



Merkblatt Nr. 4.3/6

Stand: 01.07.1999

alte Nummer: 4.3-8

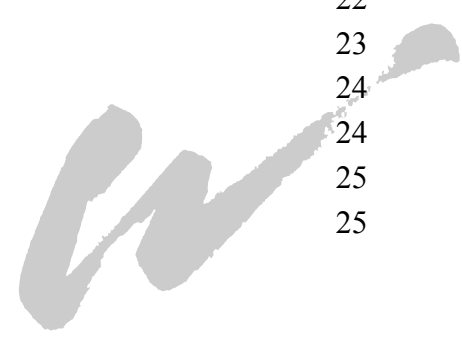
Ansprechpartner: Referat 33

Hausanschrift: Lazarettstraße 67
80636 München

Telefon: (089) 92 14-01
Telefax: (089) 92 14-14 35
Internet: <http://www.bayern.de/lfw>
E-Mail: poststelle@lfw.bayern.de

Prüfung alter und neuer Abwasserkanäle - Teil 2: Prüfverfahren

1	Anwendungsbereich	4
2	Begriffe	5
3	Optische Kontrolle	6
3.1	Einfache Sichtprüfung	6
3.2	Eingehende Sichtprüfung	6
3.2.1	Allgemeines	6
3.2.2	Kanalfernsehuntersuchung	7
3.2.3	Begehung	8
3.3	Rauchtest	8
4	Leckagedetektionsmethoden	8
5	Dichtheitsprüfung	9
5.1	Wahl des Prüfverfahrens	10
5.2	Prüfung neuer Abwasserleitungen, -kanäle und Schächte	11
5.2.1	Wasserdruckprüfung	11
5.2.2	Luftüberdruckprüfung	12
5.2.3	Unterdruckprüfung	16
5.2.4	Infiltrationsprüfung	17
5.2.5	Prüfung der Druckleitungen und Sammelräume	17
5.2.6	Prüfung der Unterdruckentwässerungssysteme	21
5.3	Prüfung alter Abwasserleitungen, -kanäle und Schächte	22
5.3.1	Wasserdruckprüfung	22
5.3.2	Luftüberdruckprüfung	23
5.3.3	Unterdruckprüfung	24
5.3.4	Infiltrationsprüfung	24
5.3.5	Prüfung der Druckleitungen und Sammelräume	25
5.3.6	Prüfung der Unterdruckentwässerungssysteme	25

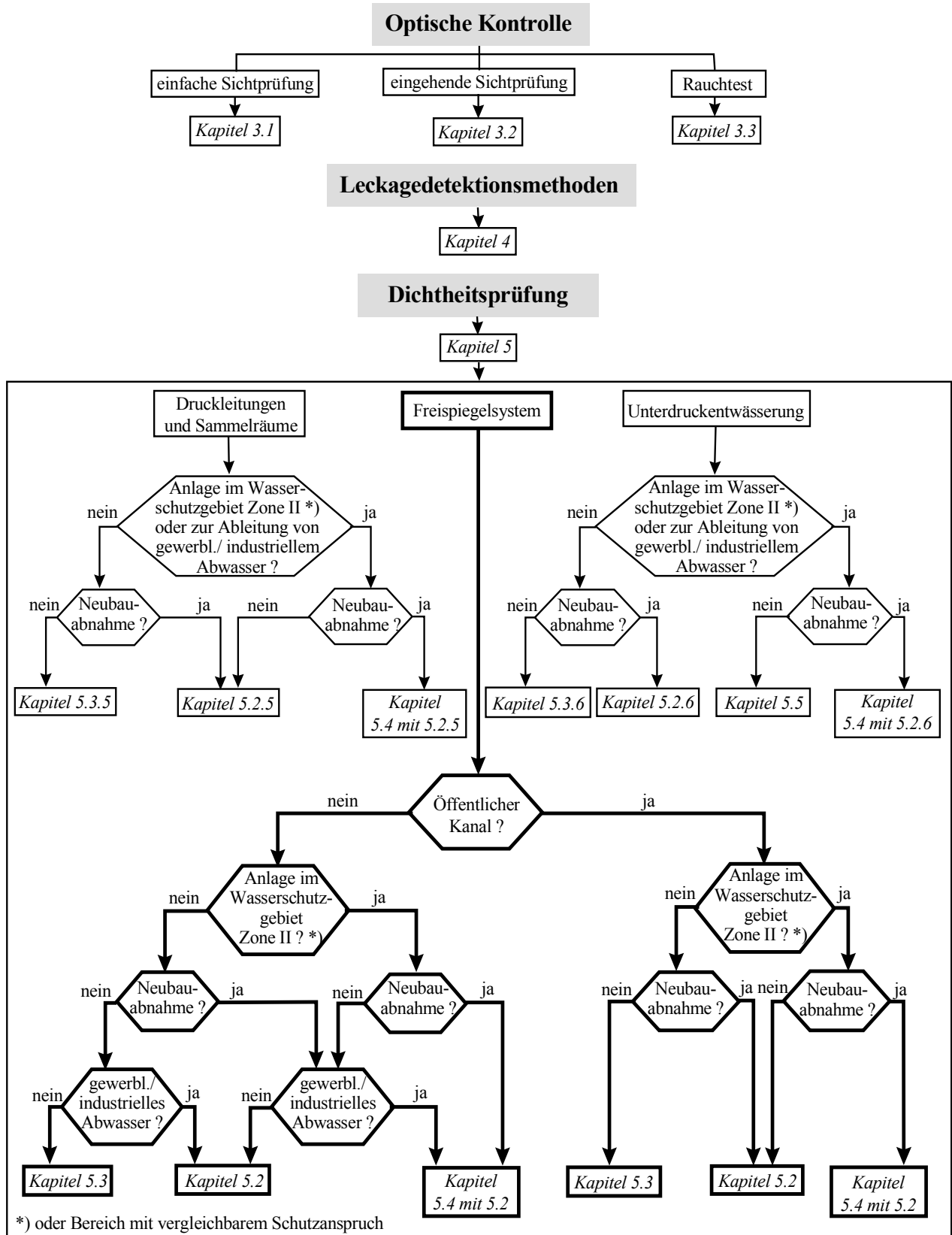


5.4	Prüfung neuer Abwasserleitungen -kanäle und Schächte bei weitergehenden Anforderungen	25
5.5	Prüfung alter Abwasserleitungen, -kanäle und Schächte bei weitergehenden Anforderungen	26
5.6	Arbeitssicherheit bei Dichtheitsprüfungen	26
6	L i t e r a t u r	27

Anlage(n):



Wegweiser durch das Merkblatt



VORWORT

Öffentliche Abwasserkanäle und private Abwasserleitungen einschließlich zugehöriger Bauwerke müssen so errichtet und betrieben werden, daß sie funktionsfähig, betriebssicher und dicht sind. Um dies zu gewährleisten, sind die Anlagen zur Abwasserableitung vor Inbetriebnahme und regelmäßig während ihres Betriebes zu prüfen. Dieses Merkblatt enthält hierfür die Grundlagen. Es besteht aus zwei Teilen:

Teil 1 "Prüfumfang"

beschreibt Prüfanlässe sowie Prüfhäufigkeiten in Abhängigkeit von Lage und Art der Anlage und richtet sich an Gutachter bzw. amtliche Sachverständige und als Orientierungshilfe an Betreiber von Anlagen zur Abwasserableitung.

Teil 2 "Prüfverfahren"

richtet sich an Auftraggeber und Auftragnehmer von Prüfungen mit Hinweisen zu den Prüfverfahren und den zugehörigen Prüfkriterien.

Dieses Merkblatt ersetzt das LfW-Merkblatt 4.3-8 "Prüfung alter und neuer Abwasserkanäle" vom 11.11.1992 und das LfW-Schreiben 3.2-10/4.3-10 "Abwasseranlagen; Dichtheitsprüfung von Abwasserkanälen" vom 15.03.1994.

Teil 2: Prüfverfahren

1 Anwendungsbereich

Dieses Merkblatt gilt für die Prüfung alter und neuer Anlagen zur Abwasserableitung. Es werden darin Verfahren zur Prüfung öffentlicher Abwasserkanäle und privater Abwasserleitungen sowie der zugehörigen Schächte behandelt. Das Merkblatt beschreibt auch die Prüfung von Anlagen zur Abwasserableitung, die unter Druck oder Unterdruck betrieben werden. Die Prüfung von Sonderbauwerken und die Prüfung des Verdichtungsgrades der Leitungszone, die häufig im Rahmen der Neubauabnahme durchgeführt wird, sind nicht Gegenstand dieses Merkblattes. Ausführungen zur Prüfung des Verdichtungsgrades der Leitungszone sind in DIN EN 1610 Kapitel 11.1 und Kapitel 12.3 zu finden.

Das Merkblatt enthält Verfahren zur

- optischen Kontrolle,
- Leckagedetektion und
- Dichtheitsprüfung.



Einige Verfahren zur Dichtheitsprüfung werden auch in anderen technischen Regeln beschrieben. Diese sind jedoch nur zum Teil aufeinander abgestimmt, lassen Fragen offen oder verschiedene Interpretationsmöglichkeiten zu. Das Merkblatt soll diese Lücken schließen.

Im Merkblatt erfolgt die Angabe von Drücken in Pascal (Pa). Zur Umrechnung: $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$; $100 \text{ Pa} = 0,1 \text{ kPa} = 1 \text{ mbar} = 1 \text{ cm Wassersäule}$; $10^5 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MPa} = 1 \text{ bar}$.

2 Begriffe

Für das Merkblatt gelten die nachstehend aufgeführten Begriffe:

Alte Anlagen zur Abwasserableitung: In Betrieb befindliche Abwasserleitungen, -kanäle und Schächte, die bei der Dichtheitsprüfung in der Regel geringere Anforderungen als neu gebaute Anlagen erfüllen dürfen.

Neue Anlagen zur Abwasserableitung: Abwasserleitungen, -kanäle und Schächte, die bei der Dichtheitsprüfung die Anforderungen neu gebauter Anlagen erfüllen müssen.

Grundstücksentwässerungsanlage: Auf einem Grundstück im Erdreich verlegte Anlage zur Ableitung von Abwasser bzw. bei Gewerbe- und Industriebetrieben auch nicht einsehbare Abwasserleitungen. Ist der Grundstückseigentümer nach der jeweiligen Entwässerungssatzung auch für die Instandhaltung des Anschlußkanals verantwortlich, gehört der Anschlußkanal im Sinne des Merkblattes zur Grundstücksentwässerungsanlage.

Öffentliche Abwasserkanäle: In der Regel auf öffentlichem Grund verlegte Abwasserkanäle, die Abwasser von Grundstücksentwässerungsanlagen aufnehmen und ableiten. Die Anschlußkanäle vom Sammelkanal bis zur Grundstücksgrenze bzw. zum Revisionschacht sind Bestandteile der öffentlichen Abwasserkanäle, es sei denn, sie gehören laut Definition in der jeweiligen Entwässerungssatzung nicht zur öffentlichen Abwasseranlage. Die öffentlichen Abwasserkanäle entsprechen den in der Eigenüberwachungsverordnung (EÜV) genannten öffentlichen Sammelkanälen, die auch privat betrieben sein können.

Gewerbliches / industrielles Abwasser: Schmutzwasser, das mit häuslichem Abwasser nicht vergleichbar ist, z.B. gewerblicher oder industrieller Herkunft, und das in der Regel behandelt werden muß. Hierzu zählt biologisch abbaubares und gemäß EÜV, Anhang 2, zweiter Teil nicht biologisch abbaubares Abwasser.

Häusliches Abwasser: Schmutzwasser, das im wesentlichen aus Haushaltungen oder ähnlichen Einrichtungen wie Gemeinschaftsunterkünften, Hotels, Gaststätten, Campingplätzen und Bürogebäuden stammt. Häusliches Abwasser kann in der Regel ohne Behandlung in Abscheide-, Neutralisations-, Spalt-, Entgiftungs- oder Desinfektionsanlagen in die öffentliche Kanalisation eingeleitet werden.

Infiltration: Eindringen von Grundwasser in ein Entwässerungssystem.

Sammelraum: Speicherraum zur Sammlung von Abwasser vor einer Druckleitung.



3 Optische Kontrolle

Zur optischen Inspektion ist das ATV-Merkblatt M 143 "Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Entwässerungskanälen und -leitungen - Teil 1: Grundlagen; Teil 2: Optische Inspektion" zu beachten.

Es wird zwischen einer einfachen und einer eingehenden Sichtprüfung unterschieden.

3.1 Einfache Sichtprüfung

Bei der einfachen Sichtprüfung sind die Funktionsfähigkeit, der Bauzustand und die Betriebssicherheit zu überprüfen. Die einfache Sichtprüfung wird ohne Trockenlegung der Kanäle und Schächte durchgeführt. Die Leistung umfaßt das Öffnen des Schachtes, das Reinigen des Schmutzfängers, die optische Inspektion von der Straße aus und ggf. Schadensfeststellung, das Wiedereinlegen von Schmutzfänger und Schachtabdeckung und das Prüfen des ordnungsgemäßen Sitzes dieser Abdeckung (klapperfrei) und des Rahmens sowie des Zustandes der angrenzenden Fahrbahnbefestigung.

Sind Rückstau, sichtbarer Fremdwasseranfall oder starke Ablagerungen erkennbar, muß den Ursachen nachgegangen werden. Ein Vorschlag für die Gestaltung des Untersuchungsprotokolles ist im Anhang 1 aufgeführt.

3.2 Eingehende Sichtprüfung

Zur eingehenden Sichtprüfung müssen die Anlagen zur Abwasserableitung so gereinigt sein, daß deren Zustand einwandfrei erfaßt und beurteilt werden kann. Für die Dauer der Inspektion sollen die Inspektionobjekte soweit abwasserfrei sein, daß auch der besonders kritische Sohlbereich inspiziert werden kann. Dies kann z.B. durch zeitweiligen Rückstau oder Umpumpen erreicht werden.

3.2.1 Allgemeines

Bei der eingehenden Sichtprüfung sind folgende Schäden aufzunehmen:

- Undichtheiten
- Abflußhindernisse
- Lageabweichungen
- mechanischer Verschleiß
- Korrosion
- Beschichtungsschäden
- Querschnittsverformungen
- Risse und Scherben
- Rohrbrüche
- Einstürze



Um undichte Stellen besser erkennen zu können, empfiehlt es sich bei zeitweise im Grundwasser liegenden Abwasserkanälen, die Sichtprüfung jeweils bei möglichst hoch liegendem Grundwasserstand durchzuführen. Zur Bestimmung der Lage des Grundwasserstandes bietet sich die Installation eines Grundwasserstandsanzeigers an, z.B. ein durchsichtiges Kunststoffrohr, das bei Bedarf an einen in das Grundwasser führenden Stutzen angeschlossen wird, der ansonsten mit einer Verschlußkappe abgedichtet ist. (s. Bild 1).

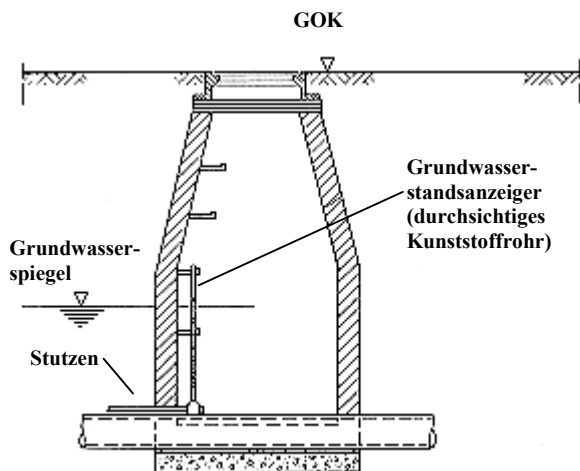


Bild 1: Schacht mit Grundwasserstandsanzeiger (STEIN 1998)

Nach DIN 1076 "Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen" sind Mauerwerk, Beton und Stahlbetonbauteile auf Risse, Ausbauchungen, Durchfeuchtungen, Ausblühungen, Rostverfärbungen, Hohlstellen und Abplatzungen und einwandfreien Zustand der Fugen zu prüfen.

Bei Schächten sind zusätzlich noch die Schmutzfänger zu reinigen, die Steighilfen zu kontrollieren, der ordnungsgemäße Sitz der Schachtabdeckung (klapperfrei) und des Rahmens sowie der Zustand der angrenzenden Fahrbahnbefestigung zu prüfen.

3.2.2 Kanalfernsehuntersuchung

Die eingehende Sichtprüfung nichtbegehrbarer Abwasserleitungen und -kanäle wird mit Fernsehkameras durchgeführt. Die Kameras werden gezogen, geschoben oder sind mit Eigenantrieb ausgestattet. Während ab DN 100 vorwiegend selbstfahrende Farbfernsehanlagen zum Einsatz kommen, können Schiebekameras mittels Glasfaserstäben auch in kleinere Leitungen eingeschoben werden.

Die Kamera soll sich bei der Befahrung in der Mitte des Rohrquerschnittes befinden und ein schwenk- bzw. drehbarer Kamerakopf nicht nur die axiale sondern auch die radiale Betrachtung ermöglichen.

Die Inspektion der Anschlußkanäle erfolgt vom Revisionschacht aus oder mit Hilfe einer Satellitenkameraanlage, die vom Sammler aus eine Satellitenkamera in den Hausanschluß schiebt (s. Bild 2). Leitungen der Grundstücksentwässerung können über Bodeneinläufe oder Revisionsöffnungen im Haus bzw. Revisionschächte mit Schiebekameras oder selbstfahrenden Kameras untersucht werden.

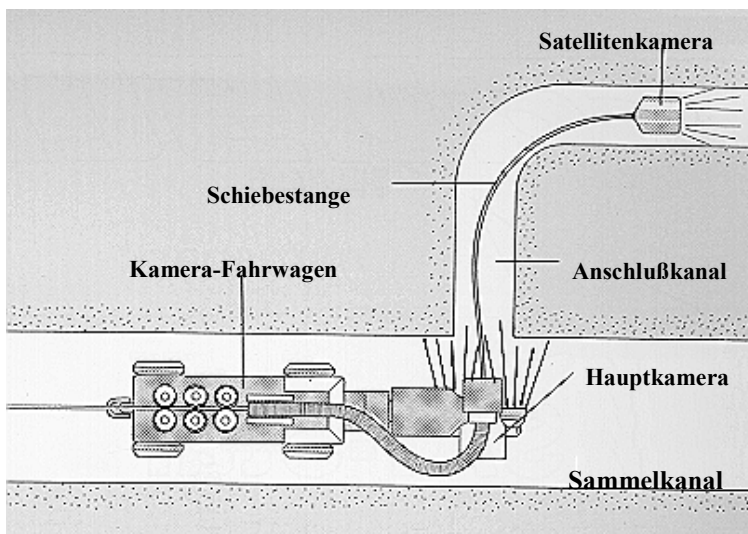


Bild 2: Systemskizze einer Satellitenkameraanlage

Die Fernsehuntersuchung muß mit einem dem Objektzustand angepaßten Arbeitsfortschritt durchgeführt werden. Bei einer max. Fahrgeschwindigkeit von 15 cm/s ergibt sich in der Praxis eine durchschnittliche Inspektionsleistung von etwa 200 bis 650 m Kanal pro Arbeitstag.

3.2.3 Begehung

Abwasserkanäle können ab 1200 mm lichter Höhe begangen werden. Bei der Begehung erfolgt die eingehende Sichtprüfung durch Inaugenscheinnahme. Neben der schriftlichen Protokollierung sollten Schäden mit Hilfe eines Fotoapparates bzw. einer Videokamera dokumentiert werden.

3.3 Rauchttest

Zur Feststellung unzulässiger Kanal- und Leitungsanschlüsse an ein Abwassernetz sowie in Ausnahmefällen zur Lokalisierung undichter Stellen eignet sich die schnelle und preiswerte Methode des Rauchttests. Hierbei wird Signalnebel (z.B. verdampftes Glycerinwassergemisch) unter niedrigem Druck in die abgesperrten Haltungen eingeblasen oder es werden Rauchbomben in der Leitung plaziert. Die Beobachtung des Signalnebel- bzw. Rauchaustritts erfolgt vom Gelände aus. Zur Dokumentation werden Fotoaufnahmen empfohlen.

4 Leckagedetektionsmethoden

Der Begriff Leckagedetektionsmethoden faßt besondere Untersuchungsverfahren zusammen, die Undichtheiten in Anlagen zur Abwasserableitung feststellen können. Nicht zu diesen Methoden zählen Sichtprüfungen und Dichtheitsprüfverfahren, die aufgrund einer Änderung des Prüfdruckes im Prüfobjekt oder eines gemessenen Wasserverlustes auf eine Undichtheit schließen lassen. Bei Leckagedetektionsmethoden handelt es sich z.B. um elektromagnetische, thermometrische oder geoelektrische Meßverfahren. Erfahrungen mit diesen Verfahren liegen bisher nur bedingt



vor. Bei nachgewiesener Eignung der Leckagedetektionsmethode bestehen folgende Einsatzmöglichkeiten:

- Zur Ortung von Leckagen an Kanälen, deren Undichtheit mittels Dichtheitsprüfung festgestellt wurde.
- Als Alternative zur eingehenden Sichtprüfung (Wiederholungsprüfung), wenn aus betrieblichen Gründen keine eingehende Sichtprüfung durchführbar ist, weil z.B. eine Trockenlegung nicht möglich ist. Für Leckagedetektionsmethoden, die Leckagen über den Nachweis einer Exfiltration feststellen, ist der Einstau des Kanals Voraussetzung für die Durchführung.
- Als Ergänzung zur eingehenden Sichtprüfung, um den optischen Eindruck mit Aussagen zur Dichtheit zu ergänzen.
- Als Alternative zur Dichtheitsprüfung (Wiederholungsprüfung), wenn aus betrieblichen Gründen keine Dichtheitsprüfung durchgeführt werden kann. Dies setzt jedoch voraus, daß vor der Inbetriebnahme bereits eine “Kalibrierung” der Leckagedetektionsmethode mittels Dichtheitsprüfung durchgeführt wurde, da dann eine Verschlechterung des Zustandes festgestellt werden kann. Der Einsatz einer Leckagedetektionsmethode ersetzt nicht die Dichtheitsprüfung im Rahmen der Neubauabnahme.
- Als Prüfung zur Gewährleistungsabnahme von Kanälen, die mit unverhältnismäßig großem Aufwand für eingehende Sichtprüfungen oder Dichtheitsprüfungen außer Betrieb genommen werden müßten. Dies setzt jedoch eine “Kalibrierung” der Leckagedetektionsmethode mittels Dichtheitsprüfung vor der Inbetriebnahme voraus, da dann eine Verschlechterung des Zustandes festgestellt werden kann.

5 Dichtheitsprüfung

Prüfobjekte sind

- Haltungen (evtl. einschließlich Schächte),
- Kanal- oder Leitungsabschnitte,
- Schächte und Sammelräume,
- einzelne Rohrverbindungen,
- Grundleitungen.

Die Anlagen zur Abwasserableitung müssen jeweils vollständig geprüft werden; einzelne Stichproben an ausgewählten Streckenabschnitten genügen nicht. Öffentliche Anlagen zur Abwasserableitung sind bevorzugt haltungsweise zu prüfen. Geht der kommunale Zuständigkeitsbereich bis zum Revisionschacht an der Grundstücksgrenze, soll die Prüfung des Sammelkanals einschließlich der Anschlußkanäle (s. Bild 3) durchgeführt werden. Ist eine haltungsweise Prüfung nicht durchführbar, kann auch abschnittsweise oder muffenweise geprüft werden, wobei auf keinen Fall auf die Prüfung der Anschlußkanäle (inkl. Einbindungsbereiche in den öffentlichen Kanal) verzichtet werden darf. Bei der Prüfung von Anschlußkanälen und Schächten müssen die Einbindungsbereiche mitgeprüft werden, d.h. sie dürfen nicht von Absperrerelementen “abgedichtet” werden.

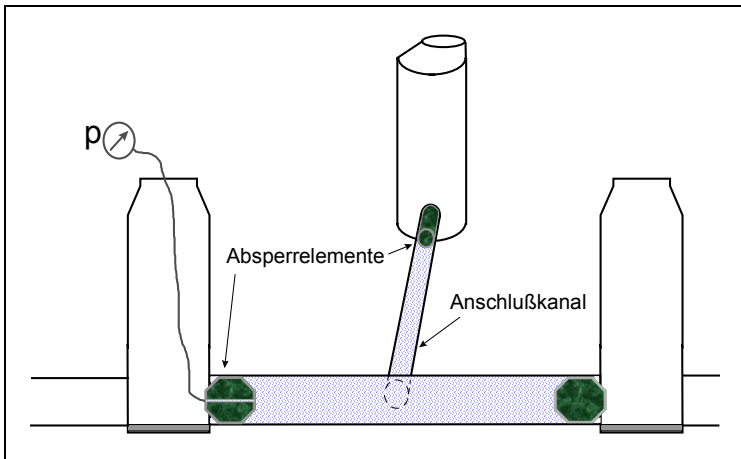


Bild 3: Haltungsweise Dichtungsprüfung inkl. Anschlußkanal (schematische Darstellung)

Die Meßgenauigkeit der gesamten Dichtungsprüfanlage ist jährlich zu überprüfen und durch eine entsprechende Bescheinigung, die bei Dichtungsprüfungen mitzuführen ist, nachzuweisen. Die Überprüfung kann z.B. durch den Hersteller der Dichtungsprüfanlage oder einem von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt akkreditierten Prüflaboratorium (Deutscher Kalibrierdienst) erfolgen. Die Meßgenauigkeit von Prüfanlagen zur Dichtungsprüfung von Freispiegelsystemen muß jederzeit, z.B. bei Aufforderung durch den Auftraggeber, an einer Wassersäule nachweisbar sein.

Vor der Dichtungsprüfung ist die Dichtheit der Prüfanlage nachzuweisen und zu protokollieren.

Über jede Dichtungsprüfung ist an Ort und Stelle ein Prüfbericht (Prüfprotokoll) zu erstellen und zu unterzeichnen. Er muß klar und eindeutig die Prüfergebnisse und alle wichtigen Informationen wiedergeben. Die Dokumentation der Dichtungsprüfung mit Luft soll in Anlehnung an das ATV-Merkblatt M 143 Teil 6 Kapitel 7 erfolgen und zusätzlich den Gerätetyp der Befüllanlage bzw. Vakuumpumpe (Unterdruckprüfung) angeben.

5.1 Wahl des Prüfverfahrens

Die Wahl eines Prüfverfahrens hängt von den vorhandenen Randbedingungen ab. Folgende Fragen sind zu klären:

- Handelt es sich um ein Freispiegel-, Druck- oder Unterdrucksystem ?
- Handelt es sich um eine öffentliche oder private Anlage zur Abwasserableitung ?
- Wird in der Grundstücksentwässerungsanlage häusliches oder gewerbliches / industrielles Abwasser abgeleitet ?
- Befindet sich das Prüfobjekt in einem wasserwirtschaftlich kritischen Bereich (s. Merkblatt Teil 1 Kap. 4.3) ?
- Handelt es sich um eine Neubauabnahme, Gewährleistungsabnahme, Sanierungsabnahme oder Wiederholungsprüfung (s. Merkblatt Teil 1 Kap.3) ?
- Befindet sich das Prüfobjekt ober- oder unterhalb des Grundwasserspiegels ?



In den Kapiteln 5.2 bzw. 5.3 werden die Verfahren zur Dichtheitsprüfung neuer bzw. alter Anlagen zur Abwasserableitung aufgeführt. Die beschriebenen Verfahren zur Prüfung von Freispiegelsystemen sind jeweils alternativ wählbar, jedoch können Faktoren wie z.B. Kosten der Prüfung, Grundwasserstand oder Verfügbarkeit von Wasser als Prüfmedium die Wahl des Prüfverfahrens beeinflussen. Sind aufgrund der Lage des Prüfobjektes oder der Abwasserherkunft weitergehende Anforderungen an die Dichtheit der Anlagen zu stellen, sind die Prüfungen nach Kapitel 5.4 bzw. 5.5 durchzuführen.

5.2 Prüfung neuer Abwasserleitungen, -kanäle und Schächte

Nach DIN EN 1610 Kapitel 13.1 ist die Dichtheitsprüfung erst nach Abschluß aller erforderlichen Baumaßnahmen (z.B. Verfüllen des Rohrgrabens, Verdichten der Seiten- und Hauptverfüllung, Entfernen des Grabenverbaus, Herstellung von Anschlüssen) durchzuführen. Die im Kapitel 5.2 beschriebenen Verfahren gelten für öffentliche und private Anlagen zur Abwasserableitung.

5.2.1 Wasserdruckprüfung

Für die Wasserdruckprüfung wird entweder die Leitung allein, die Leitung einschließlich Schacht oder der Schacht allein luftfrei mit Wasser gefüllt und eine Vorfüllzeit nach Bedarf abgewartet, üblicherweise 1 Stunde. Der Prüfdruck ergibt sich aus der Füllung des Prüfabschnittes bis zur Schachtoberkante. Während der Prüfung ist der Prüfdruck durch Auffüllen mit Wasser aufrecht zu erhalten. Das gesamte Wasservolumen, das zum Erreichen dieser Anforderung zugefügt wurde, sowie die jeweilige Druckhöhe sind zu messen und aufzuzeichnen. Der Wasserspiegel darf innerhalb der Prüfzeit von 30 Minuten um max. 10 cm bzw. der Solldruck um max. 1 kPa sinken. Tabelle 1 enthält die Werte der zulässigen Wasserzugabe. Bild 4 zeigt ein mögliches Meßprinzip.

Tabelle 1: Wasserdruckprüfung nach DIN EN 1610

Prüfdruck	hydrostatischer Druck durch Schachtfüllung bis Oberkante - max. 50 kPa an der tiefsten und min. 10 kPa an der höchsten Stelle des Rohrscheitels
Vorfüllzeit	nicht vorgeschrieben, üblicherweise 1 h
Prüfzeit	30 min
zulässige Wasserzugabe	0,15 l/m ² (Leitungen) 0,2 l/m ² (Leitungen einschließlich Schächte) 0,4 l/m ² (Schächte) Hinweis: m ² beschreibt die benetzte innere Oberfläche



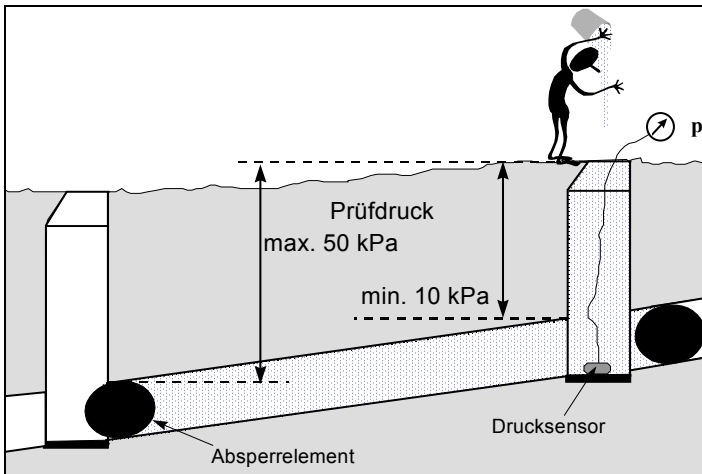


Bild 4: Haltungsweise Wasserdruckprüfung (inkl. Schacht) nach DIN EN 1610 (schematische Darstellung)

Prüfung einzelner Verbindungen

In Sonderfällen, z.B. wenn bei großen Nennweiten eine haltungsweise Prüfung nicht möglich ist, kann die Prüfung der Rohrverbindungen und der Anschlußleitungen anstatt der Prüfung der gesamten Rohrleitung anerkannt werden. Für die Berechnung der Wasserzugabe in l/m^2 kann, falls nicht anders gefordert, die Oberfläche eines 1 m langen Rohrabschnittes gewählt werden.

Am Rohrscheitel ist ein Prüfdruck von 50 kPa einzustellen. Ansonsten sind die in Tabelle 1 aufgeführten Prüfungsanforderungen einzuhalten. Muffenprüfungen in nichtbegehbaren Abwasserleitungen und Kanälen sind unter Kamerabeobachtung durchzuführen.

5.2.2 Luftüberdruckprüfung

Treten bei der Luftüberdruckprüfung Zweifel über die Dichtheit des Prüfobjektes auf, ist die Wasserdruckprüfung nach Kapitel 5.2.1 zulässig und maßgebend.

Für die Prüfung werden die Öffnungen des zu prüfenden Abschnitts mit geeigneten Absperrelementen verschlossen. Ein Anfangsdruck wird eingestellt, der den Prüfdruck¹ p_0 um etwa 10 % übersteigt. Nach einer Beruhigungszeit t_B zum Temperaturengleich zwischen komprimierter Luft und Rohrwand ist der Druck auf die Höhe des Prüfdruckes p_0 zu korrigieren. Bei einem dichten Prüfabschnitt muß der innerhalb der Prüfzeit meßbare Druckverlust kleiner als der zulässige Druckverlust Δp sein. Die Prüfzeit t ist dabei vom Kanal- bzw. Leitungsdurchmesser abhängig.

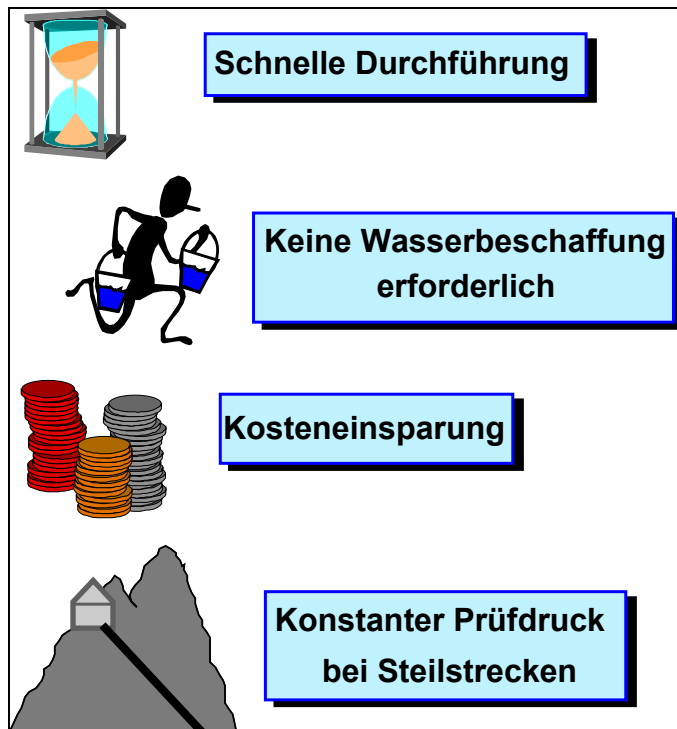
Nach DIN EN 1610 kann der Auftraggeber zwischen den Prüfverfahren LA, LB, LC und LD wählen, die sich in der Größe des Prüfdruckes und zulässigen Druckverlustes unterscheiden.

¹ Druck über Atmosphärendruck



Tabelle 2: Verfahren zur Luftüberdruckprüfung nach DIN EN 1610

Prüfverfahren	LA	LB	LC	LD
Prüfdruck p_0 in kPa	1	5	10	20
zul. Verlust Δp in kPa	0,25	1	1,5	1,5


Bild 5: Wesentliche Vorteile der Luftüberdruckprüfung

Prüfdruck und zulässiger Druckverlust

Das Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft empfiehlt grundsätzlich mit 20 kPa Prüfdruck und 1,5 kPa zulässigem Druckverlust (analog Verfahren LD) zu prüfen. Eine Halbierung des Prüfdrucks auf 10 kPa bei gleichem Druckverlust, aber längerer Prüfzeit (analog Verfahren LC) ist aus Gründen der Arbeitssicherheit z.B. dann sinnvoll, wenn

- große Nennweiten geprüft werden, da die Druckenergie der verdichteten Luft sich etwa auf die Hälfte reduziert oder
- eine Erhöhung des Prüfdruckes erforderlich ist, da die Prüfobjekte im Grundwasser liegen.

Zur Druckmessung ist ein hochauflösendes, elektronisches Feinmeßmanometer (z.B. Absolutdruckmanometer) mit Nullabgleich zu verwenden, das die Messung mit einer max. Fehlergrenze von $\pm 0,15$ kPa ermöglicht.



Beruhigungszeit

Es wird folgende Beruhigungszeit t_B in Abhängigkeit vom Durchmesser d empfohlen:

$$t_B = 10 \cdot d \quad \text{in min} \quad (\text{mit } d \text{ in m}) \quad (1)$$

Kürzere Beruhigungszeiten sind zulässig, wenn sich schon vorzeitig ein konstanter Drucklinienverlauf einstellt, d.h. der Temperatenausgleich zwischen komprimierter Luft und Rohrwand bereits beendet ist.

Prüfzeit

Mit den in DIN EN 1610 aufgeführten Prüfzeiten sind die Dichtheitsanforderungen der Luftüberdruckprüfung deutlich schwächer als die der Wasserdruckprüfung [LFW 1994]. Das bedeutet, daß eine Prüfung mit Luft zum Prüfergebnis "Kanal dicht" und die Prüfung mit Wasser zum Ergebnis "Kanal undicht" kommen kann. Daher werden in diesem Merkblatt längere Prüfzeiten angegeben (s. Tab.3), die eher eine Gleichwertigkeit zwischen Luftüberdruck- und Wasserdruckprüfung erreichen lassen. Die Änderungen gegenüber DIN EN 1610 werden durch die Öffnungsklausel in DIN EN 1610 Kapitel 1 ermöglicht.

Tabelle 3: Modifizierte Prüfverfahren LD* und LC* analog DIN EN 1610

Prüfverfahren	p_0	Δp	Prüfzeit t in min						
	in kPa		DN 100	DN 200	DN 300	DN 400	DN 600	DN 800	DN 1000
LD*	20	1,5	1,5	3	5	6	10	13	16
LC*	10	1,5	2,5	4,5	7	9	14	18	23

Die in Tabelle 3 aufgeführten Prüfzeiten gelten für alle Rohrwerkstoffe. Prüfzeiten für andere Nennweiten sind mit folgenden Gleichungen zu berechnen.

Verfahren LD*: $t = 16 \cdot d \quad \text{in min} \quad (\text{mit } d \text{ in m}) \quad (2)$

Verfahren LC*: $t = 23 \cdot d \quad \text{in min} \quad (\text{mit } d \text{ in m}) \quad (3)$

Bei $t \leq 5$ min ist auf die nähere halbe Minute, bei $t > 5$ min auf die nähere Minute zu runden.

Erfahrungen bei der Prüfung von Kanälen über DN 1000 haben gezeigt, daß die Dichtheitsprüfung mit Luft auch für größere Durchmesser geeignet ist. Voraussetzung ist, daß bei großen Durchmessern die Sicherheitsvorkehrungen noch sorgfältiger beachtet werden (s. Kap. 5.6).

Für ein Prüfobjekt mit nichtkreisförmigem Querschnitt oder unterschiedlichen Querschnitten (z.B. Haltung einschließlich Anschlußkanäle) kann aus dem Prüfraumvolumen V und der zugehörigen Rohrwandfläche A ein Ersatzdurchmesser d_E berechnet werden, für den die erforderliche Prüfzeit nach Tabelle 3 oder Gleichung (2) bzw. (3) bestimmt werden kann:



$$d_E = 4 \cdot V / A \quad \text{in m} \quad (4)$$

mit V in m^3 und A in m^2

Prüfung einzelner Verbindungen

In Sonderfällen, z.B. wenn bei großen Nennweiten eine haltungsweise Prüfung nicht möglich ist, kann die Prüfung der Rohrverbindungen (z.B. Muffen) und der Anschlußleitungen anstatt der Prüfung der gesamten Rohrleitung anerkannt werden.

Die Prüfzeit für die Prüfung von Rohrverbindungen ist von der Art des Muffenprüfgerätes abhängig (s. Bild 6). Während für Prüfgeräte mit Absperrerelementen für den gesamten Rohrquerschnitt die Prüfzeiten nach Tabelle 3 oder der Gleichung (2) bzw. (3) bestimmt werden, sind die Prüfzeiten für Prüfgeräte mit ringförmigem Prüfraum mit folgenden Gleichungen zu berechnen.

Verfahren LD*: $t = 16 \cdot d_E = 64 \cdot V / A \quad \text{in min} \quad (5)$

Verfahren LC*: $t = 23 \cdot d_E = 92 \cdot V / A \quad \text{in min} \quad (6)$

mit d_E in m als Ersatzdurchmesser des ringförmigen Prüfraumvolumens V in m^3 und zugehöriger Rohrwandfläche A in m^2

Der Prüfraum muß während der Prüfung wasserfrei sein. Wegen des sehr kleinen Prüfvolumens bei der Muffenprüfung ist ganz besonders sicherzustellen, daß keine Luft zwischen den Absperrerelementen des Prüfgerätes und der Rohrwand oder durch Undichtheiten des Prüfgerätes entweichen kann. Dieser Nachweis kann z.B. durch eine Referenzmessung an einem "optisch dichten" Rohrstück neben der Rohrverbindung erfolgen.

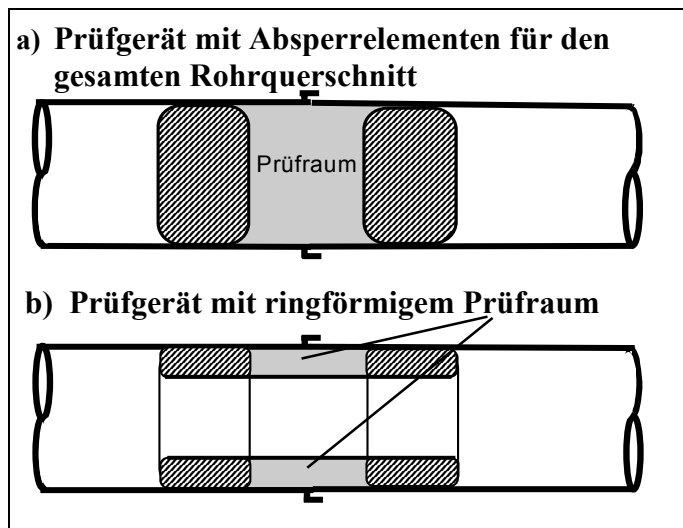


Bild 6: Prinzipskizze für Muffenprüfgeräte

Hinweis: Bei der Muffenprüfung an Betonrohren kann das Vermeiden von Luftverlusten in Rohrlängsrichtung Schwierigkeiten bereiten. Insbesondere bei Betonrohren, die bei der Herstellung durch Kernrüttelung verdichtet wurden, kann Luft, die durch Kapillargänge in der Rohrwand zum Rohrlinnern außerhalb des Prüfgerätes entweicht, das Meßergebnis verfälschen.

Es sind bevorzugt Prüfgeräte zu verwenden, deren luftzuführende Schläuche während der Prüfung keine Verbindung zum Prüfraum aufweisen. Ansonsten wird der Schlauch als Teil des Prüfraumes mitgeprüft und sein Volumen ist bei der Berechnung des Prüfvolumens zu berücksichtigen.

Muffenprüfungen in nichtbegehbaren Abwasserkanälen sind unter Kamerabeobachtung durchzuführen. Nach Einstellung des Prüfdruckes ist vor Prüfbeginn die Beruhigungszeit t_B abzuwarten. t_B ist nach Bedarf zu wählen, darf jedoch 15 Sekunden nicht unterschreiten.

Prüfung im Grundwasser

Der Einfluß von anstehendem Grundwasser ist bei der Prüfung zu berücksichtigen. Der Prüfdruck ist pro Meter Grundwasser über der Rohrsohle um 10 kPa bis auf max. 30 kPa zu erhöhen.

Schachtprüfung

Im Gegensatz zur Wasserdruckprüfung ist die Prüfung von Schächten mit Luftüberdruck schwierig durchzuführen. Problematisch sind

- die Sicherung des Absperrelementes im Schachthals (Arbeitssicherheit),
- die luftdichte Absperrung des Prüfraumes im Schachthals und
- die Gefahr der "Schachtzerstörung" durch Anheben des Konus.

Es ist nicht möglich, Bedingungen für die Luftüberdruckprüfung zu definieren, die die gleichen Anforderungen an die Dichtheit eines Schachtes stellen wie die Prüfung mit Wasser. Im Gegensatz zur Luftüberdruckprüfung, die jede Stelle der Schachtwand mit konstantem Druck

(z.B. 20 kPa) prüft, variiert der auf die Schachtwand wirkende Wasserdruck bei der Prüfung mit Wasser je nach Schachttiefe erheblich (z.B. zwischen 0 kPa oben und 35 kPa unten bei einem 3,5 m tiefen Schacht). Aus den genannten Gründen sind Schächte vorzugsweise mit Wasser zu prüfen.

5.2.3 Unterdruckprüfung

Die Unterdruckprüfung hat vor allem bei der Prüfung von Kanälen mit großen Nennweiten und von Schächten den Vorteil einer höheren Arbeitssicherheit. Die oftmals geäußerte Meinung, daß feine Risse, die bei Atmosphären- oder Überdruck eine Undichtheit darstellen, sich durch den angelegten Unterdruck schließen und ein dichtes Rohr vortäuschen, konnte durch Untersuchungen des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft nicht bestätigt werden [LfW 1994].

Die meßbaren Druckänderungen sind bei der Unterdruckprüfung jedoch etwas geringer als bei der Luftüberdruckprüfung. Es werden daher die Prüfzeiten der Luftüberdruckprüfung nach Tabelle 3 oder Gleichung (2) bzw. (3) für die Unterdruckprüfung bei einem zulässigen Druckanstieg Δp von 1,1 kPa und einem Prüfdruck² p_0 von -10 bzw. -20 kPa übernommen.

² Druck unter Atmosphärendruck



Diese Prüfbedingungen gelten nur für Prüfobjekte, die sich vollständig oberhalb des Grundwasserspiegels befinden. Im Grundwasser ist der Druckanstieg durch eintretendes Grundwasser im Rahmen der angegebenen Prüfzeiten zu gering. Es ist jedoch möglich, undichte Stellen nach Aufbringen des Unterdrucks durch Wassereintritt optisch oder akustisch festzustellen und zu orten. Treten Zweifel über die Dichtheit des geprüften Abschnittes auf, so ist das Ergebnis einer Wasserdruckprüfung maßgebend.

Tabelle 4: Prüfbedingungen der Unterdruckprüfung

p_0	Δp	Prüfzeit t in min						
		DN 100	DN 200	DN 300	DN 400	DN 600	DN 800	DN 1000
- 20	1,1	1,5	3	5	6	10	13	16
- 10	1,1	2,5	4,5	7	9	14	18	23

Schachtprüfung

Analog zur Luftüberdruckprüfung (s. Kap. 5.2.2), ist es auch für die Unterdruckprüfung nicht möglich, Prüfbedingungen zu definieren, die genau die gleichen Anforderungen an die Dichtheit eines Schachtes stellen wie die Prüfung mit Wasser. Wird dennoch eine Unterdruckprüfung gewünscht, ist insbesondere auf die luftdichte Absperrung des Prüfraumes im Schachthals zu achten, die in der Praxis Schwierigkeiten bereiten kann, und ist mit $\frac{1}{4}$ der Prüfzeit zu prüfen, wie bei der Prüfung von Rohrleitungen gleichen Durchmessers. Beispiel: Schacht DN 1000, $p_0 = -20$ kPa, $\Delta p = 1,1$ kPa, $t = 16/4 = 4$ min.

5.2.4 Infiltrationsprüfung

Nach DIN EN 1610 darf eine "Infiltrationsprüfung mit fallbezogenen Vorgaben" durchgeführt werden, wenn der Grundwasserspiegel oberhalb des Rohrscheitels ansteht. In diesem Merkblatt wird gefordert, daß bei einer Infiltrationsprüfung als alleinige Dichtheitsprüfung im Rahmen der Neubauabnahme das Grundwasser mindestens 0,5 m über jeder Stelle des Rohrscheitels ansteht. In diesem Fall sind undichte Stellen optisch ausreichend durch Wassereintritt erkennbar. Bei der Infiltrationsprüfung nichtbegehrter Abwasserleitungen und -kanäle ist die Videodokumentation Bestandteil des Prüfberichtes.

5.2.5 Prüfung der Druckleitungen und Sammelräume

In DIN EN 1610 und DIN EN 1671 "Druckentwässerung außerhalb von Gebäuden" wird für Druckleitungen vor der Inbetriebnahme eine Dichtheitsprüfung mit Wasser nach dem europäischen Normentwurf prEN 805 "Wasserversorgung - Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden" gefordert. Sobald der Entwurf als DIN EN-Weißdruck vorliegt, gelten dessen Vorgaben für die Dichtheitsprüfung. Eine Prüfung mit Luft ist nicht möglich.



Wahl des Prüfabschnittes und Prüfdruckes

Die Prüfabschnitte sind derart festzulegen, daß

- die für die Prüfung erforderliche Wassermenge bereitgestellt und abgelassen werden kann,
- am höchsten Punkt des Prüfabschnittes mindestens der höchste Betriebsdruck MDP^3 erreicht wird (außer bei abweichender Festlegung des Planers) und
- der Prüfdruck p_0 an der tiefsten Stelle erreicht wird.

Der Planer kann vorgeben, daß eine Leitung, die abschnittsweise geprüft wurde, als abschließende Gesamtprüfung mindestens 2 Stunden mit dem Betriebsdruck zu beaufschlagen ist.

Wird der Druckstoß berechnet, gilt:

$$p_0 = MDP_c + 100 \text{ kPa} \quad (7)$$

mit MDP_c = Betriebsdruck + errechneter Druckstoß

Wird der Druckstoß nicht berechnet, sondern pauschal mit mindestens 200 kPa festgelegt, gilt:

$$p_0 = MDP_a \cdot 1,5 \quad \text{oder} \quad (8)$$

$$p_0 = MDP_a + 500 \text{ kPa} \quad (\text{es gilt der niedrigere Wert}) \quad (9)$$

mit MDP_a = Betriebsdruck + pauschaler Druckstoßwert.

In Sonderfällen kann, insbesondere bei Leitungslängen unter 100 m und Nennweiten bis zu DN 80 der Betriebsdruck als Prüfdruck vorgesehen werden.

Vorgehensweise bei der Prüfung

Die Rohrleitungen sind bei geöffneten Luftventilen langsam mit Wasser zu füllen. Für die Durchführung der Druckprüfung sind die Luftventile zu schließen und die Armaturen zu öffnen.

Nach prEN 805 dürfen zur Prüfung bewährte Druckprüfverfahren angewandt werden, wobei das Prüfverfahren vom Planer zu bestimmen ist und in den drei nachfolgend genannten Schritten ausgeführt werden kann. Es wird empfohlen, die Prüfungen nach den grundsätzlichen Vorgaben der prEN 805 durchzuführen und fehlende Prüfkriterien aus der DIN 4279 "Innendruckprüfung von Druckrohrleitungen für Wasser" zu übernehmen. Auf die Vorprüfung I. und die Druckverlustprüfung II. kann nur in begründeten Fällen verzichtet werden.

I. Vorprüfung

Die Vorprüfung soll u.a. bei der Verwendung von wasseraufnehmenden Werkstoffen eine ausreichende Sättigung bzw. bei biegeweichen Rohren die druckabhängige Volumenzunahme vor der Hauptprüfung bewirken. Sie ist mindestens mit dem Betriebsdruck und max. mit dem Prüfdruck p_0 durchzuführen. Die Prüfzeit ist vom Rohrwerkstoff abhängig.

³ MDP = Höchster Betriebsdruck einer Druckzone unter Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen und Druckstößen



Tabelle 5: Prüfbedingungen der Vorprüfung nach DIN 4279

Rohrwerkstoff	Prüfdruck	Prüfzeit in h
GGG mit ZM-Auskleidung	p_0 *)	≥ 24
Stahlbeton und Spannbeton	p_0 **)	≥ 24
Faserzement	keine Vorgabe	≥ 24
PVC-U	p_0	≥ 12

*) Der Prüfdruck p_0 darf während der Prüfung um maximal 50 kPa absinken.

***) Der Prüfdruck p_0 muß in den letzten 6 Stunden der Prüfzeit vorhanden sein.

II. Druckverlustprüfung (Restluftbestimmung)

Mit dieser Prüfung kann festgestellt werden, ob in dem mit Wasser gefüllten Prüfabschnitt noch Restluft vorhanden ist, die das Ergebnis der Prüfung verfälschen könnte. Der unter Prüfdruck p_0 stehenden Leitung wird ein meßbares Wasservolumen ΔV entnommen und der resultierende Druckverlust Δp gemessen. Die Leitung ist ausreichend entlüftet, wenn ΔV nicht größer ist als der errechnete max. zulässige Wasserverlust ΔV_{\max} .

$$\Delta V_{\max} = 1,5 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left(\frac{1}{E_w} + \frac{d}{s \cdot E_R} \right) \quad (10)$$

V = Volumen des Prüfabschnittes in l; ΔV_{\max} = zulässiger Wasserverlust in l

d = Innendurchmesser des Rohres in m; s = Wanddicke des Rohres in m; Δp = Druckverlust in kPa

E_w = Kompressionsmodul des Wassers in kPa (s. Anhang 2)

E_R = Elastizitätsmodul der Rohrwand in kPa (s. Anhang 2)

III. Hauptprüfung

Der Planer hat eines der nachfolgend genannten Prüfverfahren auszuwählen.

a) Wasserverlustverfahren

Die Prüfzeit beträgt mindestens eine Stunde. Je nach Vorgabe ist entweder

- durch eine geeignete Einrichtung die Wassermenge ΔV zu messen, die innerhalb der Prüfzeit zur Aufrechterhaltung von p_0 nachgepumpt werden muß, oder
- p_0 ggf. durch Nachpumpen für mind. 1 Stunde zu halten und anschließend die Wassermenge ΔV zu messen, die innerhalb der Prüfzeit ohne Aufrechterhaltung von p_0 verloren geht (Ablauf: Δp innerhalb der Prüfzeit messen, p_0 durch Nachpumpen wieder herstellen, anschließend Wasser in ein Meßgefäß ablassen bis Δp erreicht wird).

Für den max. zulässigen Wasserverlust in der ersten Stunde der Prüfzeit gilt als Mindestanforderung nach prEN 805 analog zu Gleichung (10):



$$\Delta V_{\max} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p_{\text{zul}} \cdot \left(\frac{1}{E_w} + \frac{d}{s \cdot E_R} \right) \quad (11)$$

- Δp_{zul} = 20 kPa (GGG-Rohre, Stahlrohre, Kunststoffrohre)
 = 40 kPa (Faserzementrohre)
 = 60 kPa (Faserzementrohre bei übermäßigen Absorptionsbedingungen)

Die Berücksichtigung der Prüfkriterien von Tabelle 6 wird empfohlen.

Tabelle 6: Prüfbedingungen des Wasserverlustverfahrens nach DIN 4279
(bei Aufrechterhaltung von p_0 während der Prüfzeit)

Rohrwerkstoff	Nennweite in mm	Prüfzeit in h	Zulässige Wasserzugabe in l/m ² ·h
Spannbeton	≤ 700	12	0,02 *)
	> 700	18	0,02 *)
Stahlbeton	≤ 700	12	0,15 *)
	> 700	18	0,15 *)
Faserzement	≤ 200	3	siehe Anhang 2
	250 - 400	6	
	500 - 700	18	
	> 700	24	

*) bezogen auf die benetzte innere Oberfläche und im Mittel der ersten 6 Stunden Prüfzeit - Die Werte der Wasserzugabe müssen innerhalb der Prüfzeit stetig fallen!

b) Druckverlustverfahren

Der Wasserdruck wird gleichmäßig auf p_0 erhöht. Die anschließende Prüfzeit beträgt mindestens eine Stunde. Im Verlauf der Prüfzeit muß der Druckverlust Δp eine abnehmende Tendenz zeigen und darf nach der ersten Stunde folgende Mindestanforderungen nach prEN 805 nicht überschreiten:

- 20 kPa (GGG-Rohre, Stahlrohre, Kunststoffrohre)
- 40 kPa (Faserzementrohre)
- 60 kPa (Faserzementrohre bei übermäßigen Absorptionsbedingungen)

Darüber hinaus wird jedoch die Berücksichtigung der Prüfkriterien von Tabelle 7 empfohlen.



Tabelle 7: Prüfbedingungen der Druckverlustmethode nach DIN 4279

Rohrwerkstoff	Nennweite in mm	Prüfzeit in h	Rohrwerkstoff	MDP in MPa	p ₀ in MPa	Δp _{zul} in kPa
GGG mit ZM- Ausklei- dung	≤ 200	3	GGG mit ZM- Ausklei- dung	1	1,5	10
	250 - 400	6		1,6	2,1	15
	500 - 700	18		> 1,6	> 2,1	20
	> 700	24				
PVC-U	≤ 150	3	PVC-U	-	-	20
	200 - 400	6				

Abweichend von der in I. bis III. beschriebenen Vorgehensweise

- können Druckleitungen aus duktilem Gußeisen mit Zementmörtelauskleidung (GGG mit ZM-Auskleidung) auch mit dem Sonderverfahren nach DIN 4279 geprüft werden (s. Anhang 2),
- sind Druckleitungen mit viskoelastischem Verhalten (z.B. PE-HD- oder PP-Leitungen) mit dem Kontraktionsverfahren zu prüfen (s. Anhang 2).

Prüfung von Sammelräumen

Es wird empfohlen, neue Sammelräume in Anlehnung an DIN 4261 "Kleinkläranlagen; Anwendung, Bemessung und Ausführung - Teil 1: Anlagen ohne Abwasserbelüftung" Kapitel 5.2.4 zu prüfen:

Der Sammelraum gilt als dicht, wenn die Lage des Prüfwasserspiegels bei maximaler Füllhöhe in einer Prüfzeit von 2 Stunden um weniger als 3 mm je Meter Füllhöhe sinkt. Vor Beginn der Prüfung ist eine Vorfüllzeit nach Bedarf abzuwarten, bei Sammelräumen aus Beton üblicherweise 24 Stunden.

5.2.6 Prüfung der Unterdruckentwässerungssysteme

Die Prüfung der Unterdruckentwässerungssysteme wird in DIN EN 1091 "Unterdruckentwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden" beschrieben.

Während die Unterdruckstation in die Systemprüfung einzubeziehen ist, werden die Hausanschlußschächte getrennt geprüft.



Tabelle 8: Prüfung der Unterdruckentwässerungssysteme nach DIN EN 1091

Prüfobjekt	p_0 in kPa	Δp in kPa	Beruhigungszeit in min	Prüfzeit t in h
Unterdrucksystem ohne Inspektionsrohre	-70 ± 5	$0,01 \cdot p_0$	30	4
Unterdrucksystem mit Inspektionsrohren	-70 ± 5	$0,05 \cdot p_0$	30	1

Prüfung der Hausanschlußschächte

Der Schacht ist bis zu einer Höhe von 500 mm unterhalb des Deckels mit Wasser zu füllen. Nach einer Vorfüllzeit von mindestens 2 Stunden, die zu einer Wassersättigung der Schachtwand führen soll, ist der Wasserverlust während einer Prüfzeit von 3 Stunden zu messen, indem in Intervallen von 5 Minuten der Wasserspiegel durch Zufuhr von Wasser aus einem Meßgefäß konstant gehalten wird. Der zulässige Wasserverlust beträgt 0,2 % des anfänglichen Wasservolumens.

5.3 Prüfung alter Abwasserleitungen, -kanäle und Schächte

Die Dichtheitsprüfung alter Anlagen zur Abwasserableitung erfolgt nach dem ATV-Merkblatt M 143 "Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen - Teil 6: Dichtheitsprüfungen bestehender, erdüberschütteter Abwasserleitungen und -kanäle und Schächte mit Wasser, Luftüber- und Unterdruck" und der DIN 1986-30 "Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke; Teil 30: Instandhaltung" oder einem von der zuständigen Behörde anerkannten Verfahren.

Im Sinne der DIN 1986-30 gelten Grundleitungen der Grundstücksentwässerung, die nur häusliches Abwasser ableiten und außerhalb der Schutzzone II von Wasserschutzgebieten liegen, auch als dicht, wenn bei einer Kanalfernsehung keine sichtbaren Schäden festgestellt werden. Ist eine eingehende Sichtprüfung nicht durchführbar oder wird sie als nicht ausreichend angesehen, ist die Dichtheit mittels Dichtheitsprüfung nachzuweisen.

Die Prüfung der Schächte ist vorzugsweise als Wasserdruckprüfung durchzuführen.

5.3.1 Wasserdruckprüfung

Der Kanal oder die Leitung wird bis 50 cm über dem höchsten Punkt des Rohrscheitels mit Wasser aufgefüllt. Für die Prüfung gelten die Kriterien von Tabelle 9. Bei regelmäßigem Betriebswasserstand von mehr als 50 cm oberhalb des Rohrscheitels ist dieser Betriebswasserstand für die Höhe des Prüfdruckes maßgebend. Der maximal zulässige Prüfdruck am tiefsten Punkt des zu prüfenden Objektes beträgt 50 kPa.



Tabelle 9: Prüfbedingungen der Wasserdruckprüfung nach ATV-M 143 Teil 6

Prüfdruck	5 kPa (am höchsten Punkt des Rohrscheitels)
Vorfüllzeit	in der Regel nicht erforderlich
Prüfzeit	15 min
zulässige Wasserzugabe	0,2 l/m ² (Leitungen einschließlich Schächte) 0,4 l/m ² (Schächte) Hinweis: m ² beschreibt die benetzte innere Oberfläche

Ist eine Wasserauffüllung bis 50 cm über dem Rohrscheitel nicht möglich, z.B. zwischen einem Gebäude und dem ersten Revisionsschacht auf dem Grundstück, kann nach DIN 1986 Teil 30 durch Auffüllung der Leitung bis zur Oberkante des tiefsten Entwässerungsgegenstandes oder Unterkante der Reinigungsöffnung in der Falleitung geprüft werden (s. Tab.10). Dies gilt jedoch ausschließlich für Abwasserleitungen der Grundstücksentwässerung, die außerhalb der Schutzzone II von Wasserschutzgebieten nur häusliches Abwasser ableiten. Liegt eine Grundleitung in einem häufig von Rückstau aus der öffentlichen Kanalisation betroffenen Gebiet, so ist als Prüfhorizont die tatsächliche Rückstauenebene zu wählen.

Tabelle 10: Prüfbedingungen der Wasserdruckprüfung nach DIN 1986-30

Prüfdruck	zulässige Wasserzugabe w in l/m²	Prüfzeit t in min	Vorfüllzeit
Auffüllung bis Oberkante Entwässerungsgegenstand	0,1	15	in der Regel nicht erforderlich

5.3.2 Luftüberdruckprüfung

Die Durchführung der Prüfung erfolgt nach den in Kapitel 5.2.2 beschriebenen Grundsätzen. Es gelten jedoch die Prüfkriterien des ATV-Merkblatt M 143 Teil 6 (s. Tab. 11). Im Unterschied zu den Vorgaben des ATV-Merkblattes ist die Beruhigungszeit bei der Prüfung von Rohrverbindungen nach Bedarf zu wählen, wobei 15 Sekunden nicht unterschritten werden dürfen.



Tabelle 11: Prüfbedingungen der Luftüberdruckprüfung alter Abwasserkanäle

Prüfobjekt	p_0 in kPa	Δp in kPa	Prüfzeit t in min	Beruhigungszeit t_B in min
Haltung, Rohrabchnitt (\leq DN 1200)	10	1,5	$t=10 \cdot d$	$t_B=10 \cdot d$
Haltung, Rohrabchnitt ($>$ DN 1200)	10	1,5	$t=7,93 \cdot d \sqrt{d+0,5}$	$t_B=10 \cdot d$
Rohrverbindung bei Prüfung nach Bild 6 b	10	1,5	$t=30 \cdot \sqrt{d+0,5} \cdot \frac{V}{A}$	nach Bedarf, mind. 0,25
d = Innendurchmesser in m, V=Prüfraumvolumen in m ³ , A = geprüfte Rohrwandfläche in m ²				

5.3.3 Unterdruckprüfung

Die Durchführung der Prüfung erfolgt nach den in Kapitel 5.2.3 beschriebenen Grundsätzen. Es gelten jedoch die Prüfkriterien des ATV-Merkblatt M 143 Teil 6 (s. Tab. 12). Im Unterschied zu den Vorgaben des ATV-Merkblattes ist die Beruhigungszeit bei der Prüfung von Rohrverbindungen nach Bedarf zu wählen, wobei 15 Sekunden nicht unterschritten werden dürfen.

Tabelle 12: Prüfbedingungen der Unterdruckprüfung alter Abwasserkanäle

Prüfobjekt	p_0 in kPa	Δp in kPa	Prüfzeit t in min	Beruhigungszeit t_B in min
Haltung, Rohrabchnitt (\leq DN 1200)	-10	1,2	$t=10 \cdot d$	$t_B=10 \cdot d$
Haltung, Rohrabchnitt ($>$ DN 1200)	-10	1,2	$t=7,93 \cdot d \sqrt{d+0,5}$	$t_B=10 \cdot d$
Rohrverbindung bei Prüfung nach Bild 6 b	-10	1,2	$t=30 \cdot \sqrt{d+0,5} \cdot \frac{V}{A}$	nach Bedarf, mind. 0,25
d = Innendurchmesser in m, V=Prüfraumvolumen in m ³ , A = geprüfte Rohrwandfläche in m ²				

5.3.4 Infiltrationsprüfung

Nach ATV-Merkblatt 143 Teil 6 kann eine Infiltrationsprüfung durchgeführt werden, wenn der Grundwasserspiegel oberhalb des Rohrscheitels ansteht. Da für diesen Fall undichte Stellen durch Wassereintritt erkennbar sind, reicht als Infiltrationsprüfung eine optische Kontrolle aus. Im Gegensatz zur Neubauabnahme ist es bei der Infiltrationsprüfung alter Anlagen zur Abwasserablei-



tung ausreichend, wenn der Rohrscheitel an jeder Stelle vom Grundwasser ohne Überstau bedeckt ist.

5.3.5 Prüfung der Druckleitungen und Sammelräume

Es wird empfohlen, die Wiederholungsprüfung von Druckleitungen sinngemäß nach prEN 805 durchzuführen (s. Kap. 5.2.5), jedoch als Prüfdruck den Betriebsdruck zu wählen. Auf die Vorprüfung I. kann in der Regel verzichtet werden (Ausnahme: PE-HD- oder PP-Leitungen). Es wird empfohlen, alte Sammelräume wie neue Sammelräume nach Kapitel 5.2.5 zu prüfen. Als Lage des Prüfwasserspiegels gilt jedoch der obere Einschaltpunkt der Pumpe.

5.3.6 Prüfung der Unterdruckentwässerungssysteme

Wiederholungsprüfungen der Unterdruckleitungen sind nach Inbetriebnahme nicht erforderlich, da Undichtheiten durch schnellen Abfall des Unterdruckes festgestellt werden. Die Prüfung der Hausanschlußschächte ist nach Kapitel 5.2.6 durchzuführen. Als Lage des Prüfwasserspiegels gilt jedoch der Füllstand beim Öffnen des Ventils.

5.4 Prüfung neuer Abwasserleitungen -kanäle und Schächte bei weitergehenden Anforderungen

Der Nachweis der Dichtheit neuer Prüfobjekte ist in folgenden Fällen mit "verschärften" Prüfungen zu führen:

- a) an Grundstücksentwässerungsanlagen, die gewerbliches/industrielles Abwasser ableiten
- b) in der Schutzzone II von Wassergewinnungsgebieten
- c) in wasserwirtschaftlich kritischen Bereichen mit vergleichbarem Schutzanspruch wie Zone II.

Die Durchführung einer verschärften Prüfung mit Luft oder Wasser bedeutet grundsätzlich die **Prüfung mit einer um 50 % verlängerten Prüfzeit** bei gleichem Prüfdruck und gleichen zulässigen Verlusten.

Freispiegelanlagen mit einer Tiefe über 5 m dürfen nicht mit Luft, sondern nur mit Wasser unter Berücksichtigung der o.a. Prüfzeitverlängerung geprüft werden. Abweichend von Kapitel 5.2.1 ist mit einem Prüfdruck entsprechend einer Wasserauffüllung bis zur Schachtoberkante bzw. bis zur maximal möglichen Wasserspiegellage zu prüfen. Prüfdrücke über 50 kPa sind somit zulässig.

Für die Durchführung einer verschärften Infiltrationsprüfung wird ein Grundwasserstand vorausgesetzt, der mindestens der maximal möglichen Wasserspiegellage im Kanalnetz (h_{\max}) entspricht. Reicht der vorhandene Grundwasserstand (h_{GW}) für diese Prüfung nicht aus, kann der durch das Grundwasser auf das Prüfobjekt wirkende Druck durch das Anlegen eines Unterdruckes im Prüfraum erhöht werden. Die Höhe des erforderlichen Unterdruckes (p_{unter}) ergibt sich aus der Differenz der maximal möglichen Wasserspiegellage im Kanalnetz und dem aktuellen Grundwasserstand. (Beispiel: $h_{\max} = 3$ m über Rohrscheitel, $h_{\text{GW}} = 2$ m über Rohrscheitel, $p_{\text{unter}} = -10$ kPa). Nachdem der Unterdruck 30 Minuten angelegt wurde, wird mittels optischer Kontrolle auf infiltriertes Grundwasser untersucht.

In der Schutzzone II von Wassergewinnungsgebieten ist beim Einbau eines Abwasserkanals in offener Bauweise die Dichtheitsprüfung zusätzlich zur Prüfung nach Abschluß aller erforderlichen Baumaßnahmen auch vor dem Verfüllen des Rohrgrabens durchzuführen.

5.5 Prüfung alter Abwasserleitungen, -kanäle und Schächte bei weitergehenden Anforderungen

Weitergehende Anforderungen an die Dichtheit alter Prüfobjekte werden gestellt:

- a) an Grundstücksentwässerungsanlagen, die gewerbliches/industrielles Abwasser ableiten
- b) in der Schutzzone II von Wassergewinnungsgebieten
- c) in wasserwirtschaftlich kritischen Bereichen mit vergleichbarem Schutzanspruch wie Zone II.

Bis auf Unterdruckleitungen sind alle alten Anlagen zur Abwasserableitung bei weitergehenden Anforderungen wie neue Anlagen ohne weitergehende Anforderungen nach Kapitel 5.2.1 bis 5.2.6 zu prüfen. Wiederholungsprüfungen von Unterdruckleitungen sind nach Inbetriebnahme nicht erforderlich, da Undichtheiten durch schnellen Abfall des Unterdrucks festgestellt werden.

Für alte Grundstücksentwässerungsanlagen, die gewerbliches Abwasser in der Schutzzone II von Wassergewinnungsgebieten oder in wasserwirtschaftlich kritischen Bereichen mit vergleichbarem Schutzanspruch ableiten, ist der Nachweis der Dichtheit mit den in Kapitel 5.4 beschriebenen "verschärften" Prüfungen zu führen.

5.6 Arbeitssicherheit bei Dichtheitsprüfungen

Bezüglich der grundsätzlich durchzuführenden Sicherheitsmaßnahmen wird auf die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften (UVV) und Sicherheitsregeln des Bundesverbandes der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. (z.B. UVV Allgemeine Vorschriften - GUV 0.1, UVV Abwassertechnische Anlagen - GUV 7.4, Sicherheitsregeln für Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen - GUV 17.6) und der Berufsgenossenschaften (z.B. Bauarbeiten - VBG 37, Sicherheitsregeln für Rohrleitungsbauarbeiten - ZH 1/559) hingewiesen.

Bei Anlagen, die in Betrieb sind, müssen vor Beginn der Arbeiten in Schächten und Kanälen alle Gefährdungen, z.B. aus Gefahrstoffen, elektrischen Anlagen, explosionsfähigen Kanalatmosphären und möglichen Wasserzuläufen ermittelt und die notwendigen Maßnahmen der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes festgelegt werden.

Die bei den Berufsgenossenschaften vorliegenden Unfallmeldungen der Unternehmen lassen als verfahrenstypische Unfallursache das plötzliche und unerwartete Versagen der Absperrlemente unter Druckbeaufschlagung erkennen. Die Unfälle sind meist auf unzureichende Kenntnisse über Wirkungsweise, Handhabung und Sicherung der Absperrlemente zurückzuführen.

Vor allem bei der Durchführung der Luftüberdruckprüfung besteht aufgrund der in der Rohrleitung gespeicherten Druckenergie ein erhöhtes Gefährdungspotential. Die Dichtheitsprüfung mit Luft ist nach § 36 der UVV "Allgemeine Vorschriften" als gefährliche Arbeit einzustufen. Es gelten damit folgende Mindestanforderungen:

- Die Prüfung darf nicht von einer einzelnen Person durchgeführt werden.



- Es sind nur geeignete Personen mit der Prüfung zu beauftragen, denen die mit der Prüfung verbundenen Gefahren und Möglichkeiten zur Gefahrenabwehr bekannt sind.
- Es ist ein Aufsichtsführender zu bestellen.

Beim Druckaufbau, bei der Prüfung und beim Druckablaß ist der Aufenthalt im Gefahrenbereich der Absperrerelemente, d.h. in der Rohrleitung, im Schacht und über der Schachtoffnung nicht gestattet.

Die Absperrerelemente sind formschlüssig gegen Lageveränderung während der Prüfung zu sichern. Von diesem Grundsatz darf nur abgewichen werden, wenn durch andere Maßnahmen eine Lageveränderung nachweislich verhindert wird. Der Einsatz der Absperrerelemente darf nur entsprechend den Hersteller-Betriebsanleitungen, die an der Einsatzstelle mitgeführt werden müssen, vorgenommen werden.

Ausnahmen der oben genannten Anforderungen sind bei Muffenprüfungen möglich.

6 Literatur

- ATV-A 142 Abwasserkanäle und -leitungen in Wassergewinnungsgebieten, 10/1992
- ATV-M 143 Inspektion, Instandhaltung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen - Teil 1: Grundlagen, 12/1989; Teil 2: Optische Inspektion, 6/1991; Teil 6: Dichtheitsprüfungen bestehender, erdüberschütteter Abwasserleitungen und -kanäle und Schächte mit Wasser, Luftüber- und Unterdruck, 6/1998
- LFW Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft: Schlußbericht des Entwicklungsvorhabens "Dichtheitsprüfung von Abwasserkanälen mit Wasser und Luft", 12/1994
- DIN EN 1091 Unterdruckenwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, 2/1997
- DIN EN 1610 Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, 10/1997
- DIN EN 1671 Druckentwässerung außerhalb von Gebäuden, 8/1997
- DIN 1076 Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen - Überwachung und Prüfung, 3/1983
- DIN 1986 Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 30: Instandhaltung, 1/1995
- DIN 4261 Kleinkläranlagen; Anwendung, Bemessung und Ausführung - Teil 1: Anlagen ohne Abwasserbelüftung, 2/1991
- DIN 4279 Innendruckprüfung von Druckrohrleitungen für Wasser, 11/1975
- EN 45001 Allgemeine Kriterien zum Betreiben von Prüflaboratorien, 9/1989
- prEN 805 Wasserversorgung - Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden", 1998
- Stein, D. Instandhaltung von Kanalisationen, Verlag Ernst, Berlin, 1998