



IKT - Institut für  
Unterirdische Infrastruktur

# **Zustandserfassung und Dichtheitsprüfung von Hausanschluss- und Grundleitungen**

Kurzbericht zu den Vorhaben:

## **I**

### **Dichtheitsprüfungen an Hausanschluss- und Grundleitungen**

- *Einsatzgrenzen, Verfahren, Prüfkriterien* -

## **II**

### **Grundlagen der Sanierungsplanung für Hausanschluss- und Grundleitungen**

Wissenschaftliche Leitung: Dr.-Ing. Bert Bosseler

Projektleitung und Bearbeitung: Dipl.-Ing. René Puhl

Dipl.-Ing. (FH) Kathrin Harting

Auftraggeber:



Ministerium für  
Umwelt und Naturschutz,  
Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
des Landes NRW

# **Zustandserfassung und Dichtheitsprüfung von Hausanschluss- und Grundleitungen**

– Kurzbericht –

## **AUFTRAGGEBER**

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW  
Schwannstr. 3  
40 190 Düsseldorf

## **AUFTRAGNEHMER**

IKT- Institut für Unterirdische Infrastruktur  
Exterbruch 1  
45 886 Gelsenkirchen

## **WISSENSCHAFTLICHE LEITUNG:**

Dr.-Ing. Bert Bosseler

## **PROJEKTLEITUNG UND BEARBEITUNG:**

Dipl.-Ing. René Puhl  
Dipl.-Ing. (FH) Kathrin Harting

---

<b>1</b>	<b>VERANLASSUNG, ZIELSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>VERFAHRENSÜBERSICHT .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>BEWERTUNG DER RANDBEDINGUNGEN .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>EMPFEHLUNGEN UND REGULINGSBEDARF .....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG DER WESENTLICHEN SCHLUSSFOLGERUNGEN .....</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>LITERATUR .....</b>	<b>29</b>

## **1 Veranlassung, Zielstellung und Vorgehensweise**

### **1.1 Veranlassung**

Die öffentliche Kanalisation der Bundesrepublik Deutschland umfasst ein Leitungsnetz von insgesamt 446.000 km Länge, davon ca. 96.000 km in NRW [1]. Schätzungen gehen davon aus, dass das private Netz, zu dem die Grundleitungen unterhalb des Hauses und ein Teil der Anschlussleitung an den öffentlichen Kanal gehören, etwa doppelt so lang ist [2]. Undichtigkeiten an diesen Abwasserleitungen können einerseits Schadstoffe in die Umwelt entlassen und die Schutzgüter Boden und Grundwasser gefährden und andererseits Fremdwasser den öffentlichen Netzen zufließen lassen. Hinsichtlich der Zustandserfassung und -bewertung sowie ggf. der Sanierung privater Hausanschluss- und Grundleitungen besteht damit ein erheblicher Handlungsbedarf. Dieses wird auch durch die geltenden Anforderungen aus dem Wasser-, Bau- und Strafrecht deutlich (vgl. [3],[4],[5],[6]).

Bisher liegen keine Erkenntnisse vor, inwieweit sich die in der BauO NRW [5] geforderten Dichtheitsprüfungen mit den derzeit verfügbaren Prüfverfahren zuverlässig umsetzen lassen. Darüber hinaus bleibt im Fall eines als undicht geprüften Abwassernetzes unklar, ob und ggf. mit welchen der heute verfügbaren Verfahren eine zuverlässige Bewertung des baulichen Zustands, der Ex- und Infiltrationspotenziale sowie der Funktionsfähigkeit des Netzes als Basis für eine erfolgreiche Sanierungsplanung durchgeführt werden kann.

### **1.2 Zielstellung**

Ziel des Vorhabens ist die Klärung, inwieweit mit den heute allgemein verfügbaren Verfahren eine Dichtheitsprüfung und Zustandserfassung als Grundlage für die Sanierungsplanung an Hausanschluss- und Grundleitungen möglich ist, oder ob Verfahrensentwicklungen für diesen speziellen Bereich notwendig sind. Einsatzrandbedingungen und -grenzen für verschiedene Nutzungen und Immobiliengrößen sollen ebenso wie die Zuverlässigkeit der marktüblichen Verfahren aufgezeigt werden.

Speziell für die Dichtheitsprüfung wird die Anwendbarkeit der nach den a.a.R.d.T. üblichen Prüfkriterien und der diesbezügliche Weiterentwicklungsbedarf aufgezeigt. Auch werden Hinweise zur Anpassung oder Konkretisierung der rechtlichen Regelungen zur Dichtheitsprüfung von Hausanschluss- und Grundleitungen gegeben.

### **1.3 Grundsätzliches Vorgehen**

Zunächst wurde eine Übersicht über die heute verfügbaren Verfahren und Gerätschaften zur Reinigung, Ortung, Zustandserfassung und Dichtheitsprüfung für (Entwässerungs-)leitungen auf der Grundlage einer Marktrecherche und Gesprächen mit Dienstleistern und Sachverständigen erstellt. Für die weitere Betrachtung wurden Verfahren ausgewählt, deren Anwendung für den Bereich der Hausanschluss- und Grundleitungen sinnvoll erscheint.

Die ausgewählten Verfahren wurden in wirklichkeitsgetreuen Betriebsprozessen an insgesamt 7 Testhäusern mit verschiedenen Anschluss- und Grundleitungssituationen getestet.

Ausgewählt wurden die 7 Testhäuser nach Ortsbegehung und Sichtung aller verfügbaren Bestandspläne von insgesamt 19 Häusern. Die Maßnahmen wurden mit Verfahrensanbietern

durchgeführt, die aufgrund der Marktanalyse sowie Vorbesprechungen ausgewählt worden waren. Alle Maßnahmen wurden durch das IKT begleitet und dokumentiert.

Die Ergebnisse wurden in Abstimmung mit Anbietern zusammengefasst und bewertet. In der vorliegenden Kurzfassung des Endberichts sind die wesentlichen Erkenntnisse und Schlussfolgerungen zusammengefasst dargestellt.

## 2 Verfahrensübersicht

### 2.1 Ortung und Zustandserfassung

Die Ortung und Zustandserfassung von Hausanschlussleitungen und Grundleitungsnetzen kann qualitativ mit Hilfe optischer Verfahren und quantitativ durch den Einsatz geeigneter Mess- und Prüfverfahren erfolgen. Eine große Palette an Produkten und Verfahren wird derzeit angeboten. Einige Verfahren befinden sich noch in der Entwicklungsphase.

Es ist festzustellen, dass eine quantitative Zustandserfassung der Hausanschlussleitungen und Grundleitungsnetze in der Praxis für eine Sanierungsplanung nur in geringem Maß durchgeführt wird. Aus Gesprächen mit den Sanierungsfirmen ergab sich, dass grundsätzlich folgende drei Informationsarten für eine sinnvolle Sanierungsplanung bei Hausanschluss- und Grundleitungen als notwendig erachtet werden:

- Lage der Leitungen bzw. wichtiger Punkte wie z.B. Abzweige
- Angaben über die Rohreigenschaften wie Nennweite, Rohrwerkstoff und Rohrverbindungstechnik
- Lage und Umfang von Schäden und Leckagen.

Im Folgenden werden nur die in Abb. 1 dargestellten Techniken einer näheren Betrachtung unterzogen, da mit diesen grundsätzlich Aussagen zu den drei oben angeführten Punkten zu erzielen sind und deren Einsatz im Bereich der Hausanschluss- und Grundleitungen möglich erscheint.

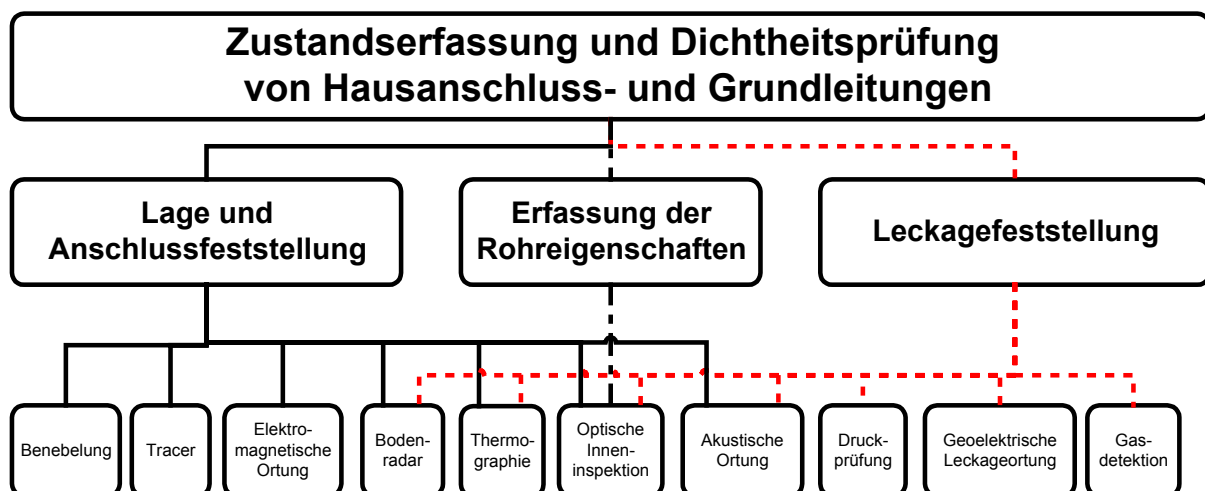


Abb. 1: Ausgewählte Verfahren zur Ortung und Zustandserfassung

## 2.2 Dichtheitsprüfung

Bezüglich der Prüfmethode zur Überprüfung der Dichtheit der Leitungen wird in der Verwaltungsvorschrift zur Landesbauordnung Nordrhein-Westfalen [7] auf die DIN 1986-30:1995-01 [8] verwiesen. Dort sind neben der Prüfung durch TV-Inspektion auch Prüfverfahren zur Dichtheitsprüfung mit Luft oder Wasser bzw. Verweise auf weitere Regelwerke aufgeführt:

- Prüfung durch TV-Inspektion (nach DIN 1986, Teil 30)
- Wasserfüllstandsprüfung (nach DIN 1986, Teil 30)
- Wasserdruckprüfung (nach DIN EN 1610 [9] und ATV M143, Teil 6 [10])
- Luftdruckprüfung (nach DIN EN 1610 und ATV M143, Teil 6).

Seit Februar 2003 gilt die neue Fassung der DIN 1986, Teil 30: 2003-02 [11]. In dieser Fassung werden u.a. die Anforderungen an eine Wasserfüllstandsprüfung festgelegt. Bei den durchgeführten Untersuchungen wurden die Anforderungen der DIN 1986, Teil 30:1995-01 berücksichtigt, da die Verwaltungsvorschrift des §45 BauO NRW auf diese Fassung verweist. In Tabelle 1 sind die Prüfanforderungen für die Wasserfüllstandsprüfung nach beiden Fassungen dargestellt.

### Prüfung durch TV- Inspektion (nach DIN 1986)

Nach DIN 1986 ist eine Leitung nach Auswertung der TV- Inspektion grundsätzlich als dicht zu bewerten, wenn

- kein Grundwassereinbruch vorliegt und
- keine statischen Mängel nach der Schadensbewertung vorliegen (Riss- und Scherbenbildungen, Einbrüche und relevante Muffenversätze dürfen nicht vorhanden sein) und
- keine hydraulischen Mängel nach der Schadensbewertung vorliegen (Rohrleitungen müssen frei von Abflusshindernissen, Wurzeleinwüchsen und Verformungen sein). [12]

Eine Prüfung durch TV-Inspektion ist nach DIN 1986 zulässig, wenn die Leitungen häusliches Abwasser abführen und keine wesentlichen baulichen Änderungen (>50 %) an ihnen durchgeführt wurden. An Leitungen, die gewerbliches Abwasser führen, kann eine TV- Inspektion zur Überprüfung der Dichtheit nur bei einigen der in Wasserschutzgebieten zusätzlich geforderten Prüfungen zur Anwendung kommen.

### Wasser- und Luftprüfungen

Sowohl bei der Dichtheitsprüfung mit Wasser als auch mit Luft werden verschiedene Verfahren zur Auswahl gestellt (Wasser 3x / Luft 2x). Unterschieden werden kann hier zwischen Prüfungen, bei denen ein bestimmter Druck aufzubauen und zu halten ist (Druckprüfungen), und der Wasserfüllstandsprüfung nach DIN 1986 Teil 30, bei der abhängig von den jeweiligen Randbedingungen der einzelnen Gebäude nur der maximal mögliche Betriebsdruck aufgebracht wird. In Tabelle 1 und Tabelle 2 wird ein Überblick über die verschiedenen Prüfverfahren mit den jeweiligen Prüfkriterien gegeben.

**Dichtheitsprüfung mit Wasser / Prüfverfahren nach:**

	DIN EN 1610 [9]		DIN 1986 Teil 30		ATV M143 Teil 6 [10]
			Fassung 1995 [8]	Fassung 2003 [11]	
<b>Vorgehen</b>	<p>Der Prüfabschnitt wird bis zum Geländeniveau gefüllt. Während der Prüfzeit ist der Wasserstand mit einer maximalen Abweichung von 0,01 bar durch Wasserzugabe aufrecht zu halten. Die Menge des nachgefüllten Wassers und der Prüfdruck sind zu messen und aufzuzeichnen.</p>		<p>Wie <b>DIN EN 1610</b>, der Prüfabschnitt wird aber bis zur Oberkante des tiefsten Entwässerungsgegenstandes oder bis zur Rückstauenebene gefüllt.</p>	<p>Wie <b>DIN EN 1610</b>, der Prüfabschnitt wird jedoch bis 0,50 m über Rohrscheitel befüllt. Falls dies nicht möglich ist, kann die Leitung bis zur Oberkante des tiefsten Entwässerungsgegenstandes bzw. bis zur Unterkannte der Reinigungsöffnung in der Fallleitung befüllt werden.</p>	<p>Der Prüfabschnitt wird gereinigt, vor allem an Stellen, an denen Absperrlemente platziert werden. Der Prüfabschnitt wird vom Tiefpunkt aus befüllt, die Wasserbefüllung und das Aufbringen des Prüfdruckes erfolgt über einen Freispiegelbehälter. Die Positionierung der Absperrlemente wird bei abschnittsweiser Prüfung durch eine TV-Kamera überwacht.</p>
<b>Prüfzeit</b>	<p><b>30 min</b> (+/- 1 min), <b>1h Vorfüllzeit</b> (falls erforderlich)</p>		<p><b>15 min</b> <b>keine Vorfüllzeit</b> gefordert</p>	<p><b>15 min</b> <b>keine Vorfüllzeit</b> gefordert</p>	<p><b>15 min</b> <b>keine Vorfüllzeit</b> gefordert</p>
<b>Prüfdruck</b>	<p>Ergibt sich aus der <b>Füllung</b> des Prüfabschnittes bis zum Geländeniveau <b>Minimum 0,1 bar</b> <b>Maximum 0,5 bar</b></p>		<p><b>Betriebsdruck</b> (einfacher, tatsächlich möglicher); Ergibt sich aus der <b>Füllung bis zur Oberkante</b> des tiefsten Entwässerungsgegenstandes oder bis zur Unterkannte der Reinigungsöffnung in der Fallleitung</p>	<p>Wenn möglich <b>0,05 bar über Rohrscheitel, ansonsten einfacher</b>, tatsächlich <b>möglicher Betriebsdruck</b> (siehe alte Fassung)</p>	<p><b>Minimum 0,05 bar</b> <b>Maximum 0,5 bar</b> (Bei anstehendem GW Erhöhung des Prüfdruckes um 0,1 bar pro Meter GW über dem Rohrscheitel, maximale Erhöhung um 0,2 bar)</p>
<b>Zul. Wasserzugabe</b>	<p><b>0,15 l/m<sup>2</sup></b> für Rohrleitungen <b>0,20 l/m<sup>2</sup></b> für Rohrleitungen einschließlich Schächte <b>0,40 l/m<sup>2</sup></b> für Schächte und Inspektionsöffnungen</p>		<p><b>0,10 l/m<sup>2</sup></b></p>	<p><b>0,20 l/m<sup>2</sup></b></p>	<p><b>0,2 l/m<sup>2</sup></b></p>

*Tabelle 1: Dichtheitsprüfung mit Wasser, Vergleich der Prüfkriterien nach DIN EN 1610, DIN 1986, Teil 30 und ATV M143, Teil 6*

<b>Dichtheitsprüfung mit Luft / Prüfverfahren nach:</b>	
<b>DIN EN 1610 [9]</b>	<b>ATV M143 Teil 6 [10]</b>
<p>Ausführung</p> <p>Leitungen sind mit geeigneten luftdichten Verschlüssen abzudichten.</p> <p>Ein Anfangsdruck (Prüfdruck + 10%) ist auf die Leitung zu bringen und die Beruhigungszeit abzuwarten.</p> <p>Während der Prüfzeit darf der Druck um einen bestimmten Wert, abh. vom gewählten Verfahren abnehmen.</p>	<p>Wie <b>DIN EN 1610</b>.</p>
	<b>Durchmesser der Leitung</b>
<b>Verfahren</b>	
LA	DN 100
LB	DN 200
LC	DN 300
LD	
5 min	
5 min	1 min
4 min	2 min
3 min	2 min
100 mbar	100 mbar (bzw. -100 mbar)
15 mbar	15 mbar (Überdruck) 12 mbar (Unterdruck)
5 min	1 min
4 min	2 min
3 min	2 min
100 mbar	100 mbar (bzw. -100 mbar)
15 mbar	15 mbar (Überdruck) 12 mbar (Unterdruck)
5 min	1 min
4 min	2 min
3 min	2 min
100 mbar	100 mbar (bzw. -100 mbar)
15 mbar	15 mbar (Überdruck) 12 mbar (Unterdruck)

Tabelle 2: *Dichtheitsprüfung mit Luft, Vergleich der Prüfkriterien nach DIN EN 1610 und ATV M143, Teil 6*



### 3 Durchgeführte Untersuchungen

Nach der Marktanalyse und Gesprächen mit Fachfirmen wurden in-situ Untersuchungen an 7 Testgebäuden durchgeführt. Die 7 Testgebäude wurden aus insgesamt 19 durch die Stadt Gelsenkirchen, die Stadt Recklinghausen und die Gelsenkirchener Gemeinnützige Wohnungsgesellschaft mbH (GGW) zur Verfügung gestellten Immobilien so ausgewählt, dass möglichst viele Errichtungszeiträume der Gebäude sowie Randbedingungen abgedeckt werden. Abhängig von den Errichtungszeiträumen der Gebäude sind unterschiedliche Rohrwerkstoffe sowie Dichtungstechniken verwendet worden. Zu den weiteren Randbedingungen zählen z.B. Netzstrukturen, Zugänglichkeiten, Qualität der Entwässerungspläne und der weiteren zur Verfügung stehenden Informationen. In Tabelle 3 sind alle untersuchten Testgebäude zusammengestellt.

Tabelle 3: *Untersuchte Testgebäude*

Objekt Nr.	Baujahr	Gebäudeart	Leitungsmaterial		
			Grundleitungen	Fallleitungen	Anschlüsse von Entwässerungsgegenständen
1	1909	Schule	Steinzeug / Guss	Guss	Guss
2	1963	Schule	Steinzeug	Guss	Guss
3	1973	Schule	Steinzeug	Guss	Guss
4	1988	Mehrfamilienhaus	PVC	Guss	PE / PVC
5	1988	Mehrfamilienhaus	PVC	Guss	PE / PVC
6	1996	Schule	PVC	Guss	PE / PVC
7	2000	Appartementhaus	PVC	Guss	PE / PVC



Alle Untersuchungen wurden mit Fremdfirmen durchgeführt. Es wurden Fachfirmen aus den Bereichen Dichtheitsprüfung, Kanalsanierung, Rohrreinigung, Ortungstechnik und Sanitärinstallation beauftragt. Ausgesucht wurden die Firmen auf Grundlage der im Vorfeld erstellten Marktübersichten sowie Gesprächen. An dem Auswahlprozess waren 42 Firmen aus ganz Deutschland beteiligt. Die Erfahrungen, die bei den Untersuchungen gesammelt wurden, flossen in die Entscheidung für eine Beauftragung von Firmen im weiteren Verlauf der Untersuchungen mit ein.

Im Folgenden werden für jedes der 7 Testgebäude die objektbezogenen Versuchsergebnisse beschrieben.


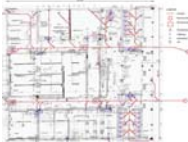
Bei den Ergebnissen der Wasserfüllstandsprüfungen nach DIN 1986, Teil 30:1995-01 sind sowohl die gemessenen Wasserverluste WV als auch die jeweils zulässigen Wasserverlustwerte ZV aufgeführt. Der zulässige Wasserverlust in einem Zeitraum von 15 min berechnet sich nach folgender Formel:


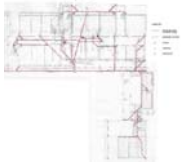
$$ZV = 0,1 \frac{l}{m^2} \times \text{Leitungsdurchmesser}[m] \times \text{Leitungslänge}[m] \times 3,1416 \quad [\text{Liter}]$$



Für Netzbereiche mit unbekanntem Leitungsverlauf wurde aufgrund der angeschlossenen Entwässerungsgegenstände eine minimal bzw. maximal denkbare Leitungslänge abgeschätzt und damit eine Unter- bzw. Obergrenze des zulässigen Wasserverlustes ermittelt.



<b>3.1 Objekt Nr. 1</b>		
<b>Gebäude, Baujahr</b>	<b>Randbedingungen</b>	
<p>Schule von 1909 mit Anbau von 1965</p>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Es liegt nur ein grobes Entwässerungsschema aus dem Jahre 1909 vor. Innerhalb des Gebäudes sind keine Entwässerungsleitungen verzeichnet, auch die eines 1965 hinzugekommenen Anbaus nicht.</li> <li>➤ Die fast 100 Jahre alten Steinzeugleitungen sind noch nie saniert oder erneuert worden.</li> </ul>	
	<b>Beauftragte Firmen</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 Firma mit den Arbeitsschwerpunkten Kanalreinigung und TV-Inspektion</li> <li>➤ 1 Firma mit den Arbeitsschwerpunkten Gebäudesanierung und -renovierung</li> <li>➤ 1 Firma mit den Arbeitsschwerpunkten Reinigung, Ortung und Sanierungsplanung</li> <li>➤ 1 Firma mit den Arbeitsschwerpunkten Gebäudesanierung und -renovierung</li> <li>➤ 1 Installateur- Fachbetrieb</li> </ul>	
	<b>Eingesetzte Verfahren</b>	<b>Ergebnisse</b>
<b>Reinigung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hochdruckreinigung mit Spüldüsen</li> <li>➤ Spiralmaschine</li> </ul>	<p>Eine Reinigung mit <b>Wasserhochdruck</b> war nur an den Hauptsträngen ohne weitere Vorbereitung möglich, erst nach Demontage von Toiletten konnten einige Seitenabzweige ebenfalls mit Wasserhochdruck gereinigt werden.</p> <p>Die Reinigung vieler Leitungsstränge kleineren Durchmessers war nur mittels <b>Spiralmaschine</b> möglich, einige Leitungen konnten auch mit diesem Verfahren nicht gereinigt werden, ohne Entwässerungsgegenstände oder Wandverputz zu zerstören.</p>
<b>Zustandserfassung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kameras auf Fahrwagen</li> <li>➤ Schiebekameras</li> <li>➤ Spülkamera</li> <li>➤ Tracer</li> <li>➤ Elektromagnetische Ortung</li> <li>➤ Akustische Ortung</li> <li>➤ Gasdetektion</li> <li>➤ Thermographie</li> </ul>	<p>Mit den <b>Kameras auf Fahrwagen</b> war nur die Zustandserfassung der Hauptleitungen möglich. Durch den Einsatz von <b>Schiebekameras</b> über Abläufe von Entwässerungsgegenständen konnten zusätzlich einige Seitenabzweige inspiziert werden. Der Einsatz der <b>Spülkamera</b> gestattete erstmalig, große Leitungsbereiche aufzunehmen, die bei vorherigen Inspektionen nicht erfasst werden konnten. Mittels <b>Tracern</b> konnte ein Großteil der Entwässerungsgegenstände den Abzweigen im Netz zugeordnet werden. Die <b>Elektromagnetische Ortung</b> mittels Sondenstäben brachte nur sehr ungenaue Ergebnisse, besser verlief die Ortung unter Einsatz von Sondenköpfen. Die <b>Akustische Ortung</b>, die <b>Gasdetektion</b> und der Einsatz der <b>Thermographie</b> lieferten keine verwertbaren Erkenntnisse zu Leitungsverlauf und Leckagelocalisierung.</p>
<b>Dichtheitsprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 x Wasserfüllstandsprüfung nach DIN 1986</li> </ul>	<p>Da das Leitungsnetz auf Basis der Kamerabefahrung eindeutig als „undicht“ eingestuft werden konnte, wurde nur das Teilnetz des Toilettenanbaus von 1965 mit einer Wasserfüllstandsprüfung nach DIN 1986 auf Dichtheit geprüft. Diese Prüfung konnte unkompliziert und schnell durchgeführt werden. Eine exakte Kalkulation des zulässigen Wasserverlustwertes war nicht möglich, es fehlten Angaben zur Leitungslänge.</p> <p style="text-align: center;">Ergebnis: <b>undicht</b> (Wasserverlust WV pro 15 min: &gt;&gt; 100 l, Zulässige Wasserverlustmenge ZV: 1,6-2,4 l)</p>
<b>Fazit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Das komplette Abwassernetz dieses Gebäudes wies erhebliche Schäden auf. In allen untersuchten Leitungen lagen Versätze, Risse und Wurzeleinwuchs vor. Damit war das ganze Netz massiv undicht. Eine Dichtheitsprüfung mit Luft oder Wasser war nur zu Kontrollzwecken sinnvoll.</li> <li>➤ Das Fehlen von Entwässerungsplänen erschwerte die Untersuchung bedeutsam.</li> <li>➤ Die Aufnahme des Leitungsverlaufes und die Zuordnung der Abzweige des Toilettenanbaus erwies sich als sehr zeitaufwendig, eine komplette Aufnahme des Leitungnetzes war ohne bauliche Maßnahmen mit keinem der eingesetzten Verfahren möglich.</li> </ul>	



### 3.2 Objekt Nr. 2



<b>Gebäude, Baujahr</b>		<b>Randbedingungen</b>
Schule von 1963  		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sehr komplexes Leitungsnetz</li> <li>➤ Vier Revisionschächte innerhalb des Gebäudes</li> <li>➤ Fehlende Angaben zu Änderungen der Toilettenanlagen und zur Entfernung sanitärer Anlagen bei der Schaffung eines Durchganges zum Anbau</li> </ul>
		<b>Beauftragte Firmen</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 Firma mit den Arbeitsschwerpunkten Rohrreinigung und Sanierung im häuslichen Abwasserbereich</li> <li>➤ 1 Firma mit den Arbeitsschwerpunkten Gebäudesanierung und -renovierung</li> <li>➤ 1 Installateur- Fachbetrieb</li> </ul>
	<b>Eingesetzte Verfahren</b>	<b>Ergebnisse</b>
<b>Reinigung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hochdruckreinigung mit Spüldüsen</li> <li>➤ Spiralmaschine</li> </ul>	Eine Reinigung mit Wasserhochdruck konnte an den Hauptsträngen und an einigen Seitenabzweigen nach Freilegen der unter Putz versteckten Revisionsöffnungen vorgenommen werden. Einige Seitenabzweige waren wegen eingeschränkter Zugänglichkeit nur mit einer Spiralmaschine mit Kettenaufsatz zu reinigen, bei manchen Leitungen war auch dies nicht möglich, ohne Entwässerungsgegenstände (z.B. Bodenabläufe mit Tauchwand) zu zerstören.
<b>Zustandserfassung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Satellitenkameras</li> <li>➤ Kameras auf Fahrwagen</li> <li>➤ Schiebekameras</li> <li>➤ Endoskop</li> <li>➤ Tracer</li> <li>➤ Elektromagnetische Ortung</li> <li>➤ Akustische Ortung</li> <li>➤ Gasdetektion</li> <li>➤ Thermographie</li> </ul>	Die <b>Satellitenkamera</b> konnte nur gerade Stücke der Hauptleitung befahren. Ein Einsatz durch die Reinigungsöffnung im Revisionschacht war nicht möglich. Mit den <b>Kameras auf Fahrwagen</b> war eine komplette Zustandserfassung der Hauptleitungen möglich. Mit den <b>Schiebekameras</b> konnten zusätzlich viele Seitenabzweige aufgenommen werden. Die Zustandserfassung von Leitungsabschnitten hinter Bodenabläufen mit Tauchwänden war nur unter Einsatz eines flexiblen <b>Endoskopes</b> möglich. Mittels <b>Tracern</b> konnte ein Großteil der Entwässerungsgegenständen den Abzweigen im Netz zugeordnet werden. Die <b>Elektromagnetische Ortung</b> mittels Sondenstäben brachte nur sehr ungenaue Ergebnisse, besser verlief die Ortung unter Einsatz von Sondenköpfen, wobei der verzweigte Leitungsverlauf im Bereich der Toiletten nicht vollständig aufgenommen werden konnte und die Ergebnisse dort teilweise widersprüchlich waren. Die <b>Akustische Ortung</b> , die <b>Gasdetektion</b> und der Einsatz von <b>Thermographiekameras</b> in Kombination mit einer Warmwasser-Füllung der Abwasserleitungen lieferten keine verwertbaren Erkenntnisse zu Leitungsverlauf und Leckagelokalisierung.
<b>Dichtheitsprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 4 x Wasserfüllstandsprüfung nach DIN 1986</li> <li>➤ 1 x Luftüberdruckprüfung nach DIN EN 1610</li> </ul>	Folgende <b>Wasserfüllstandsprüfungen nach DIN 1986</b> wurden durchgeführt: 1 x Gesamtnetz, Ergebnis: <b>undicht</b> (WV pro 15 min: >> 100 l, ZV: 2,88 l) 1 x Teilnetz, Ergebnis: <b>undicht</b> (WV pro 15 min: >> 100 l, ZV: 1,31 l) 2 x seitliche Leitungen Ergebnis: <b>undicht</b> (WV pro 15 min: > 25 l, ZV1: 0,12 l / ZV2: 0,05 l)  Bei der <b>Luftdruckprüfung nach DIN EN 1610</b> an einem zwei Meter langem Abschnitt der Hauptleitung konnte selbst mit einem Kompressor nur ein Prüfdruck von 4 mbar aufgebracht werden. Ergebnis: <b>undicht</b>
<b>Fazit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Das komplette Abwassernetz dieses Gebäudes wies erhebliche Schäden auf. In fast allen untersuchten Leitungen lagen Versätze, Risse und Wurzeleinwuchs vor.</li> <li>➤ Leitungen, deren baulicher und funktioneller Zustand nach TV-Inspektion als gut bewertet wurden, stellten sich nach Dichtheitsprüfungen ebenfalls als undicht heraus.</li> <li>➤ Eine Durchführung von Druckprüfungen nach DIN EN 1610 oder ATV M 143, Teil 6 war unter vertretbarem Aufwand nur an den Hauptleitungen möglich.</li> <li>➤ Die Aufnahme des Leitungsverlaufes und die Zuordnung der Abzweige nahm mehrere Stunden in Anspruch, eine komplette Aufnahme des Leitungsnetzes war ohne bauliche Maßnahmen mit keinem der eingesetzten Verfahren möglich.</li> </ul>	

3.3 Objekt Nr. 3		
Gebäude, Baujahr	Randbedingungen	
<p>Schule von 1973</p>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Komplexes und verästeltes Gesamtnetz ohne Schacht innerhalb des Gebäudes</li> <li>➤ Großer Anteil abgehängter Leitungen</li> <li>➤ Entwässerung des Keller- und Erdgeschossbereiches des Hauptgebäudes über eine Hebeanlage</li> </ul>	
	Beauftragte Firmen	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 Firma mit den Arbeitsschwerpunkten Kanalreinigung und TV-Inspektion</li> <li>➤ 1 Firma mit den Arbeitsschwerpunkten Rohrreinigung und Sanierung im häuslichen Abwasserbereich</li> </ul>	
	Eingesetzte Verfahren	Ergebnisse
<b>Reinigung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hochdruckreinigung mit Spüldüsen</li> </ul>	<p>Eine Reinigung der Leitungen mit <b>Wasserhochdruck</b> war nur an den Hauptleitungen von den Schächten aus möglich. Bei dem Versuch der Reinigung von einer Revisionsöffnung aus trat ein Rückstau ein, wobei Schmutzwasser in den Kellerraum floß.</p>
<b>Zustandserfassung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Satellitenkameras</li> <li>➤ Fahrwagenkameras</li> <li>➤ Schiebekameras</li> </ul>	<p>Die <b>Satellitenkameras</b> konnten selbst durch einen Schacht nicht in die Hauptleitungen DN 200 eingesetzt werden. Es war nur möglich, den Fahrwagen der Satellitenkamera im Schacht zu positionieren und von dort aus den Satelliten-Kamerakopf mechanisch vorzutreiben. Ein Abzweigen in weitere Leitungen war somit nicht mehr möglich. Dies gilt ebenso für die <b>Fahrwagenkamera</b>. Mit den <b>Schiebekameras</b> war die Inspektion einiger Seitenabzweige möglich. Da diese aber nicht gereinigt werden konnten, schob sich der in den Leitungen vorhandene Schmutz vor den Kamerakopf. Die aufgenommenen Bilder waren deshalb nicht aussagekräftig.</p>
<b>Dichtheitsprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 3 x Wasserfüllstandsprüfungen nach DIN 1986</li> <li>➤ 1x Luftüberdruckprüfung nach DIN EN 1610</li> <li>➤ 1 x Wasserdruckprüfung nach DIN EN 1610 bzw. ATV M 143, Teil 6</li> </ul>	<p>Folgende <b>Wasserfüllstandsprüfungen nach DIN 1986</b> wurden durchgeführt:</p> <p>2 x Teilnetz                      Ergebnis: <b>undicht</b> (WV pro 15 min: <b>70 l, ZV: 2 l</b>)  <span style="margin-left: 150px;"><b>undicht</b> (WV pro 15 min.; <b>ZV: 2,7-4,18 l</b>)</span></p> <p>1 x abgehängtes Teilnetz (PVC)    <b>undicht</b> (WV pro 15 min: <b>11 l, ZV: 1 l</b>)</p> <p>Bei der <b>Luftdruckprüfung nach DIN EN 1610</b> zwischen zwei Schächten der Hauptleitung konnte kein Prüfdruck aufgebracht werden</p> <p style="text-align: center;">Ergebnis: <b>undicht</b></p> <p>Bei der <b>Wasserdruckprüfung nach DIN EN 1610</b> fiel der Wasserpegel nach Beginn der Prüfzeit so schnell ab, dass bereits nach ca. 30 sec die zulässige Wasserzugabemenge überschritten war.</p> <p style="text-align: right;">Ergebnis: <b>undicht</b> (WV nach <b>30 sec &gt; ZV1-ATV: 1,57 l</b>  <span style="margin-left: 150px;"><b>ZV2-DIN: 1,18 l</b>)</span></p>
<b>Fazit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Das komplette Abwassernetz dieses Gebäudes wies erhebliche Schäden auf. In fast allen untersuchten Leitungen lagen Versätze, Risse, Scherbenbildungen, Einbrüche und Wurzeleinwuchs vor. Exemplarisch durchgeführte Dichtheitsprüfungen bestätigten die Undichtigkeit der Leitungen.</li> <li>➤ Eine Durchführung von Druckprüfungen nach DIN EN 1610 oder ATV M 143, Teil 6 war unter vertretbarem Aufwand nur an den Hauptleitungen möglich.</li> <li>➤ Fast alle Seitenstränge des Netzes konnten ohne die vorhergehende Schaffung von Zugänglichkeiten (meist Zerstörung von Bodenabläufen oder Aufstemmen von Wänden) weder gereinigt noch inspiziert werden.</li> <li>➤ Auch die abgehängten PVC-Leitungen waren undicht.</li> </ul>	

3.4 Objekt Nr. 4		
Gebäude, Baujahr	Randbedingungen	
<p>Mehrfamilienhaus von 1988</p>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mehrfamilienhaus mit zwölf Mietparteien</li> <li>➤ Eine Kellerwohnung und verschlossene Abstellräume im Untersuchungsbereich</li> <li>➤ Kein Revisionschacht im Gebäude vorhanden</li> </ul>	
	Beauftragte Firmen	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 Firma mit den Arbeitsschwerpunkten Kanalreinigung, TV-Inspektion und Sanierung</li> <li>➤ 1 Firma mit den Arbeitsschwerpunkten Reinigung, Ortung und Sanierungsplanung</li> <li>➤ 1 Firma mit den Arbeitsschwerpunkten Gebäudesanierung und -renovierung</li> <li>➤ 1 Installateur- Fachbetrieb</li> </ul>	
	Eingesetzte Verfahren	Ergebnisse
<b>Reinigung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hochdruckreinigung mit Spüldüsen</li> <li>➤ Spiralmaschine</li> </ul>	<p>Eine Reinigung der Leitungen mit <b>Wasserhochdruck</b> war nur an den Hauptleitungen über den Schacht möglich. Für die Entfernung der Fettablagerungen waren mehrere Reinigungsgänge notwendig. Mit der <b>Spiralmaschine</b> konnten fast alle seitlichen Abzweige gereinigt werden. Einige seitliche Abzweige mit rechtwinkligen Bögen waren nicht zugänglich.</p>
<b>Zustandserfassung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Satellitenkameras</li> <li>➤ Kameras auf Fahrwagen</li> <li>➤ Schiebekameras</li> <li>➤ Spülkamera</li> <li>➤ Elektromagnetische Ortung</li> </ul>	<p>Die <b>Satellitenkamera</b> konnte aufgrund der zu geringen Leitungsdurchmesser (<math>\leq</math> DN 150) nicht eingesetzt werden. Mit <b>Kameras auf Fahrwagen</b> war die Zustandserfassung der Hauptleitung größtenteils (bis zu einem rechtwinkligen Bogen) möglich. Der Fahrwagen kippte allerdings mehrfach –wegen der selbst nach der Reinigung noch vorhandenen Fettablagerungen in der PVC-Leitung- um. In den seitlichen Abzweigen sind zahlreiche rechtwinkelige Bögen verbaut, so dass eine komplette Aufnahme der Abzweige selbst mit <b>Schiebekameras</b> nicht möglich war. Mit der <b>Spülkamera</b> konnte erstmalig die Hauptleitung hinter dem rechtwinkligen Bogen und ein weiterer Abzweig untersucht werden. Eine <b>Elektromagnetische Ortung</b> (mit Sondenkopf) der Leitungen war nicht möglich, da unter dem Gebäude verlegte Stromleitungen die Messergebnisse störten. Der Einsatz eines <b>Bodenradars</b> brachte ebenfalls keine Erkenntnisse zum Leitungsverlauf.</p>
<b>Dichtheitsprüfung</b>	-	<p>Es konnten keine Dichtheitsprüfungen mit Luft- oder Wasserdruck durchgeführt werden. Da es während der Untersuchungszeit regnete, war die Hauptleitung des Gebäudes permanent zu ca. 2/3 mit Wasser gefüllt. Eine Wasserhaltung hätte nur über die insgesamt 10 Fallrohre mit Spezialgeräten vorgenommen werden können. Eine Dichtheitsprüfung der seitlichen Teilnetze war ohne eine Absperrung der Hauptleitung nicht möglich, da keine Absperrblasen über die Revisionsöffnungen in die Leitungen eingebracht werden konnten.</p>
<b>Fazit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Zu allen Leitungen sind Zugänglichkeiten über Revisionsöffnungen vorhanden, trotzdem war in weiten Teilen des Netzes keine Reinigung, Inspektion und Dichtheitsprüfung (vor allem aufgrund der Verwendung zahlreicher rechtwinkliger Bögen) möglich.</li> <li>➤ Eine Durchführung von Druckprüfungen nach DIN EN 1610 oder ATV M 143, Teil 6 war unter vertretbarem Aufwand nur an Teilen der Hauptleitung möglich.</li> <li>➤ Eine Wasserhaltung war für die Dichtheitsprüfungen notwendig, diese war aber nur mit Spezialgeräten, die in Reinigungsöffnungen der Falleleitungen eingesetzt werden, möglich. Davon wären bei diesem Objekt 10 Stück benötigt worden.</li> <li>➤ Eine Ortung des Leitungsverlaufes war nicht möglich.</li> <li>➤ Der Umgang mit den Mietern erforderte ein sensibles Vorgehen von allen Beteiligten.</li> </ul>	

<b>3.5 Objekt Nr. 5</b>		
<b>Gebäude, Baujahr</b>	<b>Randbedingungen</b>	
Mehrfamilienhaus von 1988  	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mehrfamilienhaus mit sieben Mietparteien</li> <li>➤ Private Abstellräume im Untersuchungsbereich</li> <li>➤ Kein Revisionschacht im Gebäude vorhanden</li> </ul>	
	<b>Beauftragte Firmen</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 Firma mit den Arbeitsschwerpunkten Kanalreinigung, TV-Inspektion und Sanierung</li> <li>➤ 1 Firma mit dem Arbeitsschwerpunkt Dichtheitsprüfung</li> <li>➤ 1 Firma mit den Arbeitsschwerpunkten Reinigung, Ortung und Sanierungsplanung</li> </ul>	
	<b>Eingesetzte Verfahren</b>	<b>Ergebnisse</b>
<b>Reinigung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hochdruckreinigung mit Spüldüsen</li> </ul>	Eine Reinigung der Leitungen mit <b>Wasserhochdruck</b> war nur an den Hauptleitungen von dem Schacht aus möglich. Für die Entfernung der Fettablagerungen waren mehrere Reinigungsgänge notwendig.
<b>Zustandserfassung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Satellitenkameras</li> <li>➤ Kameras auf Fahrwagen</li> <li>➤ Schiebekameras</li> <li>➤ Spülkamera</li> <li>➤ Elektromagnetische Ortung</li> </ul>	Die <b>Satellitenkamera</b> konnte aufgrund der zu geringen Leitungsdurchmesser ( $\leq$ DN 150) nicht eingesetzt werden. Mit <b>Kameras auf Fahrwagen</b> war die Zustandserfassung der Hauptleitung größtenteils (bis zu einem 60°-Bogen) möglich. Mit <b>Schiebekameras</b> konnten weite Teile der seitlichen Abzweige von den Revisionsöffnungen aufgenommen werden. Eine komplette Aufnahme von Leitungen, in denen mehrere rechteckige Bögen verbaut wurden, war auch mit Schiebekameras nicht möglich. Mit der <b>Spülkamera</b> konnte erstmalig die Hauptleitung hinter dem 60°-Bogen untersucht werden. Durch <b>Elektromagnetische Ortung</b> (Sondenkopf) war es möglich, Teile des Leitungsverlaufes einzumessen.
<b>Dichtheitsprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 x Wasserfüllstandsprüfung nach DIN 1986</li> <li>➤ 1x Luftüberdruckprüfung nach DIN EN 1610</li> </ul>	Eine <b>Wasserfüllstandsprüfung nach DIN 1986</b> wurden an einem Abzweig durchgeführt. Allerdings war eine Kontrolle des korrekten Sitzes der Blase nicht möglich. Es wurde die doppelte Menge an Wasser in den Leitungsabschnitt gegeben, als eigentlich für eine Komplettfüllung erforderlich gewesen wäre. Nach Beginn der Prüfung sank der Pegel stark ab. Ergebnis: <b>undicht</b> (WV pro 15 min: $\gg$ 25 l, ZV: 0,26 l) Bei der <b>Luftdruckprüfung nach DIN EN 1610</b> eines Abschnittes der Hauptleitung kurz nach dem Schacht konnte zweimal kein Prüfdruck aufgebracht werden. Ergebnis: <b>undicht</b> Weitere Dichtheitsprüfungen konnten nicht vorgenommen werden, da der Aufbau einer ausreichenden Wasserhaltung aufgrund eines Starkregenereignisses nicht möglich war.
<b>Fazit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Leitungen, deren baulicher und funktioneller Zustand nach TV-Inspektion als gut bewertet wurde, stellten sich nach Dichtheitsprüfungen als undicht heraus.</li> <li>➤ Zu allen Leitungen sind Zugänglichkeiten über Revisionsöffnungen vorhanden, trotzdem war in weiten Teilen des Netzes keine Reinigung, Inspektion und Dichtheitsprüfung (vor allem aufgrund der Verwendung zahlreicher rechteckiger Bögen) möglich.</li> <li>➤ Eine Durchführung von Druckprüfungen nach DIN EN 1610 oder ATV M 143, Teil 6 war unter vertretbarem Aufwand nur an Teilen der Hauptleitung möglich.</li> <li>➤ Eine Wasserhaltung war für die Dichtheitsprüfungen notwendig, diese war aber nur mit Spezialgeräten, die in Reinigungsöffnungen der Falleitungen eingesetzt werden, möglich. Davon wären bei diesem Objekt 10 Stück benötigt worden.</li> </ul>	

3.6 Objekt Nr. 6		
<b>Gebäude, Baujahr</b>		<b>Randbedingungen</b>
<p>Schule von 1996</p>  		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sehr komplexes, umfangreiches Netz mit nur einem Schacht innerhalb des Gebäudes und langen Leitungsstrecken mit vielen Bögen</li> <li>➤ Getrennte Entwässerungssysteme für Regen- und Schmutzwasser innerhalb des Gebäudes</li> <li>➤ Anbindung eines Dränageschachtes an das Schmutzwassersystem</li> </ul>
		<b>Beauftragte Firmen</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 Firma mit den Arbeitsschwerpunkten Rohrreinigung und Sanierung im häuslichen Abwasserbereich</li> <li>➤ 1 Firma mit den Arbeitsschwerpunkten Gebäudesanierung und -renovierung</li> </ul>
	<b>Eingesetzte Verfahren</b>	<b>Ergebnisse</b>
<b>Reinigung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hochdruckreinigung mit Spüldüsen</li> <li>➤ Spiralmaschine</li> </ul>	Eine Reinigung war nur an den Schmutzwasserleitungen notwendig. Dank des kompetenten Personals konnten zusätzlich zu der Hauptleitung auch einige seitliche Abzweige mit <b>Wasserhochdruck</b> gereinigt werden. Die komplette Reinigung der Hauptleitung war allerdings nicht möglich. Einige seitliche Abzweige konnten nur mit der <b>Spiralmaschine</b> gereinigt werden.
<b>Zustandserfassung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Satellitenkameras</li> <li>➤ Kameras auf Fahrwagen</li> <li>➤ Schiebekameras</li> <li>➤ Endoskop</li> <li>➤ Tracer</li> <li>➤ Elektromagnetische Ortung</li> <li>➤ Akustische Ortung</li> <li>➤ Gasdetektion</li> <li>➤ Thermographie</li> </ul>	Die <b>Satellitenkamera</b> konnte die geraden Stücke der Hauptleitung (DN 150) befahren. Ein Einsatz durch die Reinigungsöffnung im Revisionsschacht war nicht möglich. Mit der <b>Kamera auf Fahrwagen</b> war es möglich, gerade Leitungen DN 100 zu befahren, die über einen Schacht zugänglich sind. Mit der <b>Schiebekamera</b> konnten zusätzlich fast alle seitlichen Abzweige aufgenommen werden. Mit einem <b>Endoskop</b> konnten auch Leitungsbereiche hinter sanitären Anlagen inspiziert werden, ohne diese entfernen zu müssen. <b>Tracer</b> wurden zur Zuordnung von Abzweigen und zur Überprüfung des korrekten Sitzes der Blase verwendet. Vier Teilbereiche des Netzes konnten nicht inspiziert werden (Druckleitung am Drainageschacht, Teilstück der Hauptleitung und zwei seitliche Abzweige). Mittels <b>Elektromagnetischer Ortung</b> konnte die Hauptleitung vermessen werden. Die <b>Akustische Ortung</b> , die <b>Gasdetektion</b> und der Einsatz der <b>Thermographie</b> lieferten keine verwertbaren Erkenntnisse zu Leitungsverlauf und Leckagelokalisierung.
<b>Dichtheitsprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 5 x Wasserfüllstandsprüfung nach DIN 1986</li> <li>➤ 4 x Luftüberdruckprüfung nach DIN EN 1610</li> <li>➤ 1 x Wasserdruckprüfung nach DIN EN 1610 bzw. ATV M 143, Teil 6</li> </ul>	<p>Folgende <b>Wasserfüllstandsprüfungen nach DIN 1986</b> wurden durchgeführt:</p> <p>5 x Teilnetz Ergebnis: <b>undicht</b> (WV pro 15 min: <b>9 l, ZV: 1 l</b>)  <b>undicht</b> (WV pro 15 min: <b>4,6 l, ZV: 0,25 l</b>)  <b>dicht</b> (WV pro 15 min: <b>0,05 l, ZV: 1,45 l</b>)  <b>dicht</b> (WV pro 15 min: <b>0,4 l, ZV: 0,7 l</b>)  <b>dicht</b> (WV pro 15 min: <b>0,05 l, ZV: 1,45 l</b>)</p> <p>Zur Durchführung der Prüfungen mussten die Dachabläufe mit Blasen abgesperrt werden. Alle Teilnetze, die „dicht“ geprüft wurden, erfüllten auch die Kriterien nach ATV M143, Teil 6 und DIN EN 1610.</p> <p>Ein Abschnitt der Hauptleitung wurde sowohl mit <b>Luftüberdruck</b> als auch <b>mit Wasserdruck dicht</b> geprüft. (Luftdruck Verfahren LD, Druckabfall 2,4 &lt; 15 mbar / Wasserdruck: kein Wasserverlust feststellbar nach 15 und 30 min).</p> <p>Weitere <b>Luftdruckprüfungen</b> wurden an einem Teilnetz vorgenommen.</p> <p>Ergebnis: Verfahren LB: <b>dicht</b> (Druckabfall 3,8 &lt; 10 mbar)  Verfahren LC: <b>undicht</b> (Druck fällt bereits während Beruhigungszeit stark ab)  Verfahren LD: <b>undicht</b> (Druck kann nicht aufgebracht werden)</p>
<b>Fazit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Grundsätzlich guter Zustand des Netzes, trotzdem stellten sich Teilnetze, deren baulicher und funktioneller Zustand nach TV-Inspektion als gut bewertet wurde, nach Dichtheitsprüfungen als undicht heraus.</li> <li>➤ Vereinfachung des Netzaufbaus durch Ausführung als Trennsystem.</li> <li>➤ Schlechte Zugänglichkeiten zu Teilnetzen.</li> </ul>	

3.7 Objekt Nr. 7		
<b>Gebäude, Baujahr</b>	<b>Randbedingungen</b>	
Apartmenthaus von 2000  	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Zwei vollständig getrennte Netzsysteme: Regenwasser- und Schmutzwassernetz</li> <li>➤ Schmutzwassernetz getrennt in abgehängte und erdverlegte Leitungen</li> <li>➤ Erdverlegte Leitungen des Schmutzwassernetzes entwässern über Hebeanlage</li> <li>➤ Sehr schlechte Zugänglichkeiten (kein Schacht innerhalb des Gebäudes, verkleidete Falleleitungen, geschlossene Hebeanlage)</li> <li>➤ Neubau</li> </ul>	
	<b>Beauftragte Firmen</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 Firma mit den Arbeitsschwerpunkten Kanalreinigung, TV-Inspektion und Dichtheitsprüfung</li> <li>➤ 1 Installateur- Fachbetrieb</li> </ul>	
	<b>Eingesetzte Verfahren</b>	<b>Ergebnisse</b>
<b>Reinigung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hochdruckreinigung mit Spüldüsen</li> </ul>	Eine Hochdruckreinigung war nur an einem kleinen Teil der Hauptleitung möglich. Weite Teile des Netzes konnten nicht gereinigt werden, so das komplette Netz hinter der Hebeanlage und fast das komplette, von der Hauptleitung abzweigende Teilnetz, über das 4 Geschosse mit jeweils 8 Apartments entwässern.
<b>Zustandserfassung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kameras auf Fahrwagen</li> <li>➤ Schiebekameras</li> <li>➤ Tracer</li> </ul>	Mit der <b>Kamera auf Fahrwagen</b> konnte nur der Teil der Hauptleitung befahren werden, der über zwei Schächte zugänglich ist. Alle anderen Netzbereiche konnten nur mit der <b>Schiebekamera</b> über Entwässerungsgegenstände inspiziert werden. Fast alle Falleleitungen sind komplett überputzt. Weil die Leitungen größtenteils nicht gereinigt werden konnten, war die TV-Inspektion an vielen Stellen nicht aussagekräftig. Ein Teil des Entwässerungsnetzes hinter der Hebeanlage war permanent mit Wasser gefüllt. Eine Inspektion war dort ebenfalls nicht möglich. Mit <b>Tracern</b> konnten Abzweige größtenteils (unter hohem Zeitaufwand) den Entwässerungsgegenständen zugeordnet werden. Speziell in einem Teilnetz war die eindeutige Zuordnung nicht möglich.
<b>Dichtheitsprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2 x Wasserfüllstandsprüfung nach DIN 1986</li> <li>➤ 4 x Luftdruckprüfung nach DIN EN 1610</li> </ul>	Folgende <b>Wasserfüllstandsprüfungen nach DIN 1986</b> wurden durchgeführt: 2 x Teilnetz Ergebnis: <b>undicht</b> (WV pro 15 min: <b>14,0 l</b> , <b>ZV: 1,57 l</b> ) <b>undicht</b> (WV pro 15 min: <b>17,0 l</b> , <b>ZV: 0,63-1,57 l</b> )  Das Kellerteilnetz konnte nur über einen Schieber an der Hebeanlage abgesperrt werden. Die Dichtwirkung dieses Schiebers konnte nicht überprüft werden. Bei der Prüfung des Apartment-Teilnetzes ist es unter starkem Kraftaufwand möglich, eine Prüfblase durch den Ablauf eines WCs zu setzen.  <b>Luftdruckprüfungen</b> konnten nur an Abschnitten der Hauptleitung vorgenommen werden. Die Verfahren LC und LD (mit Luftüber- und Unterdruck) wurden an dem gleichen Abschnitt durchgeführt. Mit allen Prüfverfahren wurde der Abschnitt <b>„dicht“</b> geprüft.
<b>Fazit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Eine Reinigung sowie eine aussagekräftige Inspektion war nur an einem Teilbereich der Hauptleitung möglich.</li> <li>➤ Druckprüfungen nach DIN EN 1610 oder ATV M143, Teil 6 konnten ebenfalls nur an einem Teilbereich der Hauptleitung vorgenommen werden.</li> <li>➤ Die Hebeanlage erwies sich als stark störend für die Arbeiten.</li> <li>➤ Die Wasserverlustmengen für die Wasserfüllstandsprüfungen konnten nur grob geschätzt werden.</li> <li>➤ Alle schlecht zugänglichen Teilnetze wurden trotz des jungen Baualters undicht geprüft.</li> </ul>	



## 4 Bewertung der Randbedingungen

### 4.1 Entwässerungspläne

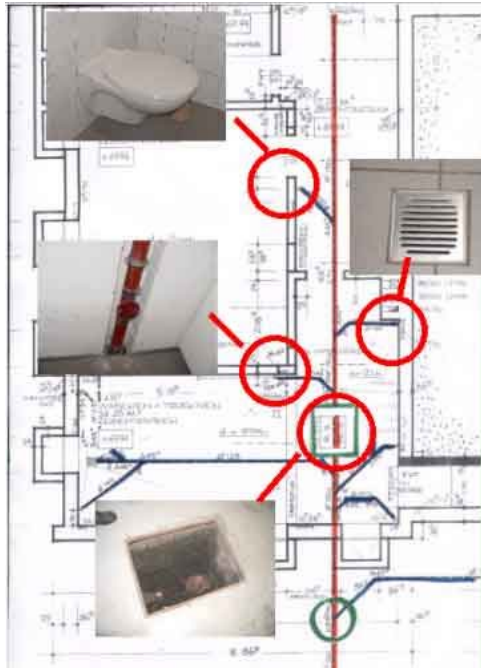
Die Ortsbegehungen zeigten, dass die Abwassersysteme aller besichtigten Gebäude von den Entwässerungsplänen abweichen. Zum Teil sind die im Plan vermerkten Entwässerungsgegenstände gar nicht vorhanden, oder es wurden zusätzlich Entwässerungsgegenstände angeschlossen, ohne diese in die Pläne aufzunehmen. In einem Fall (Objekt Nr. 1) war nur ein grobes Entwässerungsschema verfügbar. Die Entwässerungsleitungen innerhalb des Gebäudes sind darin nicht verzeichnet, auch die eines 1965 hinzugekommenen Anbaus nicht.

### 4.2 Hausanschlussleitung

Eine Zugangsmöglichkeit zum privaten Netz ist häufig über den Revisionsschacht bzw. den öffentlichen Kanal gegeben. Aus technischer Sicht bietet sich eine Trennung zwischen dem vielfach verzweigten Netz im Grundleitungsbereich und dem reinen Anschlusskanal (auch Hausanschlussleitung genannt) zwischen Revisionsschacht und Straßenkanal an. Letztere leitet das gesammelte Abwasser i.d.R. ohne Abzweige zum öffentlichen Kanal und weist meist einen vergleichsweise geradlinigen Verlauf auf. Diese Hausanschlussleitung ist hinsichtlich der Betriebsbedingungen grundsätzlich mit dem öffentlichen Kanal vergleichbar, lediglich die geringere Nennweite mit DN 150 bis DN 200 weicht von den üblichen Werten im öffentlichen Bereich ab.

### 4.3 Grundleitungsbereich

Der Begriff Grundleitungsbereich bezieht sich im Folgenden auf das Leitungsnetz zwischen Revisionsschacht und Entwässerungsgegenständen im Gebäude (inkl. Anschluss-, Fall-, Sammel-, und Grundleitungen). Dieser Bereich ist i.d.R. durch Verzweigungen und Bögen, eingeschränkte oder nicht vorhandene Zugangsmöglichkeiten sowie geringe Rohrdurchmesser gekennzeichnet. Oftmals finden sich in diesem Teil des Abwassernetzes mehrfache Verzweigungen, z.B. eine vom Hauptstrang abzweigende Leitung, die sich dann nochmals gabelt. Mit Abwinkelungen bis hin zu rechtwinkligen Bögen muss gerechnet werden, auch wenn dies gegen geltende Richtlinien (vgl. [8] bzw. [11]) verstößt. Gute Zugangsmöglichkeiten durch Schächte innerhalb des Gebäudes sind nur selten gegeben, i.d.R. liegen diese außerhalb des Gebäudes. Der Zugang zu Teilbereichen des Grundleitungsnetzes ist oftmals nur über Revisionsklappen an den Falleleitungen möglich (vgl. auch Abb. 2).



Fehlen diese Klappen oder ist die Falleitung verputzt, muss der Zugang über die Abläufe der sanitären Anlagen oder die ggf. vorhandenen Bodeneinläufe gesucht werden. In manchen Fällen ist auch dies nicht möglich, beispielsweise wenn Bodeneinläufe mit Tauchwand als Geruchsverschluss oder einem Rückstauventil versehen sind. Letztendlich muss in solchen Fällen die Wand aufgestemmt bzw. eine Revisionsklappe nachträglich eingebaut oder der Bodeneinlauf entfernt werden. Die verwendeten Rohrdurchmesser liegen zwischen den Dimensionen DN 50 und DN 200. Für die Grundleitungen werden im Regelfall Rohre mit Durchmessern DN 100 – DN 150 verwendet, aber auch kleinere PVC-Leitungen bis DN 70. Für Abläufe (z.B. Waschbecken) sind sogar Leitungen DN 50 zu erwarten.

Abb. 2: *Beispiel eines Abwasser-  
netzes im Inneren eines  
Gebäudes*

### 4.4 Netztypen

Neben der groben Unterteilung des häuslichen Abwassersystems in Hausanschlussleitung und Grundleitungsbereich ist eine weitere, feinere Unterteilung des Grundleitungsbereiches in Teilnetze sinnvoll. Im Folgenden werden 5 Netztypen unterschieden. Jeder Netztyp erfordert ein spezielles Vorgehen bei Umsetzung der Forderungen der Landesbauordnung sowie bei einer Sanierungsplanung.

Tabelle 4: Definition der Netztypen

Hausanschlussleitung	
	<p>Leitungsstrecke, die über einen Schacht und vom Hauptkanal aus zugänglich ist.</p>
Grundleitungsbereich	
Typ A	Typ B
<p>Leitungstrecke (Haltung), die beidseitig über Schächte zugänglich ist.</p>	<p>Leitungsstrecke (evt. Teilnetz), die einseitig über einen Schacht und eventuell zusätzlich über Revisionsöffnungen in Falleleitungen oder Entwässerungsgegenstände zugänglich ist.</p>
Typ C	Typ D
<p>Teilnetz, das von einer Leitung abzweigt und nur über Revisionsöffnungen von Falleleitungen oder über Entwässerungsgegenstände zugänglich ist</p>	<p>Teilnetz, das durch zahlreiche Abzweige und Verästelungen und dem Anschluss zahlreicher Entwässerungsgegenstände charakterisiert ist (kann Merkmale des Typs B oder C besitzen)</p>

In Abb. 3 ist ein Beispiel für das in Teilnetze unterteilte Entwässerungsnetz eines Gebäudes gegeben.

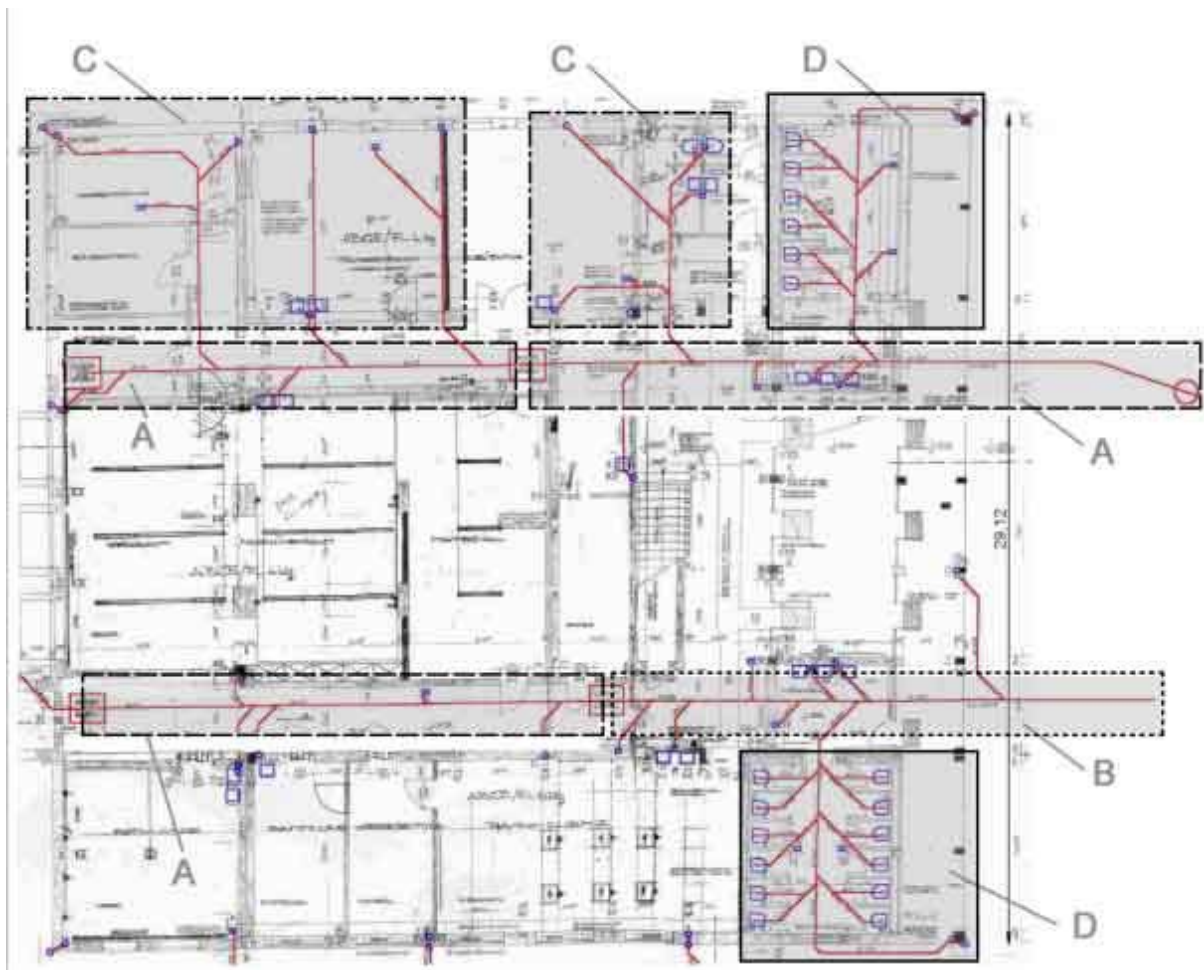


Abb. 3: *Beispiel eines in Netztypen unterteilten Entwässerungsnetzes eines Gebäudes (Testobjekt Nr.2)*

## 5 Empfehlungen und Regelungsbedarf

### 5.1 Reinigung und Inspektion

Vor der Verfahrens- und Geräteauswahl sollte zunächst ein Abgleich der vorhandenen Entwässerungseinrichtungen mit den Planunterlagen stattfinden. Auf Grundlage einer Ortsbegehung können häufig schon die Einsatzmöglichkeiten der einzelnen Verfahren abgeschätzt und die vorhandenen Pläne aktualisiert werden. In Abb. 4 ist der Ausschnitt eines Entwässerungsplanes eines Gebäudes vor (links) und nach der Aktualisierung (rechts) infolge einer Ortsbegehung dargestellt. Nachdem die Entwässerungssituation geklärt ist, sollte eine Zuordnung einzelner Netzbereiche zu Netztypen vorgenommen werden. Erst dann sollten geeignete Verfahren ausgewählt werden.

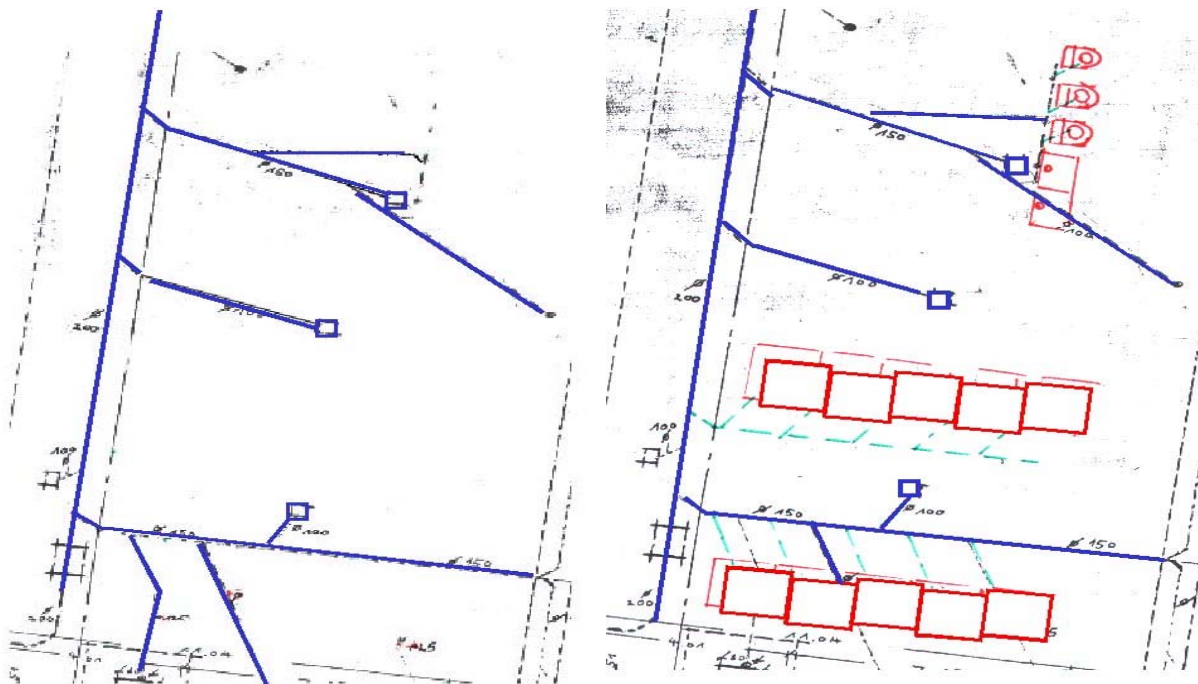


Abb. 4: Planausschnitt vor und nach der Aktualisierung infolge Ortsbegehung

Wird bei der Ortsbegehung ein stetiger Wasserfluss in der Hauptleitung mit ungeklärter Herkunft beobachtet, sollte zunächst eine Nebelmaschine zum Auffinden von Fehlanschlüssen eingesetzt werden. Nach kurzer, stichprobenartiger Überprüfung des Leitungsnetzes mit Kamera-Einsatz ist zu entscheiden, ob für die ausgewählten Verfahren eine Reinigung der zu inspizierenden Leitung notwendig ist.

Die **Reinigung** der Hauptleitungsstrecken der **Netztypen HAL, A und B** sollte mittels Wasserhochdruck vorgenommen werden. Liegen starke Verschmutzungen vor, die durch eine Hochdruckreinigung nicht zu beseitigen sind, kann eine Spiralmaschine eingesetzt werden. Bei seitlichen Abzweigen und den **Netztypen C und D** sollte eine Hochdruckreinigung nur vorgenommen werden, wenn ein Zugang über Abläufe von WCs gegeben ist und schwere Schäden (z.B. an der Inneneinrichtung) durch einen Wasserrückstau ausgeschlossen sind. Als Alternative kann eine Spiralmaschine mit zusätzlicher Wasserspülung eingesetzt werden.

Nach der Reinigung des Netzes beginnt die **Zustandserfassung**. Eine exakte Ortung des Leitungsverlaufes ist allein zur Vorbereitung von Dichtheitsprüfungen nicht notwendig. Die Topologie steht zunächst im Vordergrund. Eine Ortungs-sonde, die z.B. direkt in die TV-Kamera

integriert ist, kann die Orientierung im Entwässerungsnetz unterstützen. Durch die Zugabe von Tracern an den Entwässerungsstellen lassen sich bei Kamerabeobachtung der Abzweige auch die nicht inspizier- und ortbaren Leitungen den Entwässerungsstellen zuordnen. Auf diese Weise ist neben der Lagefeststellung und Zustandserfassung zugleich die Zuordnung der Einleitungsstellen und Abzweige in einem Arbeitsgang möglich.

Um sowohl die Hauptleitungsstrecken der **Netztypen HAL, A und B** als auch deren Zuläufe zu inspizieren, empfiehlt sich idealerweise der Einsatz von Satellitenkameras. Dies setzt allerdings voraus, dass die Hauptleitung ohne Bögen geradlinig verläuft, der Leitungsdurchmesser mindestens DN 150 beträgt (für die kleinsten am Markt erhältlichen Modelle) und die Leitung keine starken Schäden wie z.B. Muffenversätze, Einbrüche, Scherbenbildung oder Querschnittsdeformationen aufweist. Darüber hinaus muss mindestens ein Schacht als offener Durchlass ausgeführt sein, da die auf dem Markt verfügbaren Modelle aufgrund ihrer Größe nicht über eine Reinigungsöffnung eingesetzt werden können. Mit dem Satellitenkopf können dann auch die seitlichen Abzweige sowie Hauptleitungsstrecken der Netztypen C und D inspiziert werden. Ist der Einsatz einer Satellitenkamera nicht möglich, sollten für die Hauptleitungsstrecken der Netztypen HAL, A und B Kameras auf Fahrwagen mit Dreh-Schwenkopf eingesetzt werden. Ist auch dies nicht möglich, empfiehlt sich der Einsatz einer Spülkamera. Mit diesen Kameras kann die Leitung auch gleichzeitig gereinigt werden, allerdings ist die Perspektive durch den starren Axialkopf stark eingeschränkt. Ein Abschwenken der Leitungswand, z.B. zur Muffenprüfung, ist nicht möglich.

Die Zustanderfassung der kompletten **Netze der Typen C und D** ist nicht oder nur unter großem technischen und zeitlichen Aufwand durchführbar. Ggf. können die Leitungen dieser Netztypen aber stichpunktartig mittels Schiebekameras, z.T. auch mit Dreh-Schwenkopf inspiziert werden. Ist allein die Schaffung von Zugänglichkeiten bereits mit sehr großem Aufwand verbunden, kann auch der Einsatz eines Endoskops sinnvoll sein. Gleiches gilt für seitliche Abzweige der Netztypen HAL, A und B.

Werden bei der optischen Inspektion starke Schäden, Leckagen oder Grundwasserinfiltration festgestellt, ist grundsätzlich von der Undichtigkeit der betrachteten Leitungsbereiche auszugehen. Eine Untersuchung zu Zeiten hoher Grundwasserstände bzw. dem vermehrten Auftreten von Schichtenwasser bietet sich an.

## 5.2 Dichtheitsprüfung

Wird der bauliche und funktionelle Zustand einer Leitung aufgrund der optischen Inspektion als gut beurteilt und sind ohne weiteres keine Undichtigkeiten zu erkennen, kann das Ex- bzw. Infiltrationspotential letztendlich nur auf Basis einer Dichtheitsprüfung mit Luft oder Wasser bewertet werden.

Zur Prüfung eines **kompletten Entwässerungszuges, seitlicher Abzweige** oder der **Netztypen C und D** sollte die **Wasserfüllstandsprüfung nach DIN 1986** mit angepassten Kriterien eingesetzt werden. Druckprüfungen können i.d.R. in diesen Bereichen nicht oder nur mit hohem Aufwand durchgeführt werden. Eine Anpassung der Kriterien der Wasserfüllstandsprüfung ist erforderlich, da nach den bestehenden Regelungen für die Kalkulation des Wasserzuges Leitungsverlauf, -länge und -nennweite bekannt sein müssen. Die exakte Aufnahme des Leitungsverlaufes und der Leitungslänge ist jedoch in seitlichen Abzweigen und den **Teilnetzen C und D**, wie vorher dargestellt, nur unter sehr hohem Aufwand oder gar nicht möglich.

Um den Wasserpegel während der Prüfzeit zu kontrollieren, kann ein Drucksensor in die Leitung eingebracht werden. Der Sensor muss nur wenige Zentimeter von Wasser überdeckt sein, um zuverlässige Messwerte zu liefern. In Abb. 5 bis Abb. 8 ist eine Überprüfung des Wasserpegels mittels Drucksensor dargestellt.



Abb. 5: Drucksensor in Bodenablauf



Abb. 6: Kontrolle des Wasserpegels während der Prüfzeit

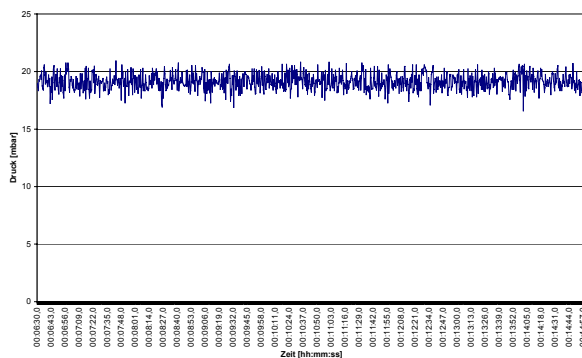


Abb. 7: Prüfung eines dichten Leitungssystems

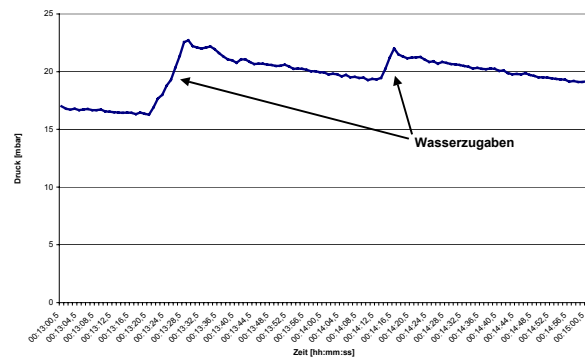


Abb. 8: Prüfung eines undichten Leitungssystems

Eine **Druckprüfung mit Luft oder Wasser** nach den Kriterien der **DIN EN 1610 oder ATV M 143** ist im häuslichen Abwasserbereich mit vertretbarem Aufwand nur an den Hauptleitungsstrecken der **Netztypen HAL, A und B** sinnvoll. Hier kann im ersten Schritt eine Luftdruckprüfung gewählt werden, die meist schneller durchzuführen ist als eine Wasserdruckprüfung. Bei Zweifeln an dem Prüfergebnis sollte zur Kontrolle eine Wasserdruckprüfung durchgeführt werden. Für den vorliegenden Anwendungsfall wird das Verfahren nach ATV M 143, Teil 6 empfohlen. Dieses orientiert sich an im Betrieb befindlichen Leitungen und ist im Vergleich zum Verfahren nach DIN EN 1610 schneller durchführbar, d.h. keine Vorfüllzeit sowie geringere Prüfzeit und Druckanforderungen. Allerdings fordert dieses Verfahren grundsätzlich die Bestimmung des Grundwasserstandes zur Ermittlung des Prüfdrucks.

**Maßnahmen zur Wasserhaltung** erfordern eine weitreichende Planung und sind i.d.R. sehr zeitaufwändig. Insbesondere bei Regenereignissen sind Dichtheitsprüfungen an Mischsystemen zu vermeiden. Aufwändig sind auch Prüfungen an Mehrfamilienhäusern und öffentlichen Gebäuden im laufenden Betrieb. Hier sind im Vorfeld die Mieter bzw. die sich im Gebäude aufhaltenden Personen zu informieren. Ergänzend ist eine Sperrung der Wasserversorgung während der Prüfphase zu empfehlen, damit für die Luftüberdruckprüfung der Hauptleitungsstrecken **der Netztypen HAL, A und B** auf eine Wasserhaltung verzichtet werden kann. Bei einer Wasserfüllstandsprüfung nach DIN 1986 ist zu beachten, dass sich häufig noch Wasser in den Entwässerungsgegenständen befindet (z.B. in WC-Spülbehältern), das in den Prüfraum gelangen und so das Prüfergebnis verfälschen kann. Vorsorglich sollten Fallrohre, die über ausreichend große Öffnungen verfügen, mit einer Prüfblase oberhalb der Öffnung abgesperrt werden.



### 5.3 Sanierungsvorbereitung

Zeigt sich bei den Dichtheitsprüfungen die Notwendigkeit einer Sanierung, muss u.U. der Zustand des Netzes zur Sanierungsvorbereitung detaillierter erfasst werden.

Für die **Netztypen C und D** ist bei Undichtigkeiten in der Regel mit der Neuverlegung dieser Leitungsbereiche oberhalb der Bodenplatte zu rechnen. Das Abwasser wird über Pumpen gehoben und über Schleifleitungen gesammelt in eine Hauptleitung geführt. Eine weitere Untersuchung zur Sanierungsvorbereitung ist dann nicht erforderlich.

In der Regel reichen die Ergebnisse aus der vorbereitenden Zustandserfassung im Rahmen der Dichtheitsprüfung bei den Leitungen der **Netztypen HAL, A und B** für die Auswahl eines geeigneten Sanierungsverfahrens aus. Müssen zur detaillierten Sanierungsplanung weitere Informationen über den Zustand der Leitungen eingeholt werden, ist eventuell eine erneute, intensivere Reinigung der Leitungen erforderlich.

Grundsätzlich ist zur zuverlässigen **Lokalisierung von Leckagen** nur die Dichtheitsprüfung mit Luft oder Wasser geeignet. In den Leitungen **der Netztypen C und D** ist eine kleinflächige Eingrenzung von Leckagen allerdings kaum möglich. In den Hauptleitungsstrecken der **Netztypen HAL, A und B** können hierzu abschnittsweise Dichtheitsprüfungen mit Luft- oder Wasserdruck, ggf. unter Verwendung speziell angepasster Prüfsysteme, durchgeführt werden. Weitere Untersuchungen zu dieser Thematik finden gegenwärtig statt (vgl. [13]).

Übergeordnetes Ziel einer Sanierung sollte es sein, ein den Anforderungen entsprechendes, funktionsfähiges Entwässerungssystem zu schaffen. Dazu gehört unter anderem die regelmäßige Anordnung von Reinigungs- und Inspektionsöffnungen. Fehlen diese z.B. in Falleleitungen, oder sind Falleleitungen nicht zugänglich verlegt, sollten Zugänglichkeiten bereits vor Beginn einer weiteren Reinigung des Netzes geschaffen werden. In der Regel ist so auch eine Reinigung und Zustandserfassung weiterer Bereiche besser durchführbar.

## 5.4 Ablauf der Zustandserfassung und Dichtheitsprüfung

Der empfohlene Ablauf der Zustandserfassung und Dichtheitsprüfung ist in Abb. 9 zusammengefasst.

Wurde das Gebäude nach 1965 erbaut, ist zu prüfen, ob bereits neu entwickelte Verbindungstechniken (z.B. Steckmuffe bei Steinzeugleitungen) eingesetzt worden sind. Ist dies nicht der Fall bzw. wurde das Gebäude vor 1965 errichtet, sind grundsätzlich Undichtigkeiten im Netz zu vermuten. Alle verfügbaren Unterlagen zu Rohrmaterialien, Änderungen, Erneuerungen oder Sanierungen des Leitungssystems sollten dann eingeholt und im Rahmen einer Ortsbegehung abgeglichen werden. Von undichten Leitungen kann insbesondere ausgegangen werden, wenn während der Nutzungsdauer keine Erneuerungs- oder Sanierungsmaßnahmen durchgeführt wurden. Nur wenn der Eigentümer des Gebäudes eine Überprüfung der Dichtheit fordert und/oder wenn besondere Informationen auf ein dichtes Leitungsnetz hinweisen, sollte eine Wasserfüllstandsprüfung nach DIN 1986 am Gesamtnetz durchgeführt werden. Wird diese bestanden, kann eine Dichtheitsbescheinigung nach §45 LBO NRW ausgestellt werden. Ergibt sich die Undichtigkeit der Leitungen, sollte eine Unterteilung des Netzes in die weiter oben dargestellten Netztypen A, B, C, D erfolgen. Weitere Informationen zur Sanierungsplanung können dann durch eine Zustandserfassung an den Teilnetzen mit den o.a. Methoden gewonnen werden.

Bei Leitungsnetzen mit neuen Verbindungssystemen kann nur durch eine Prüfung eine Aussage über die Dichtheit getroffen werden. Für den weiteren Ablauf der Untersuchungen kann zwischen den drei Gebäudetypen **Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus und öffentlichem Gebäude** unterschieden werden.

Bei einem **Einfamilienhaus** ist i.d.R. von einem relativ übersichtlichen Netzverlauf mit nur wenigen Verzweigungen auszugehen. Hier sollte nach der Mieterkontaktierung und der Beschaffung aller verfügbaren Unterlagen zu Rohrmaterialien, Änderungen, Erneuerungen oder Sanierungen des Leitungssystems ohne weitere Vorarbeiten eine Wasserfüllstandsprüfung des gesamten Netzes nach DIN 1986 durchgeführt werden. Bei Einhalten der zulässigen Wassereingabemenge kann eine Dichtheitsbescheinigung nach §45 Landesbauordnung NRW ausgestellt werden. Werden die Prüfkriterien nicht erfüllt, sollte das Netz in die vorgenannten Netztypen unterteilt werden. Auf dieser Grundlage kann dann der Arbeitsaufwand für weitere Untersuchungen abgeschätzt und schließlich entschieden werden, ob zunächst Maßnahmen zur Ortung und Zustandserfassung durchzuführen oder direkt Teilnetze ohne weitere Zustandserfassung zu sanieren sind. Werden Schäden oder Leckagen an den Leitungen festgestellt, sind in jedem Falle geeignete Sanierungsmaßnahmen an den entsprechenden Teilnetzen einzuleiten. Dichtheitsprüfungen an einzelnen Teilnetzen empfehlen sich insbesondere, wenn die betreffenden Leitungen hinsichtlich ihres hydraulischen und baulichen Zustandes grundsätzlich keine Mängel zeigen.

Größere **Mehrfamilienhäuser** und **öffentliche Gebäude** besitzen i.d.R. ein weitverzweigtes Entwässerungsnetz. Hier ist eine Prüfung des Gesamtnetzes in der Regel kaum sinnvoll und aussagekräftig. Zunächst sollten alle verfügbaren Unterlagen zu Rohrmaterialien, Änderungen, Erneuerungen oder Sanierungen des Leitungssystems gesammelt und auf Grundlage einer Ortsbegehung abgeglichen bzw. vervollständigt werden. Im Vorfeld sind die Betroffenen stets ausführlich zu informieren. Im Kontakt mit Eigentümern und Mietparteien ist abzuklären, welche Räume sich im Untersuchungsbereich befinden und wann diese für Ortsbegehungen und Prüfungen zugänglich sind. Das Gesamtnetz kann dann in Teilnetze der o.a. Netzty-

pen eingeteilt werden. Die weiteren Schritte entsprechen dem Vorgehen für Einfamilienhäuser.

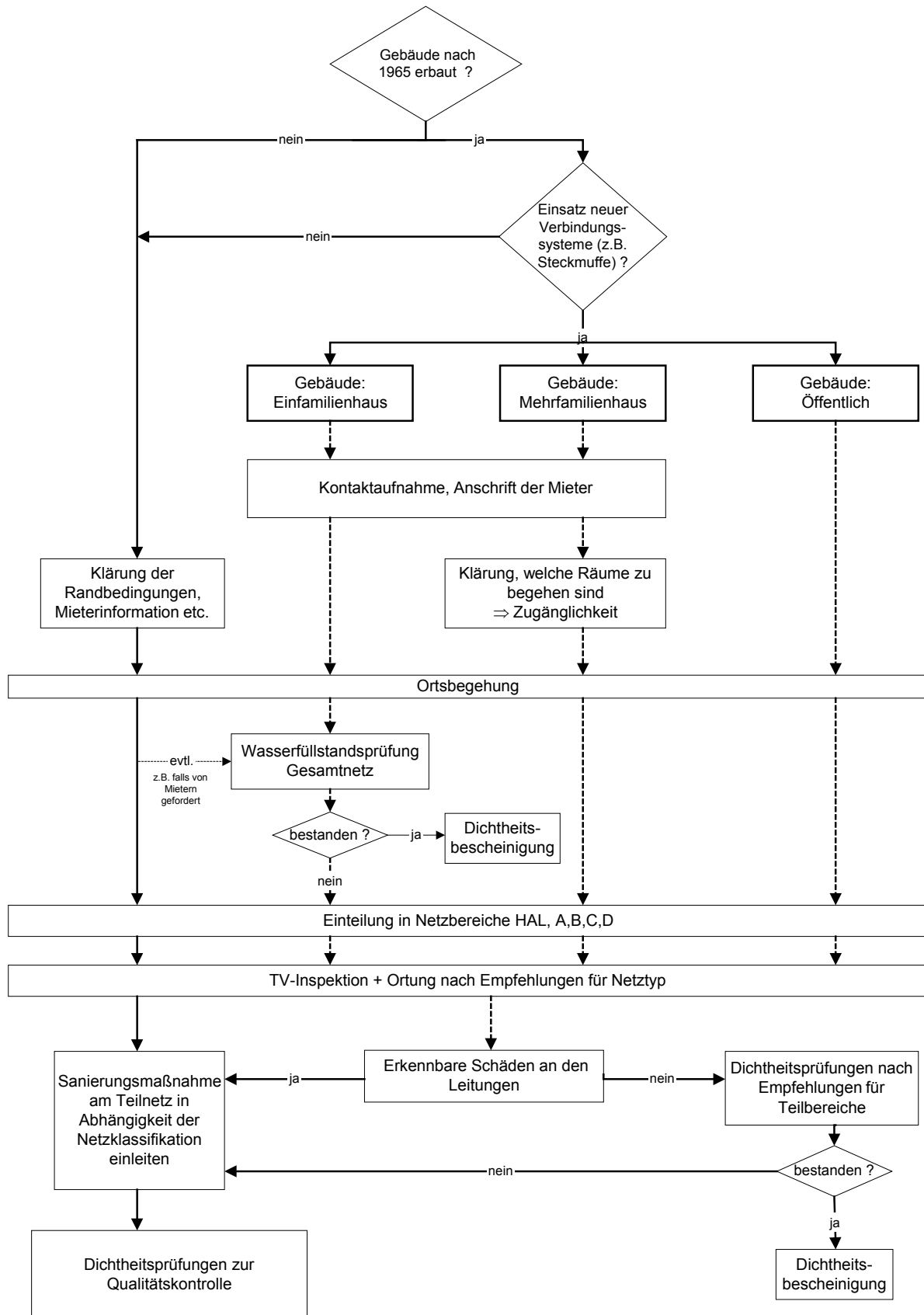


Abb. 9: Ablaufschema zum Vorgehen bei Zustandserfassung und Dichtheitsprüfung in Abhängigkeit der Randbedingungen

## 5.5 Umsetzbarkeit rechtlicher Anforderungen

Aus den Untersuchungen kann abgeleitet werden, dass eine Umsetzung der Anforderungen an eine Dichtheitsprüfung von Hausanschluss- und Grundleitungen nach den Vorgaben des §45 der Landesbauordnung bzw. der zugehörigen Verwaltungsverordnung mit Schwierigkeiten behaftet sein kann. Im folgenden werden diese Schwierigkeiten in Bezug auf die betreffenden Absätze des §45 sowie der zugehörigen Verwaltungsvorschrift dargestellt und der Regelungsbedarf aufgezeigt.

### Regelungsbedarf zu §45 BauO NRW, Absatz 4 [5, 7]

In Bezug auf Verfahren zur Bestimmung der Dichtheit der Grundleitungen wird auf die DIN 1986, Teil 30:1995-01 verwiesen. Dort ist die Wahlmöglichkeit zwischen einer Prüfung durch TV-Inspektion, Luft- oder Wasserdruck gegeben. Hier sollten konkretere Vorgaben zu Prüfverfahren und Prüfvorgehen gemacht und eine Anpassung existierender Prüfkriterien vorgenommen werden. Regelungsbedarf besteht ebenfalls bei der Beauftragung eines „Sachkundigen“.

#### ➤ Auswahl von Prüfverfahren

Bezüglich einer Auswahl der Prüfverfahren und dem generellen Vorgehen in Abhängigkeit verschiedener Randbedingungen wird auf die Kapitel 5.1 bis 5.4 verwiesen.

#### ➤ Anpassung der Prüfkriterien

Das Verfahren der Wasserfüllstandsprüfung nach DIN 1986, Teil 30 ist für die Überprüfung großer Bereiche der Grundleitungen am besten geeignet. Eine Anpassung der Prüfkriterien des Verfahrens scheint allerdings notwendig. Die derzeitigen Prüfkriterien setzen voraus, dass Leitungsverlauf, -länge und -nennweite bekannt sind. Nur mit diesen Angaben kann der zulässige Wasserzugabewert errechnet und mit den Kriterien der DIN 1986 verglichen werden. In vielen Netzbereichen ist eine Inspektion und damit die genaue Ermittlung der notwendigen Angaben aber nur unter sehr hohem Aufwand oder gar nicht möglich. Neue Prüfkriterien sollten auf die Möglichkeiten zur Ermittlung der Leitungsdaten abgestimmt sein.

Generell sind die Prüfkriterien der Prüfverfahren mit Luft oder Wasser, auf die in DIN 1986 Teil 30:1995-01 verwiesen wird, sehr streng. Werden die Anforderungen an eine dichte Leitung nicht gesenkt, ist zu erwarten, dass die Mehrheit der Hausanschluss- und Grundleitungen als undicht geprüft wird.

#### ➤ Sachkundige

Der Begriff „Sachkundiger“ sollte näher eingegrenzt werden. Bei den Untersuchungen des IKT zeigte sich, dass nur wenige der beauftragten Firmen, trotz Vorauswahl und intensiver Vorbesprechungen, hinsichtlich Personalqualifikation und Gerätetechnik in ausreichendem Maße auf die Verhältnisse im häuslichen Leitungsnetz vorbereitet waren. Daraus leitet sich ein akuter Schulungsbedarf für die Inspektoren und Beratungsbedarf in Bezug auf die einzusetzenden Verfahren und Geräte ab. Beispielsweise könnten durch Schulungen und anschließende „in-situ“-Prüfungen von ausführenden Firmen deren Leistungsfähigkeit überprüft und die Kompetenz auf dem Gebiet der Grundstücksentwässerung festgestellt werden. Die Gemeinden hätten so die Möglichkeit, ihren Bedürfnissen entsprechend qualifizierte Firmen für die jeweilige Aufgabenstellung auszuwählen.

Grundsätzlich sollten am Bau Beteiligte nicht als Sachkundige zugelassen sein, um eine Trennung von Ausführung und Qualitätskontrolle zu gewährleisten.

### **Regelungsbedarf zu §45 BauO NRW, Absatz 5 [5, 7]**

#### ➤ **Umsetzung der Forderungen bis Ende 2005**

Eine Klärung der unter Absatz 4 dargestellten Probleme sollte zeitnah erfolgen, um eine Umsetzung der Forderungen bis zum 31. Dezember 2005 möglich zu machen.

### **Regelungsbedarf zu §45 BauO NRW, Absatz 6 [5, 7]**

#### ➤ **Bestimmung von Sachverständigen durch die Gemeinde**

Den Gemeinden würde die Auswahl von Sachkundigen erleichtert, wenn es einen praxisgerechten Qualitätsnachweis für „Sachkundige“ geben würde (siehe auch Regelungsbedarf zu Absatz 4). Die Gemeinden hätten so die Möglichkeit, ihren Bedürfnissen entsprechend qualifizierte Firmen für die jeweilige Aufgabenstellung auszuwählen.

## 6 Zusammenfassung der wesentlichen Schlussfolgerungen

Auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen können die folgenden wesentlichen Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Zur Zustandserfassung und Dichtheitsprüfung von Leitungen sind derzeit **zahlreiche Produkte und Verfahren am Markt verfügbar**. Bei Hausanschluss- und Grundleitungen werden in der Praxis allerdings nur sehr wenige Verfahren eingesetzt, obwohl für die Sanierungsplanung weitergehende Informationen, wie z.B. Lage der Leitungen und Abzweige, Nennweiten, Rohrwerkstoffe und Rohrverbindungstechniken sowie die Leckageorte entscheidend sein können.
- Für die **Lagefeststellung und die Aufnahme der Rohreigenschaften** erwies sich die Kombination von Verfahren zur elektromagnetischen Ortung mit der optischen Inneninspektion und dem Einsatz von Tracern als besonders effektiv.
- Nur wenige der beauftragten Firmen waren hinsichtlich **Personalqualifikation und Gerätetechnik** in ausreichendem Maße auf die Verhältnisse im häuslichen Leitungsnetz vorbereitet. Eine entsprechende Schulung bzw. Ausbildung der Inspekture und die Beratung einzelner Firmen in Bezug auf die einsetzbaren Verfahren und Geräte bieten sich an. Durch einen praxisgerechten Qualitätsnachweis für „Sachkundige“ hätten die Gemeinden die Möglichkeit, ihren Bedürfnissen entsprechend qualifizierte Firmen für die jeweilige Aufgabenstellung auszuwählen.
- Grundsätzlich unterscheidet sich das **Vorgehen der Zustandserfassung und Dichtheitsprüfung** für Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser und öffentliche Gebäude hinsichtlich Vorbereitung und Gesamtaufwand. Auch das Alter der Leitungsnetze kann eine wesentliche Rolle spielen, so erscheint bei Gebäuden mit Baujahren vor 1965 eine Dichtheitsprüfung kaum noch sinnvoll. Insbesondere wenn zwischenzeitlich keine Erneuerungs- oder Sanierungsmaßnahmen zu verzeichnen waren, sollte bei diesen Leitungen grundsätzlich von Undichtigkeiten ausgegangen werden.
- Unabhängig vom Gebäudetyp erleichtert die Unterteilung des häuslichen Abwassernetzes in **typisierte Teilnetze** die Planung des weiteren Vorgehens und insbesondere die Auswahl der einzusetzenden Geräte für die Dichtheitsprüfung sowie die Zustandserfassung. In allen Fällen ist allerdings zu prüfen, ob der Aufwand für eine detaillierte Zustandserfassung überhaupt in einem wirtschaftlich sinnvollen Verhältnis zu den Kosten einer Neuverlegung des Teilnetzes steht.
- **Maßnahmen zur Wasserhaltung** während der Prüfphase sind stets sehr aufwändig. Insbesondere Druckprüfungen in größeren Gebäuden erfordern i.d.R. umfangreiche Hilfsmaßnahmen zur Vorflutsicherung. Ein Zugang zum Leitungssystem ist häufig nur über Revisionsöffnungen der Falleleitungen möglich.
- Das **Ex- bzw. Infiltrationspotential** von Leitungen lässt sich nur auf Grundlage einer Wasser- oder Luftdruckprüfung zuverlässig bewerten. Wasserfüllstandsprüfungen nach DIN 1986, Teil 30 sind dabei für die Überprüfung kompletter Teilnetze im Grundleitungsbereich besonders praktikabel. Allerdings ist unabhängig von der Prüfmethode die ortsgenaue Eingrenzung von Leckagen in vielfach verzweigten Grundleitungsnetzen meist zu aufwändig.

- Die **Kriterien für Dichtheitsprüfungen mit Wasser** sind zu überdenken. Die derzeitigen Prüfvorschriften fordern zur Ermittlung des zulässigen Wasserzugabewertes indirekt die Kenntnis der Leitungsnennweite und exakten Leitungslängen sowie der jeweils eingesetzten Rohrwerkstoffe. In der Praxis jedoch sind diese Netzeigenschaften für zahlreiche Netzbereiche kaum oder nur unter unverhältnismäßig großem Aufwand zu bestimmen, so dass eine normgerechte Beurteilung nur selten möglich ist. Neue Prüfkriterien sollten auf die tatsächlichen Möglichkeiten zur Ermittlung der Leitungsdaten abgestimmt sein.
- Aufgrund der vorliegenden Erfahrungen ist **nicht auszuschließen**, dass bei weiteren Prüfungen nach den geltenden Vorschriften die **Mehrheit der Hausanschluss- und Grundleitungen in NRW als undicht** zu bewerten sind.
- In der **Planungs- und Bauphase** des häuslichen Entwässerungssystems kann die Lebensdauer sowie die Prüf- und Inspizierbarkeit der Netze entscheidend beeinflusst werden. Dies betrifft die Einsatzmöglichkeiten und –grenzen einzelner Verfahren sowie die Gesamtkosten für Reinigung, Inspektion, Prüfung und Sanierung. Bauherren, Architekten und Fachingenieure sollten mit diesen speziellen Zusammenhängen vertraut sein. Letztere könnten z.B. bereits während ihrer Ausbildung bzw. durch ergänzende Weiterbildungen auf das Aufgabenfeld „Grundstücksentwässerung“ vorbereitet werden.
- **Verfahrensentwicklungen** bieten sich bei der Gerätetechnik für die Reinigung, die Ortung, die Inspektion und die Dichtheitsprüfung an. Bisher ist eine Reinigung von seitlich abzweigenden Leitungen oftmals nur mit einer Spiralmaschine möglich, durch deren Einsatz Schäden und somit Undichtigkeiten an zuvor intakten Leitungen verursacht oder bestehende Schäden vergrößert werden können. Bei der Ortung fehlen Verfahren zur Aufnahme der Leitungen, die in elektromagnetischen Feldern liegen, z.B. verursacht durch Stromleitungen. Bei der Inspektion und Dichtheitsprüfung gibt es derzeit keine marktreifen Verfahren, mit denen die Aufnahme aller Bereiche der Grundstücksentwässerung von einem zentralen Punkt aus (wie z.B. dem Revisionsschacht) oder aus dem öffentlichen Kanal heraus möglich ist. Ein Ansatz für eine solche Gerätetechnik könnte der Göttinger-ZK-Kanalwurm sein, der derzeit am IKT ersten Tests unterzogen wird.
- Bei der **Schadenskodierung** sind Systeme erforderlich, mit denen die Topologie und Anschlussituation des Netzes automatisch auch graphisch festgehalten wird, beispielsweise in Form einer CAD-Zeichnung. Im Bereich der Grundstücksentwässerung spielen diese Fragestellungen eine besonders große Rolle mit Blick auf die Sanierungsvorbereitung. Anders als bei öffentlichen Kanälen sind Standsicherheitsfragen meist von eher untergeordneter Bedeutung.

Es kann festgestellt werden, dass hinsichtlich der Zustandserfassung und Dichtheitsprüfung an Hausanschluss- und Grundleitungen gegenwärtig noch zahlreiche Defizite und Unklarheiten bei Planern und ausführenden Firmen bestehen. Dies betrifft sowohl die Vorbereitung als auch die Durchführung der Maßnahmen und damit letztendlich auch die Umsetzung der geltenden Rechtsnormen (vgl. §45 BauO NRW). Die in diesem Zusammenhang häufig herangezogenen technischen Regelwerke (DIN, ATV) könnten vor diesem Hintergrund mit den aktuellen Praxiserfahrungen der öffentlichen Netzbetreiber und Forschungseinrichtungen abgeglichen und ggf. überarbeitet werden. Ziel muss es sein, den hohen Aufwand für die Zustandserfassung und Dichtheitsprüfung in entsprechend aussagekräftige Ergebnisse umzusetzen bzw. den Weg zur direkten Sanierung des privaten Netzes zu öffnen.

## 7 Literatur

- [1] IKT-Institut für Unterirdische Infrastruktur: Umsetzung der SÜwV Kan in NRW, Projektinformation Oktober 2002, unveröffentlicht.
- [2] Berger, C.; Lohaus, J.; Wittner, A.; Schäfer, R: Zustand der Kanalisation in Deutschland, Ergebnisse der ATV-DVWK-Umfrage 2001.
- [3] Verordnung zur Selbstüberwachung von Kanalisationen und Einleitung von Abwasser aus Kanalisationen im Mischsystem und im Trennsystem (Selbstüberwachungsverordnung Kanal - SÜwV Kan). - Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Nordrhein-Westfalen, 49 (Nr. 10): S. 64- 67; Düsseldorf, 1995.
- [4] Anforderungen an den Betrieb und die Unterhaltung von Kanalisationsnetzen - RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft v. 03.01.1995 - Bekanntmachung im Ministerialblatt für das Land NRW – Nr. 14 vom 10. Februar 1995.
- [5] Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen (Landesbauordnung – BauO NRW); in der Fassung der Bekanntmachung vom 07.03.1995, zuletzt geändert am 24.10.1998.
- [6] Strafgesetzbuch (StGB) vom 15.05.1871 in der Fassung der Bekanntmachung vom 13.11.1998, zuletzt geändert durch Art. 1 G am 22. 8.2002, hier §§324 ff.
- [7] Verwaltungsvorschrift zur Landesbauordnung-VV BauO NRW – RdErl. d. Ministeriums für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport v. 12.10.2000 – Bekanntmachung im Ministerialblatt für das Land NRW – Nummer 71 vom 23. November 2000.
- [8] DIN 1986: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 30: Instandhaltung, Beuth Verlag, Januar 1995.
- [9] DIN EN 1610: Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen, Berlin, Beuth Verlag, Oktober 1997.
- [10] ATV-M 143: Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Entwässerungskanälen und –leitungen, Teil 6: Dichtheitsprüfungen bestehender, erdüberschütteter Abwasserleitungen und -kanäle und Schächte mit Wasser, Luftüber- und Unterdruck, Juni 1998.
- [11] DIN 1986: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 30: Instandhaltung, Februar 2003, Beuth Verlag.
- [12] Heinrichs, F.-J.; Rickmann, B.; Sondergeld, K.-D.; Störrlein, K.-H: Gebäude- und Grundstücksentwässerung: Kommentare zu DIN EN 12056, DIN 1986 und DIN EN 1610, hier Kommentar zu DIN 1986, Herausgeber: DIN Deutsches Institut für Normung e.V, Beuth Verlag, 2002.
- [13] Forschungsantrag „Entwicklung und Erprobung von Methoden zur Prüfung von Hausanschlussleitungen und Grundleitungsnetzen“, Forschungsvorhaben des Lehrstuhls und Institutes für Baumaschinen und Baubetrieb der RWTH Aachen, 09/2001.