfahren neu eingeführt worden.

Um die ordnungsgemäße Verlegung und die Dichtheit nachzuweisen, ist jede neuverlegte oder auch sanierte Rohrleitung im Trinkwasserbereich in Deutschland zwingend einer Druckprüfung zu unterziehen. Neben den Eigenschaften der Geräte- und Messtechnik und dem angewandten Prüfverfahren spielt das Füllen und Entlüften der Rohrleitung eine bedeutende Rolle. Sind diese Bestandteile nicht vollständig gewährleistet, ist die Durchführung einer normgerechten und erfolgreichen Druckprüfung nicht möglich.

Es steht also der Erfolg der Druckprüfung auf dem Spiel – Ein Fehlverhalten kann Ergebnisse verfälschen und damit den Verlust wertvoller Arbeitszeit nach sich ziehen.

### **Druckprüfungsverfahren**

Insgesamt können je nach Material der Rohrleitung vier verschiedene Verfahren angewendet werden.

- Kontraktionsverfahren (Rohrleitungen aus PE)
- Beschleunigtes Normalverfahren (Rohrleitungen aus Gusseisen und Stahl mit Zementmörtelauskleidung)
- Einflussminimiertes Normalverfahren (Rohrleitungen aus Gusseisen und Stahl mit Zementmörtelauskleidung)
- Normalverfahren für alle Werkstoffe

Zusätzlich zu den Druckverlustmethoden stehen für das Kontraktionsverfahren und das beschleunigte Normalverfahren noch die Wasserverlustmethoden zur Verfügung.

### **Anforderung der Sachkunde**

Es gibt neue Vorgaben bezüglich des Personals zur Durchführung von Druckprüfungen. Zukünftig müssen Druckprüfungen von Sachkundigen durchgeführt bzw. überwacht werden. Durch entsprechende externe oder interne Schulungsmaßnahmen ist die fachliche Ausbildung und Aktualität der Kenntnisse mindestens alle 5 Jahre sicherzustellen und zu dokumentieren. Die Sachkundigen müssen vom ausführenden Unternehmen schriftlich benannt werden.

## Geräte- und Messtechnik

Bei der zu verwendenden Gerätetechnik/Messtechnik gibt es einige Änderungen. Der verwendete Drucksensor muss perspektivisch mindestens eine Genauigkeit von 0,1 % und eine Auflösung von 0,01 bar aufweisen. Zusätzlich darf der Endmessbereich des Drucksensors bei Prüfdrücken bis STP  $\leq 21$  bar nicht größer als 30 bar und bei Prüfdrücken STP  $> 21$  bar und  $\leq 45$  bar nicht größer als 50 bar betragen.

Für eine aussagekräftige Druckprüfung ist es enorm wichtig Temperaturschwankungen während der Prüfung zu vermeiden. Weiterhin gilt für die Prüfung von Kunststoffleitungen die Temperaturobergrenze von 20 °C und für die Prüfung von allen Rohrleitungen eine Temperaturuntergrenze von 0 °C. Die Messgenauigkeit und Auflösung der Temperaturmessgeräte muss mindestens 0,1 K betragen.

Auch für die Durchflussmessgeräte/Wasserzähler, welche zur Messung der abgelassenen Wassermenge während der Druckabfallprüfung verwendet werden, gibt es neue strengere Vorschriften. Die abgelassene Wassermenge muss zukünftig durch ein protokollierendes elektronisches Messgerät gemessen werden. Bei ergebnisbewertenden Prüfgeräten gilt zusätzlich, dass die gemessene Wassermenge elektronisch übertragen werden muss. Die Auflösung und Messunsicherheit des Durchflussmessgerätes/Wasserzählers muss in Bezug auf die zu bestimmende Ablassmenge mindestens 5% sein.

## Prüfverfahren

Jedes der vier verschiedenen Verfahren zur Druckprüfung wird generell in drei Schritten (Vorprüfung, Druckabfallprüfung, Hauptprüfung) ausgeführt. Im Folgenden werden die einzelnen Prüfverfahren kurz erläutert und wichtige Änderungen im Zuge der Aktualisierung des Arbeitsblattes aufgezeigt.

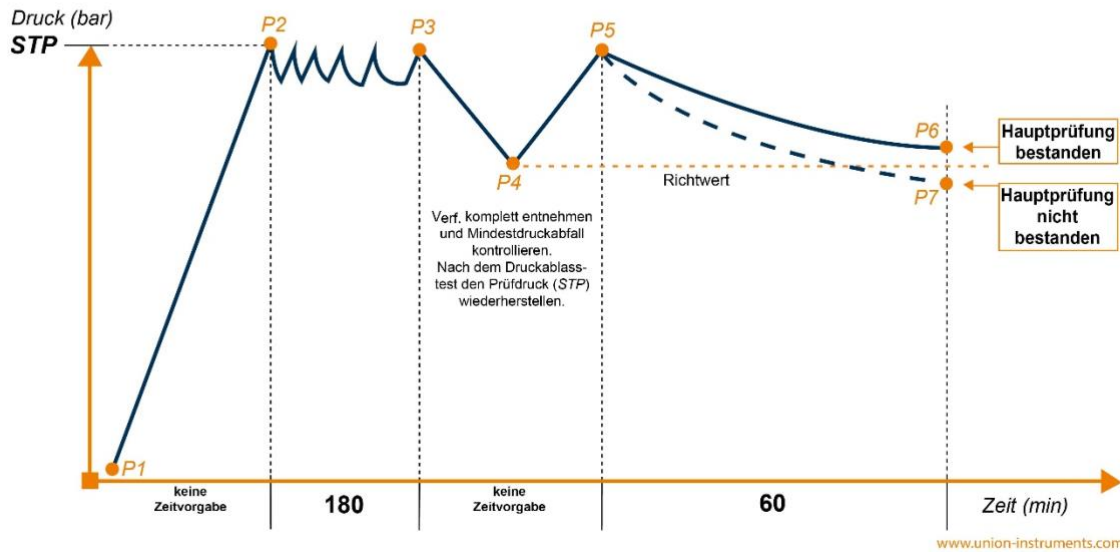
### 1. Beschleunigtes Normalverfahren (Druckverlustmethode)

Die umfangreichsten Änderungen erhielt das beschleunigte Normalverfahren. Dabei handelt es sich um eine Innendruckprüfung für Rohrleitungen aus duktilem Gusseisen und Stahl mit Zementmörtelauskleidung bis zu einer Nennweite von DN 600. Bei Rohrleitungen mit größeren Nennweiten ist das einflussminimierte Normalverfahren oder das Normalverfahren anzuwenden.

In der Praxis wurde festgestellt, dass die zuvor definierte Vorprüfung (Sättigungsphase) von 30 Minuten oftmals zu kurz war, um eine ausreichende teilweise Sättigung zu erreichen. Daher hat man für das beschleunigte Normalverfahren nun mehrere Varianten, in Abhängigkeit von der Nennweite der zu prüfenden Rohrleitung, eingeführt.

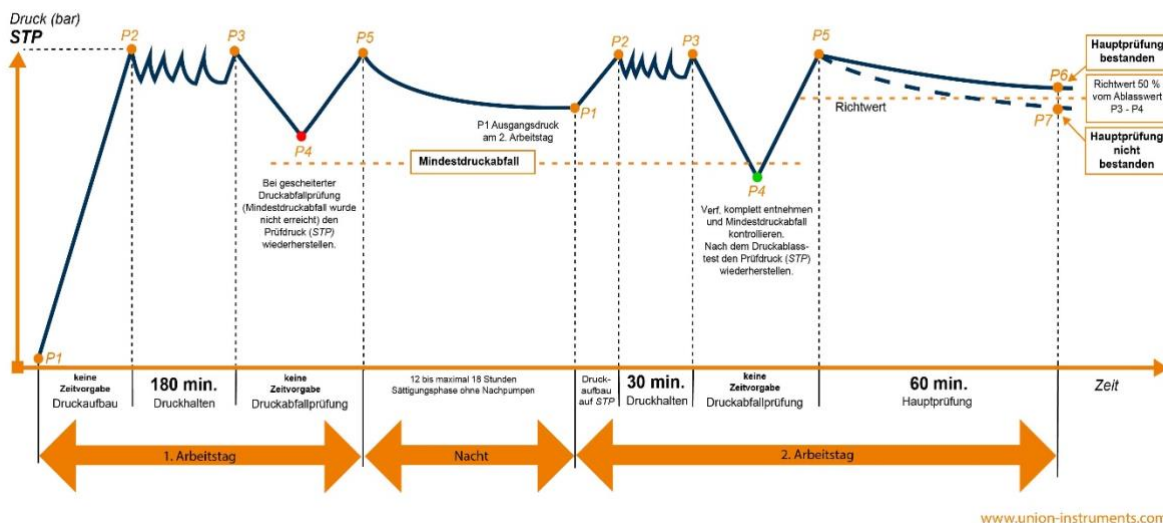
Die erste Variante ist für Rohrleitungen mit Nennweiten bis max. DN 200. Der generelle Ablauf des Verfahrens hat sich hier nicht geändert. Lediglich die Dauer der Vorprüfung wurde auf 3 Stunden erhöht. Zu beachten ist hier, dass während der Vorprüfung das Nachpumpverhalten zu untersuchen und die Sättigung nachzuweisen ist. Eine Sättigung tritt ein, wenn die pro Zeiteinheit nachzupumpende Wassermenge abnimmt. Sollten innerhalb der 3 Stunden Fehler, wie z.B. Undichtigkeiten auftreten, so darf die Vorprüfung zur Fehlerbehebung unterbrochen werden. Ist mit Ablauf der 3 Stunden keine Sättigung nachgewiesen, so ist die Prüfung einmalig in angepasster Form durchzuführen. Wird die Sättigung nachgewiesen, so ist die Vorprüfung erfolgreich und es wird mit der Druckabfallprüfung und anschließender Hauptprüfung fortgefahren. Bei gescheiterter Druckabfallprüfung, gescheiterter Hauptprüfung oder bei eintretendem Arbeitszeitmangel gilt ebenfalls die Fortsetzung der Prüfung in angepasster Form.

**7.8.1 Beschleunigtes Normalverfahren / DVM für Gusseisen/Stahl mit Zementmörtelauskleidung**  
**7.8.1.1 Nennweite ≤ DN 200**

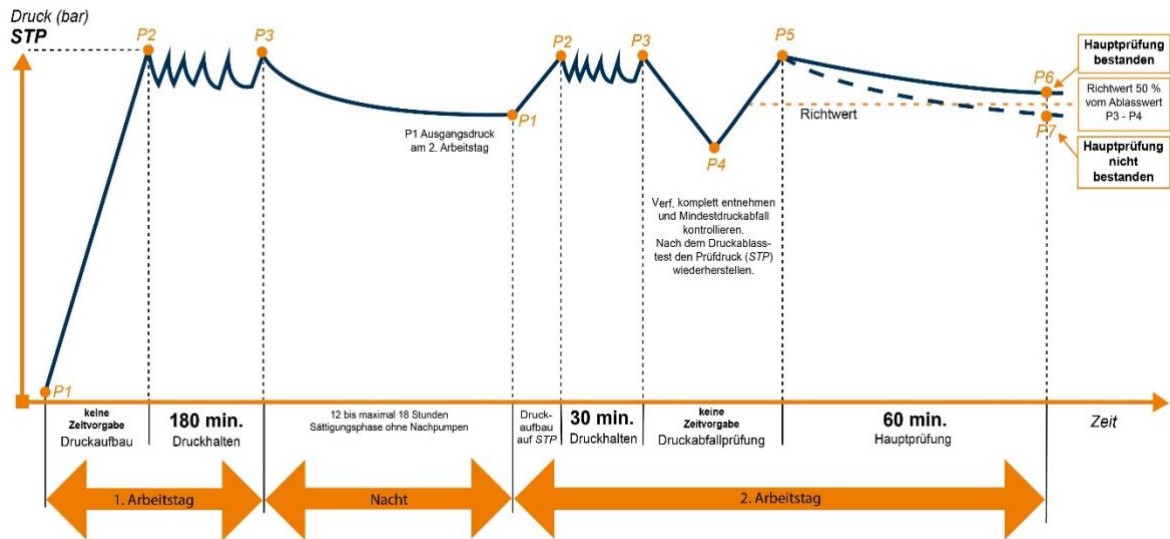


Für das angepasste Verfahren für Rohrleitungen mit Nennweiten bis max. DN 200 wird zunächst ein erneuter Druckaufbau auf den Systemprüfdruck STP durchgeführt. Sollte der Wechsel in das angepasste Verfahren aufgrund einer gescheiterten Druckabfallprüfung erfolgen, so muss die Rohrleitung vor erneuter Beaufschlagung des Systemprüfdrucks STP entlüftet werden. Generell ist eine zusätzliche erneute Entlüftung der Rohrleitung kein Fehler. Prüft man beispielsweise eine Rohrleitung, in der das Prüfmedium eine Mischung aus Wasser und Wasserstoffperoxyd ist, so können durch das Ausgasen vom Wasserstoffperoxyd neue Luftpolster entstehen. Nach dem Druckaufbau folgt eine Ruhephase ohne Nachpumpen von mindestens 12, aber maximal 18 Stunden. Im Anschluss wird die Rohrleitung wieder mit dem Systemprüfdruck STP beaufschlagt und anschließend einer 30-minütigen Druckhaltephase unterzogen. Die Druckhaltephase endet mit erneutem Nachpumpen auf den Systemprüfdruck STP. Im Anschluss wird dann die Druckabfall- und Hauptprüfung durchgeführt.

**7.8.1 Beschleunigtes Normalverfahren/DVM für Gusseisen/Stahl mit Zementmörtelauskleidung**  
**7.8.1.4 Angepasstes Verfahren für DN/ID ≤ 200 mm - gescheiterte Druckabfallprüfung**



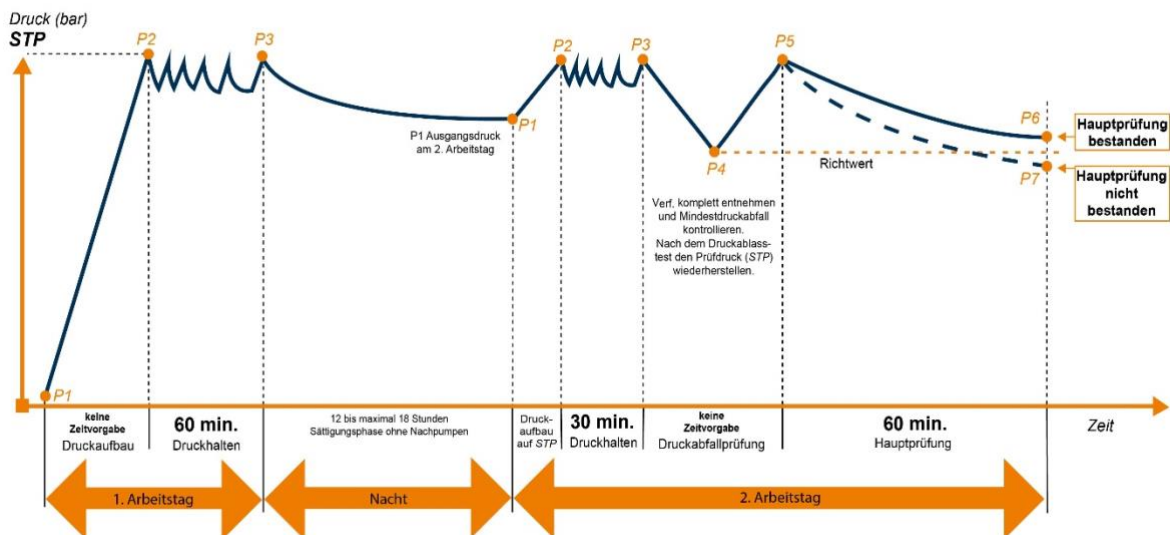
**7.8.1 Beschleunigtes Normalverfahren/DVM für Gusseisen/Stahl mit Zementmörtelauskleidung**  
**7.8.1.4 Angepasstes Verfahren für DN/ID ≤ 200 mm - Arbeitszeitmangel**



www.union-instruments.com

Die dritte Variante ist für Rohrleitungen mit Nennweiten von DN 200 bis max. DN 600. Bei solch großen Rohrleitungen tritt die teilweise Sättigung in der Regel erst nach einer längeren Zeit ein. Daher beinhaltet dieses Verfahren eine verlängerte Vorprüfung. Man beginnt mit dem Druckaufbau auf den Systemprüfdruck STP und geht danach in eine 60-minütige Druckhaltephase über. Die Druckhaltephase endet mit erneutem Nachpumpen auf den Systemprüfdruck STP. Im Anschluss folgt wie auch im zuvor beschriebenen angepassten Verfahren eine Ruhephase ohne Nachpumpen von mindestens 12, aber maximal 18 Stunden. Bevor dann die Druckabfallprüfung durchgeführt wird, wird erneut auf den Systemprüfdruck STP hochgepumpt und dieser für weitere 30 Minuten gehalten. Bei erfolgreicher Druckabfallprüfung wird mit der Hauptprüfung fortgesetzt.

**7.8.1 Beschleunigtes Normalverfahren/DVM für Gusseisen/Stahl mit Zementmörtelauskleidung**  
**7.8.1.6 Verlängerte Vorprüfung für DN > 200 bis 600 mm**



www.union-instruments.com

Bei allen drei Varianten wird der zulässige Druckabfall während der Hauptprüfung durch den eintretenden Druckabfall während der Druckabfallprüfung bestimmt. Zu beachten ist aber,

dass bei der Durchführung des angepassten Verfahrens für Rohrleitungen mit Nennweiten bis max. DN 200 der zulässige Druckverlust nur mit der Hälfte des zulässigen Druckverlusts aus der zuvor beschriebenen Standardvariante für Rohrleitungen mit Nennweiten bis max. DN 200 anzusetzen ist. Generell gilt für das beschleunigte Normalverfahren, dass die Rohrleitung im Falle der gescheiterten Prüfung danach nur noch im einflussminimierten Normalverfahren oder Normalverfahren geprüft werden darf.

## **2. Kontraktionsverfahren (Druckverlustmethode)**

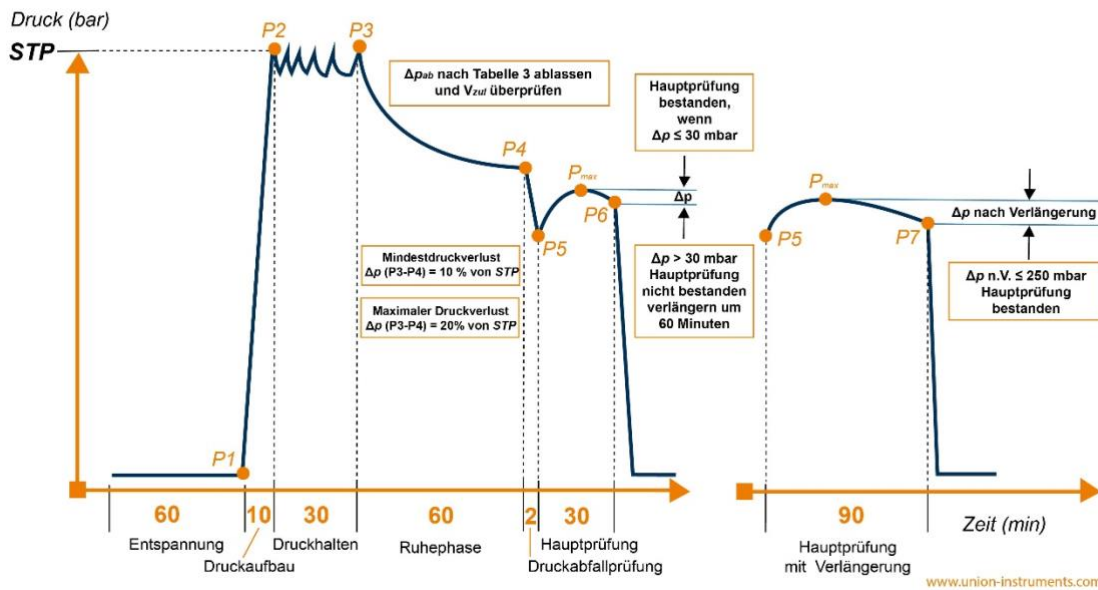
Auch beim Kontraktionsverfahren, welches zur Prüfung von Kunststoffrohrleitungen verwendet wird, gab es im Zuge der Aktualisierung des Arbeitsblattes einige Änderungen. In Zukunft besteht die Möglichkeit PE-Rohrleitungsabschnitte aus gleichem Werkstoff, aber mit unterschiedlichen SDR-Werten gemeinsam zu prüfen. Hier muss fortan also keine Unterteilung in einzelne Prüfabschnitte mehr erfolgen. Um eine Überlastung der Rohrleitung mit dem höchsten SDR-Wert zu vermeiden, wird sich zur Ermittlung des Systemprüfdrucks STP an der Rohrleitung mit dem höchsten SDR-Wert orientiert. Des Weiteren ist der Systemprüfdruck STP für Rohrleitungen aus PE 100 SDR 17 zukünftig mit 15 bar anzusetzen. Die bisherige Sonderdefinition des Systemprüfdrucks STP von max. 12 bar wurde gestrichen. Aufgrund der Erkenntnis, dass sich das viskoelastische Verhalten von PE-Leitungen doch deutlich von dem von PVC-Leitungen unterscheidet, dürfen diese zukünftig nicht mehr im Kontraktionsverfahren, sondern nur noch im Normalverfahren geprüft werden.

Auch im eigentlichen Prüfablauf des Kontraktionsverfahrens gab es kleinere Änderungen. Zusätzlich zur Luftfreiheitsprüfung in der Druckabfallprüfung wurde ein weiteres Kriterium zum Nachweis ausreichender Luftfreiheit eingeführt. In der einstündigen Vorprüfung gilt zukünftig nicht nur der Grenzwert für den max. zulässigen Druckabfall von 20%, sondern zusätzlich auch noch das Kriterium eines Mindestdruckabfalls von 10%. Sollte dieser Mindestdruckabfall nicht eintreten, wird davon ausgegangen, dass die Rohrleitung nicht ausreichend entlüftet wurde. Ist die Vorprüfung oder die Druckabfallprüfung gemäß der Kriterien nicht erfolgreich, ist die Prüfung abzubrechen und nach erneuter Entlüftung von vorne zu starten oder alternativ in die Wasserverlustmethode zu wechseln. Bei Rohrleitungen aus PE 100 SDR 17 kann im Falle von Wiederholungsprüfungen das Kriterium vom Mindestdruckabfall in der Vorprüfung außer Acht gelassen werden.

Um eine Verlängerung der Hauptprüfung aufgrund von eintretenden minimalen Druckverlusten am Ende der 30 Minuten zu verhindern, wurde für die Hauptprüfung ein zulässiger Druckabfall von 30 mbar eingeführt. Sollte dieser zulässige Druckverlust überschritten werden, so ist die Hauptprüfung um weitere 60 Minuten zu verlängern. In der gesamten Prüfzeit von 90 Minuten gilt dann ein zulässiger Druckverlust von 250 mbar. Ist der eintretende Druckverlust kleiner der zugelassenen Druckverluste, so kann die Rohrleitung als dicht bewertet werden.

Sollte aufgrund der gescheiterten Vorprüfung oder Druckabfallprüfung der Wechsel in die Wasserverlustmethode erfolgen, so ist direkt im Anschluss an die Druckabfallprüfung eine Hauptprüfung von 90 Minuten durchzuführen. Der in dieser Hauptprüfung eintretende Druckabfall wird gemessen und anschließend durch erneutes Nachpumpen bis zum Maximaldruck innerhalb dieser Prüfzeit ausgeglichen. Im Anschluss wird dieser Druckverlust durch das Ablassen einer Wassermenge erneut hergestellt. Die dabei abgelassene Wassermenge ist zu messen und anschließend mit der zu berechnenden zulässigen Wassermenge verglichen. Bei der Berechnung der zulässigen Wassermenge wird die identische Formel wie bei der Druckabfallprüfung verwendet. Der Ausgleichsfaktor  $f$  ist dabei mit 1,05 und der Druckabfall mit 0,25 bar zu wählen. Ist die abgelassene Wassermenge kleiner gleich der zulässigen Wassermenge war die Prüfung erfolgreich und die Rohrleitung kann als dicht bewertet werden.

### 7.8.3 Kontraktionsverfahren/DVM für PE 80 / PE 100 / PE-Xa



### 3. Normalverfahren (Druckverlustmethode)

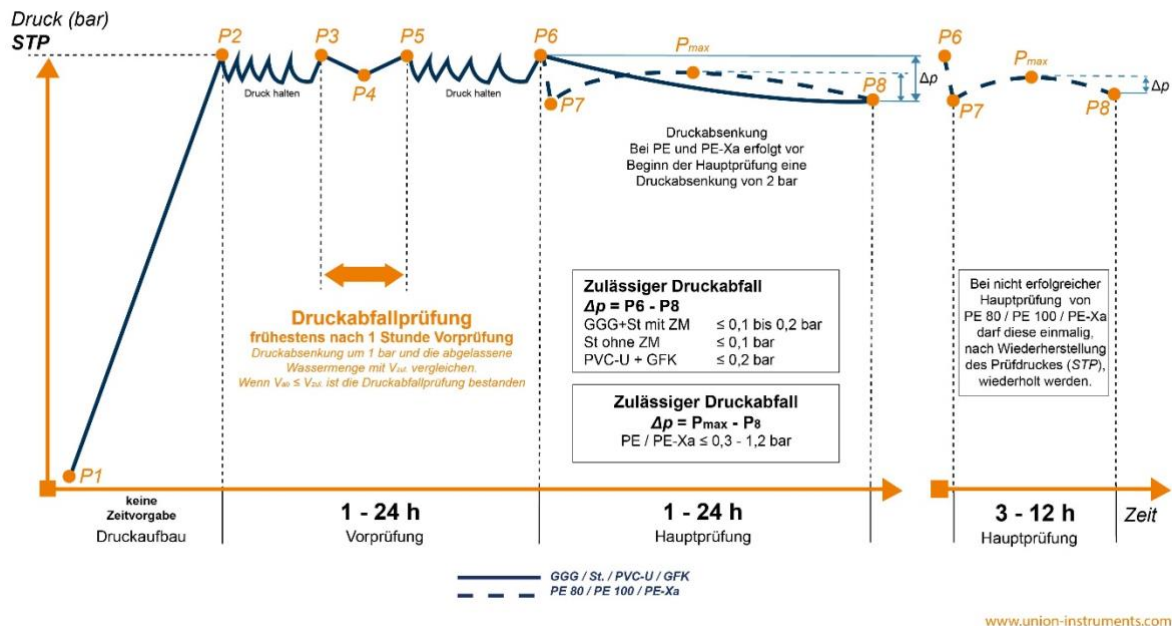
Das Normalverfahren ist das einzige Verfahren, welches für alle Rohrleitungen angewendet werden kann. Aus zeitlicher Sicht ist das Normalverfahren im Vergleich zu den anderen Verfahren aber am unattraktivsten. Am grundsätzlichen Ablauf des Normalverfahrens hat sich mit der Einführung des aktualisierten Arbeitsblattes nichts geändert. Bei der Prüfung von Rohrleitungen aus PE 100, PE 80 und PE-Xa besteht bei erstmals gescheiterter Hauptprüfung in Zukunft die Möglichkeit diese einmalig zu wiederholen.

Auch wurde der zu wählende Systemprüfdruck STP für Rohrleitungen aus PE 100 SDR 17 wie auch beim Kontraktionsverfahren auf max. 15 bar gesetzt.

Bisher bestand in der Druckabfallprüfung die Möglichkeit zu wählen, ob der Druck um 0,5 bar oder um 1 bar verringert werden soll. Diese Wahlmöglichkeit besteht ab sofort nicht mehr. Zukünftig ist immer eine Druckabsenkung um 1 bar vorzunehmen.

Aufgrund von gesammelten Erfahrungen in der Praxis wurde die Dauer der Vorprüfung bei Rohrleitungen mit Zementmörtelauskleidung auf mindestens 24 Stunden gesetzt. Zu empfehlen ist je nach Rohrleitungsdimension aber eine Anpassung dieser Vorprüfungszeit nach oben. Ziel ist es, dass die Zementmörtelauskleidung vollständig gesättigt ist.

## 7.8.4 Normalverfahren für alle Werkstoffe, Nennweiten und ggf. Auskleidungen

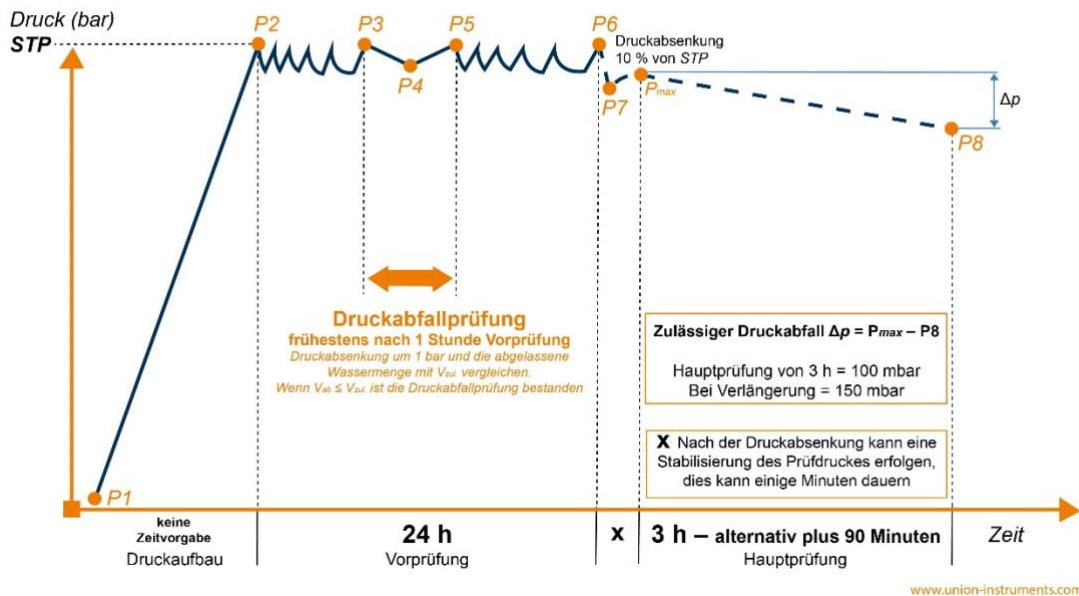


### 4. Einflussminimiertes Normalverfahren (Druckverlustmethode)

Für Rohrleitungen aus Gusseisen oder Stahl mit Zementmörtelauskleidung wurde zusätzlich zum beschleunigten Normalverfahren und Normalverfahren das einflussminimierte Normalverfahren eingeführt. Dieses Verfahren beansprucht mindestens zwei Tage und ist aus zeitlicher Sicht zwischen dem beschleunigten Normalverfahren und dem Normalverfahren anzusiedeln. Nach dem Druckaufbau auf den Systemprüfdruck STP folgt eine Vorprüfung mit integrierter Druckabfallprüfung. Die Druckabfallprüfung ist wie auch beim Normalverfahren frühestens nach 1 Stunde Vorprüfung durchzuführen. Während der Vorprüfung ist der Systemprüfdruck STP durch ständiges Nachpumpen aufrecht zu erhalten und das Nachpumpverhalten in zeitlicher Abhängigkeit dauerhaft auf das Eintreten der zunehmenden Sättigung zu überprüfen. Sollte kein Eintreten der Sättigung erkennbar sein, so ist die Vorprüfung wie auch beim beschleunigten Normalverfahren für die Fehlersuche/Fehlerbehebung zu unterbrechen.

Unmittelbar nach der Vorprüfung wird eine Druckabsenkung um ca. 10% vorgenommen, woraus unter Umständen (Abhängig von der Zusammensetzung der Zementmörtelkleidung) dann ein leichter Druckanstieg resultieren kann. Der anschließende Druckverlauf wird in einer 3-stündigen Hauptprüfung dokumentiert. Die zeitliche Begrenzung zielt dabei darauf ab, den Einfluss von Temperaturschwankungen zu minimieren. Im Zweifel darf die Prüfzeit der Hauptprüfung um weitere 1,5 Stunden oder bis zum tageszeitlichen Temperatursausgleich verlängert werden. Der Druck darf ab Ende des Druckanstiegs max. um 0,1 bar fallen. Sollte die Prüfzeit um 1,5 Stunden verlängert werden, gilt der Grenzwert 0,15 bar.

## 7.8.2 Einflussminimiertes Normalverfahren/DVM für Gusseisen/Stahl mit Zementmörtelauskleidung



### Füllen und Entlüften der Rohrleitung

Gerade hinsichtlich der strengen Kriterien bzgl. der vollständigen Luftfreiheit der zu prüfenden Rohrleitung ist die korrekte Befüllung und Handhabung der Entlüftung von großer Wichtigkeit. Die Befüllung der Rohrleitung sollte nach Möglichkeit immer vom Tiefpunkt aus und mit geöffneten Ventilen durchgeführt werden. Zu empfehlen ist hierbei die Verwendung von Entlüftungsventilen. So kann Luft problemlos entweichen, das Wasser bleibt jedoch vollständig in der Rohrleitung. Wird durch das Spülen mit Wasser keine ausreichende Entlüftung erreicht, so ist die Rohrleitung einer Molchung zu unterziehen.

### Im Folgenden einmal die wichtigsten Änderungen zusammengefasst:

- Druckprüfungen sind von sachkundigem Personal durchzuführen
- Grundlegende Änderungen an die Geräte- und Messtechnik
  - Präzisierung der Anforderungen an die Messung und Übertragung der abgelassenen Wassermenge
- Neue Definition des Prüfdruckes für Rohrleitungen aus PE 100 SDR 17
- Komplette Überarbeitung des beschleunigten Normalverfahrens
- Einführung des neuen einflussminimierten Normalverfahrens
- Verschärfung der Kriterien bzgl. der Luftfreiheit im Kontraktionsverfahren
- Zulässiger Druckabfall ( $\leq 30$  mbar) in den ersten 30 Minuten der Hauptprüfung im Kontraktionsverfahren
- Kleinere Änderungen im Normalverfahren
  - Wahl des durchzuführenden Druckabfalls entfällt
  - Möglichkeit der erneuten Durchführung der Hauptprüfung bei Rohrleitungen aus PE



## Fazit

Eine der wichtigsten Verordnungen im Bereich Druckprüfungen in Deutschland wurde im August 2022 grundlegend aktualisiert und gibt damit den neusten Stand der Technik wieder. Die strengeren Anforderungen sorgen jedoch auch dafür, dass Auftraggebende sicherstellen müssen, dass beauftragte Personen oder Firmen für ihre Tätigkeiten hinreichend qualifiziert und ausgestattet sind.

Insbesondere die Druckprüfungen fordern beachtliche Ansprüche zur Prüfung der Betriebsfähigkeit und müssen mit größter Sorgfalt durchgeführt werden. Überhöhte Leitungsdrücke, Temperaturen und Prüfzeiten führen nicht zwingend zu direktem Versagen, können aber die Langlebigkeit und Nutzungsdauer der Rohrleitungen erheblich beeinträchtigen. Daher bietet das neue Regelwerk die Basis für eine effizientere und wirtschaftlicherer Vorgehensweise.

Hinsichtlich des immer weiter fortschreitenden Fachkräftemangels und der damit wertvollen Ressource Zeit werden vollautomatische Prüfsysteme immer mehr Bedeutung am Markt erlangen. Die UNION Instruments GmbH bietet ein solches vollautomatisches Prüfsystem an. Vollautomatisch bedeutet in diesem Fall, dass zusätzlich zum automatischen Druckaufbau und Druckhalten auch alle Phasenwechsel und die Druckabfallprüfung inklusive automatisch protokollierter Wassermengenmessung vollautomatisch durchgeführt werden. Das Prüfsystem muss also lediglich auf- und abgebaut sowie parametrieren werden.