

Sowohl Ungenauigkeiten und Fehler in der Ausschreibung als auch unsachgemäße Ausführung sind Gründe für Schwierigkeiten und Auseinandersetzungen bei der Abwicklung von Leistungen der Dichtheitsprüfung. In der Praxis werden immer wieder Schwachstellen und Fehler festgestellt, die von Auftraggeber bzw. Auftragnehmer zu vertreten sind.

Der Auftraggeber sollte in der Ausschreibung Prüfvorschrift und -methode vorgeben. Es ist festzustellen, dass häufig Fehler bei der Wahl der Prüfzeiten gemacht werden – insbesondere bei der Prüfung einzelner Rohrverbindungen. Oft ist das Prüfvolumen bei der Prüfung einzelner Rohrverbindungen unbekannt, oder es wird die erforderliche Beruhigungszeit nicht eingehalten. Auch der zulässige Befülldruck der Dichtelemente ist nicht immer bekannt. Hinzu kommt in vielen Fällen eine fehlende oder unvollständige Sicherheitstechnik. Die Prüfprotokolle sind z.T. nicht nachvollziehbar, da erforderliche Angaben fehlen.

Auch bei der Bewertung von Prüfprotokollen ist das Wissen um die Zusammenhänge bei der Dichtheitsprüfung erforderlich. Daher wird im Folgenden eine Übersicht der wichtigsten Verfahren, Zusammenhänge und Regelwerke gegeben, die als Arbeitshilfe für die Praxis dienen soll.

Zur Prüfung der Dichtheit sind die Methoden mit Messung eines Prüfmedienverlustes am

Dichtheitsprüfung in der Praxis

von Dr.-Ing. Marco Künster*

weitesten verbreitet. Hier werden drei grundsätzlich unterschiedliche Methoden angeboten, die jeweils als haltungsweise Prüfung oder als Prüfung einzelner Rohrverbindungen („Muffenprüfung“) zum Einsatz kommen können. Es handelt sich um die Wasserdruckprüfung, die Luftüberdruckprüfung und die Luftunterdruckprüfung.

Wasserdruckprüfung

Wie bei den anderen Verfahren auch, wird der Prüfraum zunächst durch Absperrlemente vom übrigen Rohr luft- und wasserdicht getrennt. Die Wasserprüfung unterscheidet sich grundsätzlich von den beiden anderen Methoden durch die physikalischen Eigenschaften des eingesetzten Prüfmediums. Wasser ist im Gegensatz zum Prüfmedium Luft inkompressibel. Deshalb muss bei der Prüfung mit Wasser eine Wassersäule aufgebaut werden, deren Höhe den Prüfdruck bestimmt. 1 m Wassersäule über dem Prüfraum entspricht einem Druck von 100 mbar (= 10 k Pa). Da der Prüfdruck von der Höhe der Wassersäule abhängig ist, verändert sich dieser auch über die Höhe des Prüfraumes. Der Prüfdruck steigt konstant vom oberen bis zum unteren Ende

des Prüfraumes an. Je größer die Höhe des Prüfraumes, d.h. also je größer der Durchmesser des zu prüfenden Rohres, desto höher ist die Druckdifferenz innerhalb des Prüfraumes.

Eine eventuell vorhandene Undichtigkeit des Prüfraumes hat dann ein Absinken des Wasserspiegels zur Folge. Die vorher festgelegte Höhe des Wasserspiegels wird daher während der Prüfzeit durch Nachfüllen innerhalb bestimmter Grenzen (nach DIN EN 1610: 10 cm Wassersäule) gleichgehalten und die nachgefüllte Wassermenge bestimmt. Überschreitet sie einen gewissen Grenzwert nicht, gilt die Prüfung als bestanden. Um das Ergebnis nicht zu verfälschen, ist darauf zu achten, dass der Prüfraum vollständig entlüftet ist. Lufteinschlüsse im Wasser führen dazu, dass das Ergebnis auch in Abhängigkeit der eingeschlossenen Luftmenge unterschiedlich ausfällt.

Luftprüfung

Die Vorgehensweise beim Prüfmedium Luft unterscheidet sich hiervon grundsätzlich. Da Luft komprimiert werden kann, ist es möglich, einen bestimmten Druck im Prüfraum zu speichern. Da dieser Druck nicht von einer Wassersäule, sondern

von der komprimierten Luftmenge abhängig ist, wirkt er über die gesamte Höhe des Prüfraumes konstant. Entweicht während der Prüfzeit durch eine Leckage eine bestimmte Luftmenge, entspannt sich der Druck im Prüfraum. Diese Druckdifferenz wird gemessen und darf während einer bestimmten Prüfzeit einen Grenzwert nicht überschreiten, damit die Prüfung des geprüften Abschnittes als bestanden einzustufen ist.

Bei der Luftprüfung ist zusätzlich zu beachten, dass die in einer Prüfung gemessene Druckdifferenz nicht nur von der Leckagegröße abhängig ist, sondern zusätzlich von der Größe des Prüfraumes. Grund hierfür ist, dass in einem größeren Prüfraum eine größere Luftmenge komprimiert werden muss, um einen gleichen Druck zu erzeugen. Bei einem größeren Luftvolumen entweicht daher an der gleichen Leckage – relativ gesehen – eine kleinere Luftmenge, was zu einer geringeren Druckdifferenz führt. Das ist ein wesentlicher Unterschied zur Wasserdruckprüfung, bei der das Prüfvolumen keinen Einfluss auf das Ergebnis hat und zur Reduzierung des Wasserverbrauches möglichst klein

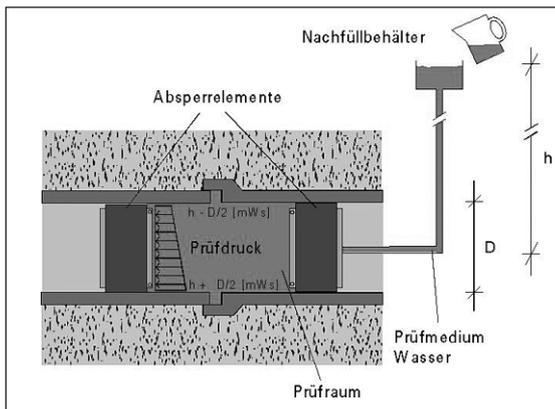


Abbildung 1: Druckaufbau Wasserdruckprüfung

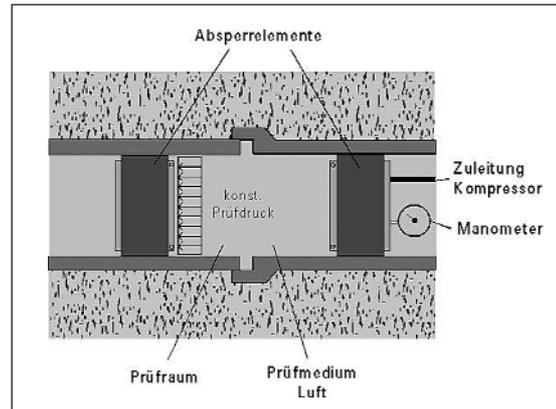


Abbildung 2: Druckaufbau Luftüberdruckprüfung

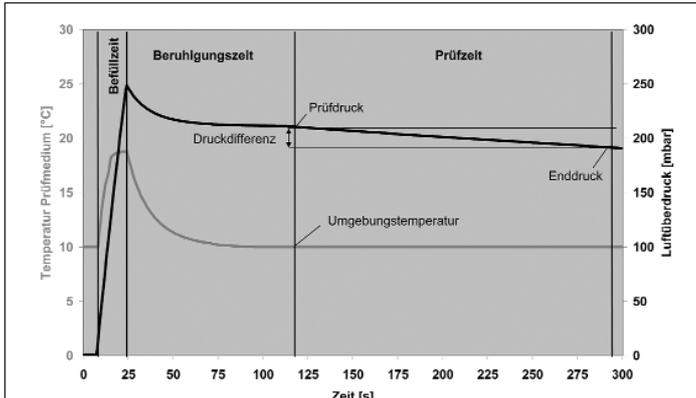


Abbildung 3: Beruhigungszeit Luftüberdruckprüfung

	Normen		Merk-/Arbeitsblätter
	Öffentliche Kanäle	Private Leitungen	Öffentliche Kanäle/ private Leitungen
Abnahmeprüfung	DIN EN 1610** (bis 1998: DIN 1033*) DIN EN 12089** (grabenlose Verlegung)	DIN EN 752-5 (außerhalb von Gebäuden)	ATV-DVWK A 139** (Ergänzungen und Hinweise zur DIN EN 1610)
Wiederholungsprüfung		DIN 1986-30** (innerhalb von Gebäuden)	ATV-DVWK M 143, T 6**
Abnahme-/Wiederholungsprüfung		DIN EN 752-2 (außerhalb von Gebäuden)	ATV-DVWK A 142 (Wassergewinnungsgebiete) Stg LW, Nr. 4.3/6**

Abbildung 4: Regelwerke zur Dichtheitsprüfung

gewählt werden sollte. Bei einer Haltungsprüfung ist das Verhältnis von Prüfvolumen zur geprüften Rohrwandung konstant. Bei der Luftdruckprüfung einzelner Rohrverbindungen hingegen ist die Prüfraumgröße jedes einzelnen Gerätes zu ermitteln und die Prüfzeit entsprechend anzupassen. Dadurch ergeben sich bei kleinen Prüfräumen kürzere Prüfzeiten und damit größere mögliche Tagesleistungen und entsprechend geringere Kosten für die Dichtheitsprüfung. Viele „Muffenprüfgeräte“ haben daher einen kleinen Prüfraum, wodurch das Ergebnis der Prüfung jedoch bereits bei minimalen Umläufigkeiten der Dichtelemente stark beeinflusst wird.

Eine zusätzliche Einflussgröße bei der Luftüberdruckprüfung ist die Beruhigungszeit. Diese zwischen Druckaufbau und Prüfbeginn abzuwartende Zeitspanne ist erforderlich, da sich die im Prüfraum eingeschlossene Luft bei der Komprimierung erwärmt. Anschließend kühlt sich die komprimierte Luft auf Rohrtemperatur ab, wobei sich der Druck langsam verringert. Damit diese temperaturbedingte Druckänderung nicht zu einer Verfälschung des Prüfergebnisses führt, wird die Beruhigungszeit erforderlich. Daher ist darauf zu achten, dass die im entsprechenden Regelwerk hierfür vorgesehene Zeitspanne vom Prüfunternehmen exakt eingehalten wird.

Luftunterdruckprüfung

Die Luftunterdruckprüfung bietet bezüglich der Arbeitssicherheit große Vorteile. Die Eignung dieser Prüfmethode für die Dichtheitsprüfung von erdüberdeckten Leitungen wird jedoch kritisch gesehen, da bei kleinen Leckagen durch den Unterdruck angesaugte Bodenteilchen sich in der Leckage festsetzen und somit das Prüfergebnis verfälschen können. Mehrere Prüfungen können daher zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Auf dieses Verfahren wird daher hier nicht weiter eingegangen.

Um eine objektive Dichtheitsprüfung gewährleisten zu können, ist neben der Prüfungsmethode z.B. auch Prüfdruck, Prüfdauer und zulässiger Prüfmedienverlust festzulegen. Diese sind in Regelwerken (siehe Abbildung 4) für verschiedene Prüfanlässe festgelegt.

Wasserdruckprüfung nach DIN EN 1610

Die Haltungsprüfung mit Wasser ist nach DIN EN 1610 das maßgebende Dichtheitskriterium für die Neubau- und Sanierungsabnahme und dient darüber hinaus als Grundlage für die Kriterien der Prüfung einzelner Rohrverbindungen, insbesondere für Rohrquerschnitte größer DN 1000. Schwierigkeiten ergeben sich bei der Prüfung einzelner Rohrverbindungen im nicht begehbaren Bereich.

Bei der Haltungsprüfung sind der Schacht bis zur GOK mit Wasser zu füllen und während der Prüfzeit von 30 Minuten der Wasserverlust zu messen. Für eine Haltung DN 1200 mit 40 m Länge ergibt sich dann eine zulässige Verlustmenge von 22 l/30 min. Dieser Wert ist auf das Rohr ohne Schächte bezogen (entgegen der Darstellung in Abbildung 5). Das dies eine sehr strenge Anforderung an die Dichtheit des Systems ist, lässt sich aus der Umrechnung des Wasserverlustes in eine zulässige Leckagegröße erkennen. Unter der Voraussetzung einer einzigen kreisrunden Leckage in dieser 40 m langen Haltung darf diese gerade einen Durchmesser von 3 bis 7 mm – je nach Position im Rohr – besitzen, um den zulässigen Wasserverlust von 22 l nicht zu überschreiten.

Die entsprechenden Werte für einen nicht begehbaren Querschnitt DN 300 betragen lediglich 5,7 l/30 min., und der zulässige Leckagedurchmesser reduziert sich auf 1 mm. Durch Leckagen dieser Größenordnung ist ein dauerhafter Abwasserverlust unwahrscheinlich, da sich je nach Position der Leckage im Rohr Schwebstoffe u.ä. in der Leckage ablagern.

Auf die „Muffenprüfung“ wird das Kriterium der Haltungsprüfung so übertragen, dass der zulässige Wasserverlust anstelle der 40-m-Haltung nur auf 1 m Rohrlänge bezogen wird. Grundsätzlich sind 500 mbar Prüfdruck einzuhalten, und die Prüfzeit beträgt eben-

falls 30 Minuten. So ergibt sich für das Beispiel eines Querschnitts DN 300 eine zulässige Wasserverlustmenge von 140 ml/30 min. (entsprechend einer Leckage mit einem Durchmesser von 0,1 mm). Die Übertragung der Kriterien von der Haltungsprüfung auf die Prüfung einzelner Rohrverbindungen („Muffenprüfung“) führt damit zu mehreren Problemen:

- die nachzuweisenden Grenzleckagen werden sehr klein (Möglichkeit und Erforderlichkeit zur Sanierung solcher Leckagen sind fraglich),
- der Prüfdruck ist mit 500 mbar höher als die übliche Druckbelastung aus dem normalen Betrieb (Beschädigung von Rohrverbindungen ist möglich),
- die Prüfzeit von 30 Minuten pro Rohrverbindung ist in der Praxis wegen eines nahezu direkten Einflusses der Prüfdauer auf die Kosten oftmals nicht praktikabel. Diese kann daher gemäß dem Arbeitsblatt ATV-DVWK 139 in Verbindung mit der zulässigen Verlustmenge auf 1/3 reduziert werden,
- die zulässige Wasserverlustmengen (im oben genannten Beispiel DN 300 = 140 ml) sind unter Baustellenbedingungen zu messen.

Luftüberdruckprüfung nach DIN EN 1610

Für die Haltungsprüfung sind Prüfdruck, Prüfdauer und

zulässiger Druckverlust in Tabelle 3 der DIN EN 1610 angegeben. Die verfahrenstechnischen Probleme bei der Wasserdruckprüfung einzelner Rohrverbindungen sind der Grund dafür, dass in diesem Bereich und insbesondere bei kleinen Durchmessern die Prüfung mit Luftüberdruck überwiegend zum Einsatz kommt. Hierbei wird ein Prüfdruck von üblicherweise 100 oder 200 mbar in Abhängigkeit vom Querschnitt über einige wenige Minuten aufgebaut. Der zulässige Druckverlust beträgt unabhängig vom gewählten Verfahren 15 mbar. Verfahrenstechnisch entstehen dann Probleme, wenn die Dichtelemente z.B. in korrodierten Betonrohren oder verschmutzten Rohren den Prüfraum nicht vollständig abdichten. Zusätzlich sind folgende Punkte zu beachten:

- Bei Zweifeln darf die Luftüberdruckprüfung wiederholt werden, danach ist das Ergebnis der Wasserdruckprüfung entscheidend.
- Bei Grenzfällen gibt es einen nicht exakt zu definierenden Bereich, in dem die Ergebnisse von Wasser- und Luftdruckprüfung voneinander abweichen.
- Die Kriterien der Luftüberdruckprüfung sind grundsätzlich etwas weniger scharf formuliert als die der Wasserdruckprüfung. In Grenzfällen kann die Prüfung daher mit Luft zum Ergebnis „bestanden“, während die Prüfung mit Wasser zur Einstufung „nicht bestanden“ führen kann. In der Praxis kann dies durch andere Einflüsse überlagert werden, wie z.B. die Ablagerung von Schwebstoffen.

In DIN EN 1610 ist keine Abstimmung der Prüfkriterien für verschiedene Prüfvolumina vorgegeben. Daher sind diese Kriterien für die Prüfung einzelner Rohrverbindungen nur unter bestimmten Umständen geeignet. Diese sind im Einzelfall festzulegen.

Vergleich der Prüfkriterien

In den Abbildungen 6 bis 8 wurden die Ergebnisse der Luftüberdruckprüfung nach DIN EN 1610 (Abbildung 6), nach ATV-DVWK M 143, T. 6 (Abbildung 7) und nach LfW 4.3-8 (Abbildung 8) an einer mit der Wasserprüfung eingestellten Grenzleckage gemessen. Bei den an dieser Grenzleckage durchgeführten Luftüberdruckprüfungen wurde zusätzlich die Prüfraumgröße variiert (Die Untersuchungen wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes am Institut für Baumaschinen und Baubetrieb der RWTH Aachen durchgeführt). Der Grenzwert der Luftdruckprüfung gemäß den betrachteten Regelwerken beträgt jeweils 15 mbar. Wird dieser Wert exakt erreicht, stimmt das Ergebnis der jeweiligen Luftüberdruckprüfung mit dem der Wasserdruckprüfung nach DIN EN 1610 überein. Ist der gemessene Druckverlust geringer als 15 mbar (Abbildungen 6 und 7), lässt die entsprechende Luftüberdruckprüfung größere Grenzleckagen im Vergleich zur Wasserdruckprüfung zu. Ist der gemessene Druckverlust größer als 15 mbar (Bild 8), lässt die entsprechende Luftüberdruckprüfung kleinere Grenzleckagen im Vergleich zur Wasserdruckprüfung zu.

Zusammenfassung

Aus wirtschaftlichen Gründen ist bei kleinen Querschnitten – überall dort, wo es aufgrund der seitlichen Einbindungen möglich ist – die Haltungsprüfung zu empfehlen. Auch weil sich die ohnehin strengen Anforderungen der Norm bei einer „Muffenprüfung“ noch weiter verschärfen. Grund hierfür ist, dass das Kriterium proportional übertragen wird, d.h. wenn bei einer Haltungsprüfung mit 40 m Länge ein Prüfmedienverlust entsprechend einer Leckage von 4 mm² zulässig ist, erlaubt die „Muffenprüfung“ lediglich eine Leckage von 0,1 mm². Einzelne geringfügige Undichtigkeiten können bei der

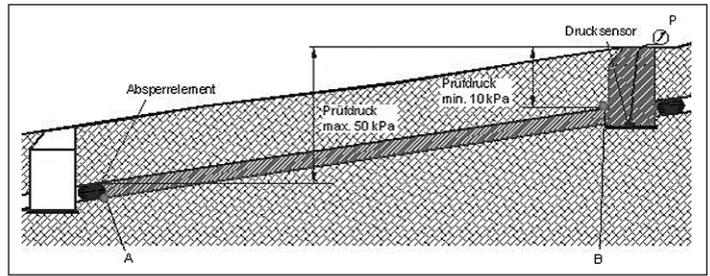


Abbildung 5: Haltungsprüfung nach DIN EN 1610

Prüfung einzelner Rohrverbindungen im Gegensatz zur Haltungsprüfung nicht durch dichte Abschnitte ausgeglichen werden. Wenn die Haltungsprüfung jedoch wegen äußerer Randbedingungen oder anderer Nachteile nicht in Frage kommt, kann alternativ die „Muffenprüfung“ mit Kamerabefahrung kombiniert werden.

Derzeit ist die Luftüberdruckprüfung bei richtiger Anwendung für die Prüfung einzelner Rohrverbindungen gerade in kleinen Nennweitenbereichen die brauchbarere Alternative. Mit der Wasserdruckprüfung, die derzeit überwiegend mit Sanierungspackern durchgeführt wird, ist lediglich eine qualitative Prüfung möglich; eine Prüfung entsprechend DIN EN 1610 (im Unterschied zu: „in Anlehnung an DIN EN 1610“) kann nicht durchgeführt werden. Die den Regelwerken zugrunde gelegten Dichtheitsanforderungen sind sehr streng und unterscheiden zwischen verschiedenen Prüfungsanlässen:

- Neubau-/Sanierungsabnahme, hier sind die Kriterien der DIN EN 1610 maßgebend. Bei der Prüfung einzelner Rohrverbindungen mit der Luftüberdruckprüfung kann jedoch mit den Prüfkriterien nach dem LfW-Merkblatt 4.3/6 sicher auf die maßgebende Dichtheitsanforderung geschlossen werden.
- Wiederholungs-/Gewährleistungsprüfung, an die geringere Anforderungen gestellt werden dürfen und sollten (ATV-DVWK M 143, T. 6 Dichtheitsprüfungen bestehender erdüberschütteter Abwasserleitungen und -ka-

näle und Schächte mit Wasserdruck-, Luftüber- und Unterdruck).

Qualität

Wegen der hier nur im Ansatz erkennbaren Komplexität des Themas ist aus Sicht der Gütesicherung insbesondere die Qualifikation des Personals der ausführenden Unternehmen eine wichtige Voraussetzung für die sachgerechte Abwicklung von Dichtheitsprüfungen. Diese Prüfung der Qualifikation des ausführenden Unternehmens wird in den entsprechenden Regelwerken, wie z. B. DIN EN 1610, gefordert:

„Die folgenden Faktoren der Qualifikation sind zu berücksichtigen:

- entsprechend ausgebildetes und erfahrenes Personal wird zur Überwachung und Ausführung des Bauvorhabens eingesetzt;
- durch den Auftraggeber eingesetzte Auftragnehmer haben die erforderlichen Qualifikationen, die zur Ausführung der Arbeit notwendig sind;
- Auftraggeber versichern sich, dass die Auftragnehmer die erforderlichen Qualifikationen besitzen.“

Im Anhang C dieser Norm heißt es weiter:

„Die Auftraggeber, die dieses wünschen, können ein System zur Prüfung von Lieferanten oder Unternehmen einrichten und betreiben.“

Die Gütesicherung RAL-GZ 961 ist ein solches System, durch das die Qualifikation der Unternehmen gegenüber den Auftraggebern nachgewiesen werden kann. Das hierfür geschaffene Kennzeichen ist das Gütezeichen D.

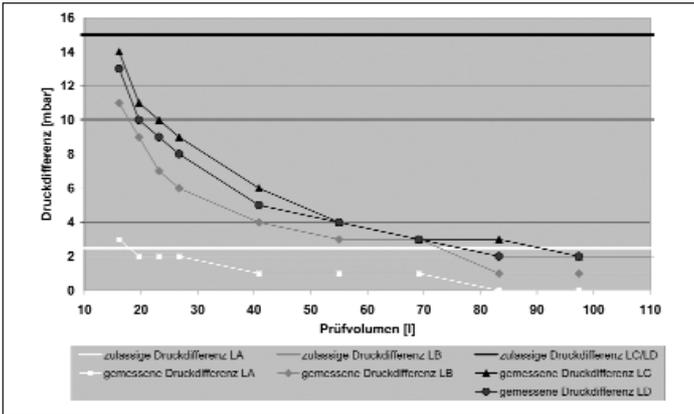


Abbildung 6: Ergebnisse der Luftüberdruckprüfungen nach DIN EN 1610 an einer mit der Wasserprüfung eingestellten Grenzleckage

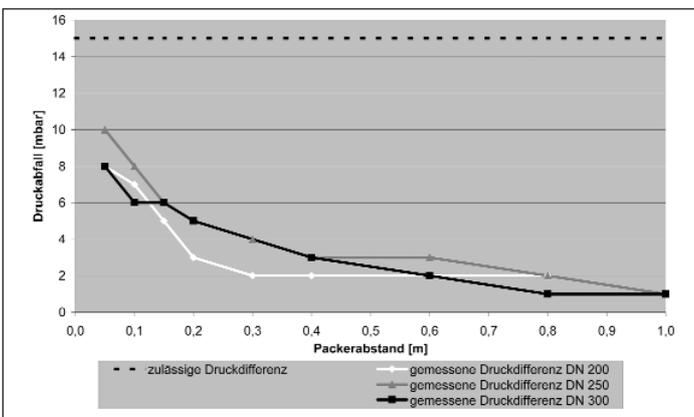


Abbildung 7: Ergebnisse der Luftüberdruckprüfung nach ATV-DVWK M 143 an einer mit der Wasserprüfung eingestellten Grenzleckage gemäß DIN EN 1610

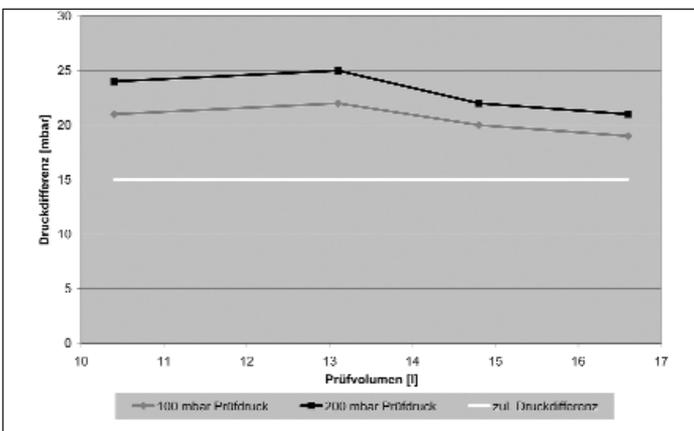


Abbildung 8: Ergebnisse der Luftüberdruckprüfung nach LfW 4.3/6 an einer mit der Wasserprüfung eingestellten Grenzleckage gemäß DIN EN 1610

Zu den Grundlagen der Qualitätssicherung nach RAL-GZ 961 gehören mindestens vier Bausteine, die ein Auftraggeber sowohl bei der Angebotsbewertung als auch während der Bau durchführung als Bestandteil eines Qualitätssicherungssystems fordern und nutzen sollte. Die hier genannten Bausteine können im Wesentlichen auch auf die Beurteilungsgruppen AK

(offener Kanalbau) übertragen werden.

■ Nachweis einer kontinuierlichen, erfolgreichen und zuverlässigen Kanalbautätigkeit sowie der Nachweis besonderer Erfahrungen im Kanalbau. Dazu zählen Angaben zu den in den letzten drei Jahren durchgeführten Projekten in Form einer Liste mit Angaben zu Nennweiten, Tiefenlagen, Längen, durch-

geführte Prüfungen und besondere Erschwernisse.

- Nachweis über Aus- und Weiterbildung des für den Baustelleneinsatz geplanten qualifizierten Fachpersonals.
- Verantwortlicher Dipl.-Ing., Ing.-grad. oder ein Meister (gegebenenfalls verantwortlicher Fachmann mit einer durch den Güteausschuss anzuerkennenden Qualifikation) mit Fachwissen zu Dichtheitsprüfungen von Abwasserleitungen und -kanälen.
- Das eingesetzte Personal muss bau-, betriebs- und materialtechnisches Fachwissen aus dem Kanalbau besitzen. Darüber hinaus ist eine mindestens einjährige Praxis mit Dichtheitsprüfung nach erfolgreicher Schulung, z.B. beim Hersteller des eingesetzten Gerätes, nachzuweisen.
- Schulung durch überbetriebliche Fortbildungsmaßnahmen
- Nachweis über die Mindestausstattung der Geräte und Maschinen.
- In jedem Fall sind erforderliche Einrichtungen entsprechend den Vorschriften der Arbeitsstättenverordnung, der UVV und den Sicherheitsregeln für Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen vorzuhalten.
- Absperrmaterial zur Baustellensicherung und Verkehrsleitung.
- Prüfgeräte für den Nachweis der Dichtheit nach DIN EN 1610, ATV-DVWK-A 139 und ATV-DVWK-M 143, Teil 6.
- Durchführung der Eigenüberwachung mit möglichst zeitgleicher Dokumentation der Bauausführung und der Prüfergebnisse.
- Folgende Protokollierungen werden im Zuge der Eigenüberwachung bei der Durchführung von Dichtheitsprüfungen an Abwasserleitungen und -kanälen vorgenommen: Protokollierung jeder Dichtheitsprüfung. Nachweis der monatlichen Überprüfung

der Druckmessenrichtung bei partiellen Prüfeinheiten sowie ein Nachweis über die jährliche Kalibrierung. Nachweis der regelmäßigen Wartung der Absperrrelemente.

Die von der Gütegemeinschaft Güteschutz Kanalbau den Mitgliedern empfohlenen Leitfäden für die Eigenüberwachung stellen ein Muster für eine solche Dokumentation der Eigenüberwachung dar. Sie können von der Internetseite der Gütegemeinschaft unter www.kanalbau.com kostenlos bezogen werden.

Zur Bestätigung der Qualifikation und Führung der Eigenüberwachungsunterlagen der Mitgliedsunternehmen sind bundesweit 20 Prüfindustrieure vom unabhängigen Güteausschuss beauftragt. Im Rahmen der regelmäßigen Bestätigung der Qualifikation werden derzeit etwa 1.300 Firmenbesuche und 2.500 Baustellenbesuche pro Jahr durchgeführt. ■

INFO
Hotline

Tel.: 02224/93 84 - 0
Fax: 02224/93 84 - 84
E-Mail: info@kanalbau.com
www.kanalbau.com