

## Integrale Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen mit dem Flutungsverfahren



im Auftrag des

MINISTERIUMS FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ,  
LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ  
DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN

# **Integrale Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen mit dem Flutungsverfahren**

<b>1 Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2 Geltungsbereich</b>	<b>6</b>
<b>3 Begriffsdefinitionen</b>	<b>6</b>
<b>4 Das Flutungsverfahren</b>	<b>8</b>
4.1 Funktionsprinzip	8
4.2 Ablauf der Sanierung	8
4.3 Varianten der Sanierung	10
4.3.1 Sanierung einer Haltung	10
4.3.2 Sanierung des Hausanschlußkanals und der Grundstücksentwässerung	11
4.3.3 Integrale Sanierung	12
4.3.4 Wirtschaftlichkeit	12
4.4 Einsatzbereich des Flutungsverfahrens	13
4.5 Vorteile	13
4.6 Nachteile	14
4.7 Risiken	14
4.8 Anbieter	15
<b>5 Arbeitshilfe zur praktischen Durchführung einer Sanierung</b>	<b>16</b>
5.1 Zustandserfassung	17
5.1.1 Reinigung	18
5.1.2 Wasserdruckprüfung	18
5.1.3 Optische Inspektion	20
5.2 Prüfung der Anwendbarkeit des Flutungsverfahrens	21
5.3 Planung und Vorbereitung	22
5.3.1 Planung	22
5.3.2 Vorbereitung	23
5.4 Ausschreibung und Vergabe der Leistung	23
5.4.1 Ausschreibung	23
5.4.2 Vergabe der Leistung	24

<b>5.5 Ausführung</b>	<b>25</b>
5.5.1 Baustelleneinrichtung	25
5.5.2 Injektionsmittelverbrauch	27
5.5.3 Messung Injektionsmittelverbrauch	29
5.5.4 Verfahrenstechnische Verluste	30
<b>5.6 Abnahme, Abrechnung und Gewährleistung</b>	<b>31</b>
5.6.1 Abnahme	31
5.6.2 Abrechnung	32
5.6.3 Gewährleistung	34
<b>6 Ergebnisse des Pilotprojektes</b>	<b>35</b>
<b>6.1 Zustandserfassung</b>	<b>36</b>
6.1.1 Ergebnisse der vorlaufenden Wasserdruckprüfungen	36
6.1.2 Ergebnisse der optischen Untersuchung	38
<b>6.2 Ausschreibung und Vergabe</b>	<b>38</b>
<b>6.3 Sanierung</b>	<b>39</b>
<b>6.4 Kosten</b>	<b>40</b>
<b>7 Literaturverzeichnis</b>	<b>42</b>
<b>Anhang</b>	<b>43</b>
<b>Anhang A Eigenschaften und Zulassungskriterien</b>	<b>43</b>
<b>Anhang B Muster – Leistungsverzeichnis</b>	<b>46</b>



## 1 Einleitung

Zum Schutz des Grundwassers und des Bodens wurden bundesweit 1996 etwa 3,5 Mrd. DM (letzte vorliegende Zahl)<sup>1</sup> in die Instandhaltung des öffentlichen Kanalnetzes investiert. Diese Ausgaben sind nur dann sinnvoll investiert, wenn auch die Schäden der an die öffentliche Kanalisation angeschlossenen privaten Hausanschluß- und Grundleitungen in gleichem Maße beseitigt werden.

Bei der Betrachtung des Abwassernetzes wird nach öffentlichen und privaten Leitungen unterschieden. Schätzungen gehen von etwa 400.000 Kilometern öffentlicher Netze und 1.550.000 Kilometern privater Grundleitungsanlagen in Deutschland aus<sup>2</sup>. Der Anteil an schadhafte Leitungen beträgt im privaten Bereich 50 bis 90 %<sup>3</sup>.

Für Betreiber von Entwässerungsanlagen besteht nach dem Wasserhaushaltsgesetz die Pflicht zur ordnungsgemäßen Instandhaltung.

Mit der Neufassung des § 45 der Landesbauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen<sup>4</sup> traten zum 1. Januar 1996 auch die technisch normativen Maßstäbe zur Umsetzung in Kraft:

### § 45 (5)

„Im Erdreich oder unzugänglich verlegte Abwasserleitungen zum Sammeln oder Fortleiten, ausgenommen Niederschlagswasserleitungen und Leitungen, die in dichten Schutzrohren so verlegt sind, daß austretendes Abwasser aufgefangen und erkannt wird, sind nach der Errichtung oder Änderung von Sachkundigen auf Dichtheit prüfen zu lassen. Die Dichtheitsprüfung ist in Abständen von höchstens zwanzig Jahren zu wiederholen.“

Zum 1. Juni 2000 trat die Novellierung der Landesbauordnung Nordrhein-Westfalen<sup>5</sup> mit einer Änderung des § 45 in Kraft, die eine zeitliche Entzerrung der durchzuführenden Maßnahmen nach Dringlichkeitskriterien vorsieht.

---

<sup>1</sup> Memorandum Infrastruktur, Die Deutsche Bauindustrie, 2000, S.24

<sup>2</sup> Entwicklung der Marktnachfrage, BDE, 1997, S.64

<sup>3</sup> Entwicklung der Marktnachfrage, BDE, 1997, S.111

<sup>4</sup> Die neue Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen, BauO NRW 1995

<sup>5</sup> Die neue Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen, BauO NRW 2000

### §45 (5)

„Bei bestehenden Abwasserleitungen muß die erste Dichtheitsprüfung gemäß Absatz 4 bei einer Änderung, spätestens jedoch bis zum 31. Dezember 2015 durchgeführt werden. Wenn sich die Abwasserleitung auf einem Grundstück in einem Wasserschutzgebiet befindet,

- zur Fortleitung industriellen oder gewerblichen Abwassers dient und vor dem 1. Januar 1990 errichtet wurde,

oder

- zur Fortleitung häuslichen Abwassers dient und vor dem 1. Januar 1965 errichtet wurde,

endet die Frist am 31. Dezember 2005.“

Ein großer Teil der privaten Leitungen muß folglich bis zum 31. Dezember 2005 untersucht und gegebenenfalls saniert werden.

Das einzige Verfahren, mit dem die Sanierung einer verzweigten Grundstücksentwässerung mit kleinen Nenndurchmessern ohne größeren baulichen Aufwand möglich ist, ist das Flutungsverfahren.

Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen wurde zur Beurteilung der Eignung und Abschätzung der Wirtschaftlichkeit des Flutungsverfahrens unter wissenschaftlicher Begleitung des Instituts für Baumaschinen und Baubetrieb der RWTH Aachen ein abgeschlossenes Entwässerungsnetz bestehend aus öffentlichen Kanälen, Hausanschlußkanälen und Grundstücksentwässerungen systematisch inspiziert und anschließend mit dem Flutungsverfahren saniert.

Dieser Leitfaden stellt das Flutungsverfahren vor und berichtet in Kapitel 6 über die Erkenntnisse und Ergebnisse der durchgeführten Sanierungen. In Kapitel 5 wird eine Arbeitshilfe für die Anwendung des Verfahrens in der Praxis gegeben.

## 2 Geltungsbereich

Dieser Leitfaden für die Sanierung mit dem Flutungsverfahren gilt für alle Abwasserkanäle und -leitungen sowie verzweigte Leitungsnetze mit Nennweiten von DN 100 bis DN 500. Die folgenden Schäden können saniert werden:

- Undichte Rohrverbindungen
- Axialrisse  $\leq 2$  mm, Radialrisse  $\leq 5$  mm und Kombinationen von Rissen in Axial- und Radialrichtung

Das Flutungsverfahren ist nicht einsetzbar bei:

- Undurchlässigem Bettungsmaterial (z.B. Betonummantelung)
- Leitungen ohne Einbettung im Erdreich (freiliegende Leitungen)
- Druckleitungen
- Unzugänglichen, nicht absperrbaren Drainageleitungen
- Statisch instabilen Rohren (Scherbenbildung oder Einstürze)

## 3 Begriffsdefinitionen

Ein Entwässerungsnetz besteht aus verschiedenen Entwässerungsobjekten, wie sie in Abbildung 3.1 dargestellt und in Tabelle 3.1 definiert sind.

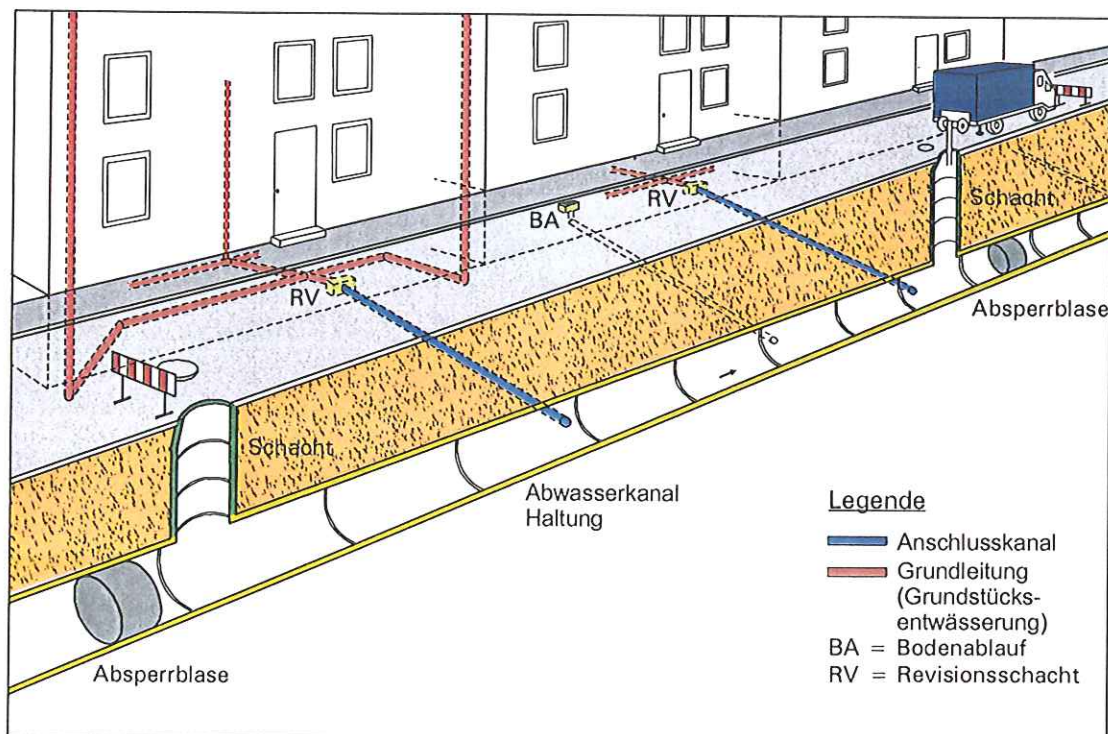


Abbildung 3.1: Entwässerungsnetz



### 3 Begriffsdefinitionen

Objekt	Darstellung in Abbildung 3.1	Definition
Abwasserkanal, Kanal	Gelb	Meist [öffentliche] erdverlegte Rohrleitung oder andere Vorrichtung zur Ableitung von Schmutzwasser und/oder Regenwasser aus mehreren Quellen. <sup>6</sup>
Anschlußkanal (AK)	Blau	Kanal zwischen dem öffentlichen Abwasserkanal und der Grundstücksgrenze bzw. der ersten Reinigungsöffnung auf dem Grundstück, z.B. Übergabeschacht [oder Revisionsschacht]. <sup>6</sup>
Bodenablauf	Hellgrün	Ablauf in einer begangenen oder befahrenen Fläche. <sup>6</sup>
Entwässerungsnetz		Gesamtheit aller Kanäle, Abwasserdruckleitungen, [Grundstücksentwässerungen] und zugehörigen Bauwerke in einem Entwässerungsgebiet. <sup>6</sup>
Grundleitung	Rot	Im Erdreich oder in der Grundplatte unzugänglich verlegte Leitung, die das Abwasser in der Regel dem Anschlußkanal zuführt; <sup>7</sup> sie ist Bestandteil der Grundstücksentwässerung.
Grundstücksentwässerung (GE)	Rot	System von Rohren und Zusatzbauten zur Ableitung von Schmutz- und/oder Regenwasser zu einer Senkgrube, Kanalisation oder sonstigen Entsorgungseinrichtung [hier z. B. zum Revisionsschacht]. <sup>8</sup>
Haltung	Blau	Strecke eines Abwasserkanals zwischen zwei Schächten und/oder Sonderbauwerken. <sup>6</sup>
Inspektionsöffnung, Revisionsschacht (RV)	Hellgrün	Öffnung mit abnehmbarem Deckel, angebracht auf einer Abwasserleitung oder einem Abwasserkanal, die die Zugänglichkeit nur von der Oberfläche aus erlaubt, nicht jedoch den Einstieg von Personen gestattet. <sup>8</sup>
Schacht	Dunkelgrün	Einstieg mit abnehmbarem Deckel, angebracht auf einer Abwasserleitung oder einem Abwasserkanal, um den Einstieg von Personen zu ermöglichen. <sup>8</sup>

Tabelle 3.1: Begriffsdefinitionen

<sup>6</sup> DIN 4045: Abwassertechnik: Grundbegriffe, 1999

<sup>7</sup> DIN 1986-1: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 1: Technische Bestimmungen für den Bau, 1988

<sup>8</sup> DIN EN 752-1: Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, Teil 1: Allgemeines und Definitionen, 1995



### 4 Das Flutungsverfahren

Das Flutungsverfahren wurde Ende der 80er Jahre in Ungarn entwickelt. Es wird heute in Deutschland von mehreren Firmen unter unterschiedlichen Bezeichnungen und mit verschiedenen Produkten angeboten (vgl. Kap. 4.8).

#### 4.1 Funktionsprinzip

Beim Flutungsverfahren wird die undichte Leitung nacheinander mit zwei Injektionsflüssigkeiten befüllt. Die beiden Komponenten werden unter hydrostatischem Druck durch die undichten Stellen der Leitungen in den umliegenden Boden gepreßt. Dort reagieren sie miteinander und bilden ein wassersperrendes sandsteinartiges Konglomerat (Abbildung 4.1).

Hauptbestandteil der ersten Komponente ist Wasserglas, ein flüssiges Silikat. Die zweite Komponente, der sogenannte Härter, ist eine Salzlösung auf Wasserbasis. Die Reaktionsgeschwindigkeit hängt von der Rezeptur der Injektionslösungen ab, so daß eine Abstimmung auf die unterschiedliche Durchlässigkeit des Bodens möglich ist.



Abbildung 4.1: Freigelegte Leitung mit Injektionskörpern<sup>9</sup>

#### 4.2 Ablauf der Sanierung

Der Ablauf der Sanierung wird am Beispiel einer Kanalhaltung beschrieben.

- (1) Hochdruckreinigung
- (2) Erster Injektionszyklus
- (3) Zweiter Injektionszyklus
- (4) Abschließende Wasserdruckprüfung

---

<sup>9</sup> Umweltschutz durch Rathosan, Informationsbroschüre der Radmer Umwelttechnik GmbH München



**(1) Hochdruckreinigung**

Zu Beginn der Sanierung werden die Leitungen mit Hochdruck gereinigt, um alle Ablagerungen zu entfernen. Verbliebene Rückstände könnten sich sonst möglicherweise durch die nachfolgende Sanierung verfestigen und vergrößern.

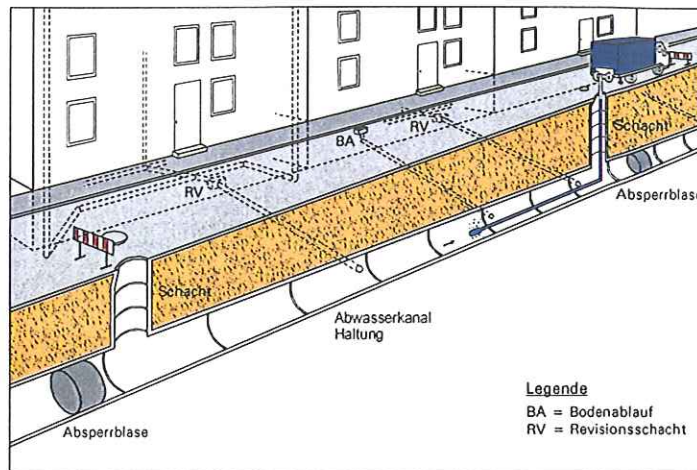


Abbildung 4.2: Hochdruckreinigung des Kanals

**(2) Erster Injektionszyklus**

Im Anschluß an die Reinigung wird der zu sanierende Netzteil mit Absperrblasen abgetrennt, die vom begehbaren Schacht aus gesetzt werden. Der abgetrennte Teil wird mit der ersten Injektionslösung (Komponente A) bis zur Oberkante des Schachtes befüllt und das Absinken des Pegels wird beobachtet. Bei stark fallendem Pegel sollte die Lösung schnell abgepumpt werden, um einen zu großen Injektionsmittelverbrauch zu vermeiden. Bei geringem Fallen des Pegels verbleibt die Injektionsflüssigkeit ca. 45 Minuten im Kanalabschnitt. Nach der Einwirkzeit werden die Absperrblasen geöffnet und das Leitungssystem gespült. Eine einfache Schwallspülung ist in den meisten Fällen ausreichend, um Rückstände der Injektionsflüssigkeit zu beseitigen.

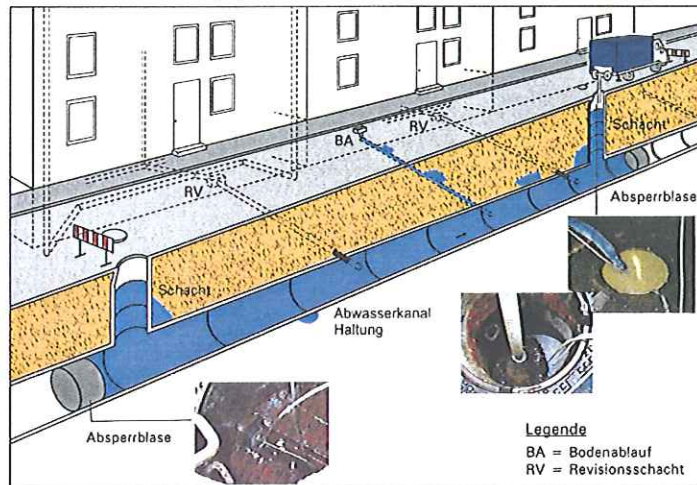


Abbildung 4.3: Erster Injektionszyklus

Die Leitung wird erneut verschlossen und mit der zweiten Injektionslösung (Komponente B) befüllt. Wenn der Pegel dieser Komponente nach ca. 45 Minuten Verbleib im Lei-

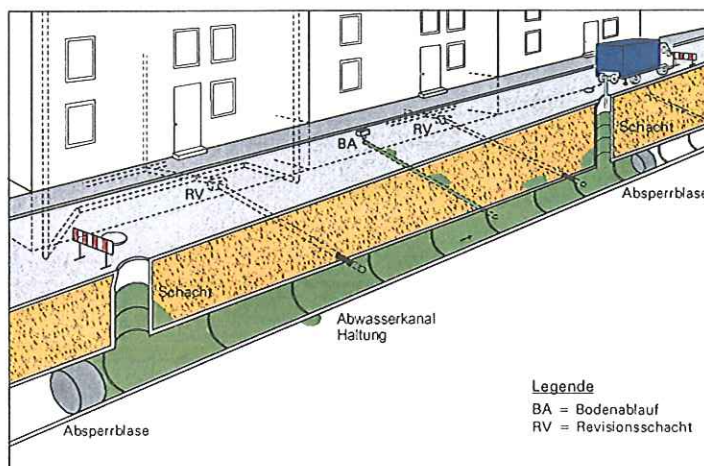


Abbildung 4.4: Zweiter Injektionszyklus

**(3) Zweiter Injektionszyklus**

Die Leitung wird erneut verschlossen und mit der zweiten Injektionslösung (Komponente B) befüllt. Wenn der Pegel dieser Komponente nach ca. 45 Minuten Verbleib im Lei-





## 4 Flutungsverfahren

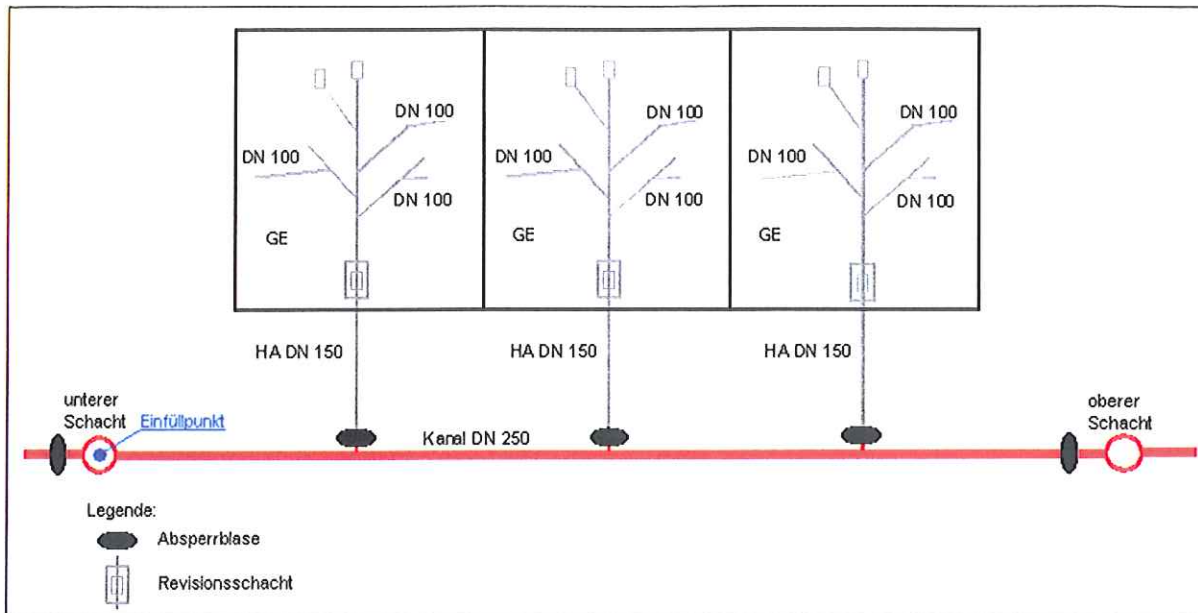


Abbildung 4.6: Flutungsabschnitt bei der Sanierung einer Haltung

### 4.3.2 Sanierung des Hausanschlußkanals und der Grundstücksentwässerung

Bei dieser Variante werden nur die Grundstücksentwässerungen (GE) mit den dazugehörigen Hausanschlußkanälen (HA) saniert, der öffentliche Kanal wird nicht mit einbezogen. Jede Grundstücksentwässerung muß einzeln saniert werden. Im Beispiel der Abbildung 4.7 bedeutet dies, daß drei separate Sanierungen durchgeführt werden müssen; die Absperrblasen werden vom jeweiligen Revisionschacht aus gesetzt.

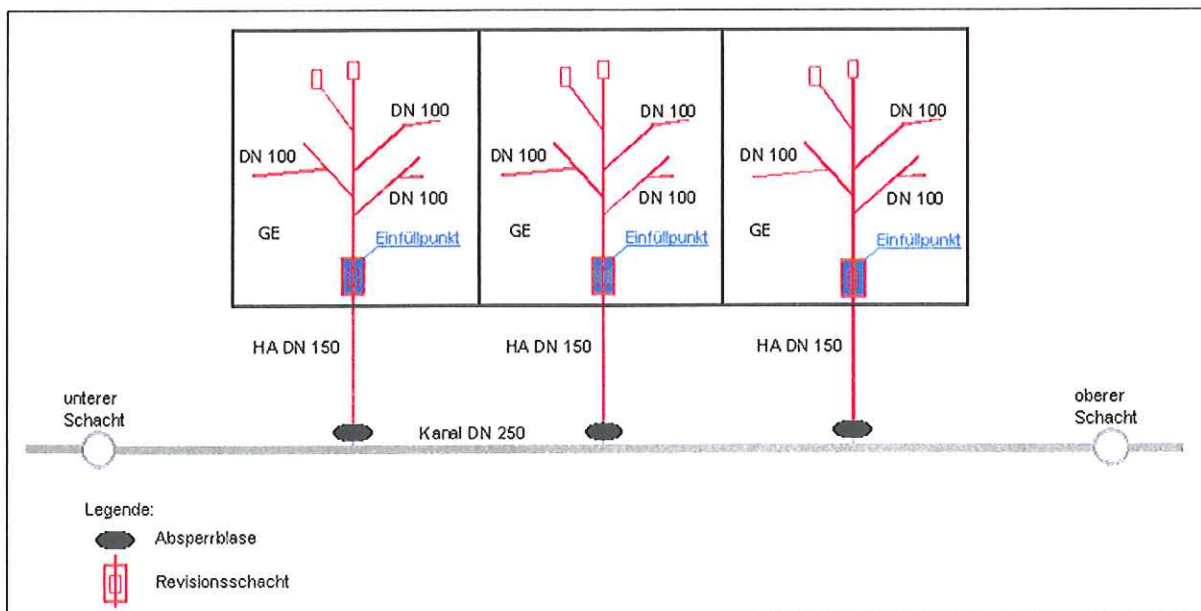


Abbildung 4.7: Drei Flutungsabschnitte bei der Sanierung von Hausanschluß- und Grundleitungen

### 4.3.3 Integrale Sanierung

Unter einer integralen Sanierung versteht man die Sanierung einer gesamten Kanalhaltung mit allen angeschlossenen Hausanschlußkanälen (HA), Grundstücksentwässerungen (GE) einschließlich der Straßeneinläufe und Schächte in einem Arbeitsgang.

Abbildung 4.8 zeigt einen solchen Sanierungsabschnitt mit drei angeschlossenen Grundstücksentwässerungen.

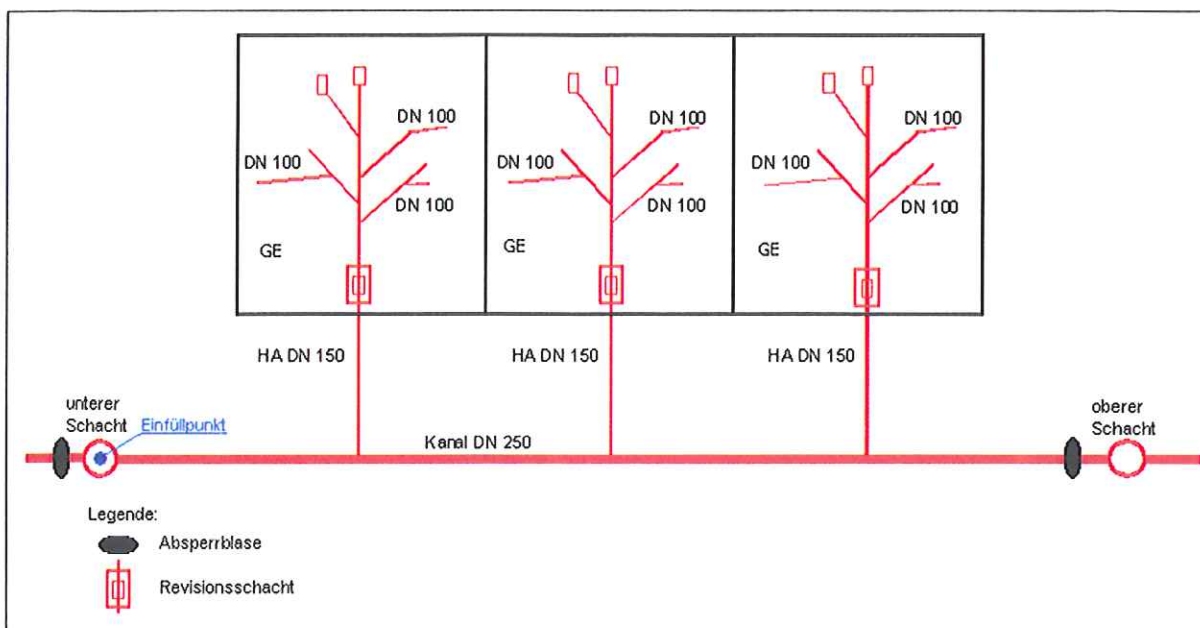


Abbildung 4.8: Flutungsabschnitt bei der integralen Sanierung

### 4.3.4 Wirtschaftlichkeit

Die zweite Variante der separaten Sanierung von Hausanschlußkanal und Grundstücksentwässerung ist sehr zeitaufwendig und verursacht damit hohe Kosten.

Dagegen ist der Vorteil der integralen Sanierung die kurze Dauer. Das gesamte System kann in einem geflutet und innerhalb eines Tages saniert werden. Die fixen Kosten für Baustelleneinrichtung, Geräte und Lohn, die unabhängig von der Abschnittsgröße anfallen, werden so minimiert und auf mehrere Eigentümer verteilt.

Zu regeln ist bei der integralen Sanierung die verursachergerechte Aufteilung der Sanierungskosten. Vor Ausführung der Sanierung sollten der Netzbetreiber (Kommune) und die privaten Grundstücksbetreiber unbedingt einen Verteilungsschlüssel vereinbaren. Eine mögliche Aufteilung wird in Kap 5.6.2 vorgeschlagen.

### 4.4 Einsatzbereich des Flutungsverfahrens

Der Einsatzbereich des Flutungsverfahrens ist vor allem von der Art der Schäden, den Leitungsdurchmessern und dem Boden abhängig, in dem die Leitungen gebettet sind.

Das Flutungsverfahren ist nach den Zulassungen der einzelnen Verfahren einsetzbar:

- für alle Rohrwerkstoffe: Beton, Steinzeug, PE, PP, PVC, Gußeisen, Faserzement, Mauerwerk
- für alle Rohrprofile
- bei Nennweiten DN 100 bis DN 500
- bei Bögen jeglicher Art
- bei verzweigten Leitungen (Leitungsnetzen)
- oberhalb und unterhalb des Grundwasserspiegels

Beim Einsatz des Flutungsverfahrens im Grundwasser ist davon auszugehen, daß nur geringe Mengen der Injektionsflüssigkeiten an den Schadstellen austreten, die umwelt-hygienisch als tolerierbar erscheinen<sup>11</sup>. Der größte Teil der austretenden Injektionsflüssigkeiten reagiert zu einem festen sandsteinartigen Silikat, so daß nur ein kleiner Teil ins Grundwasser gelangt und dort stark verdünnt wird.

Für die drei am Markt zugelassenen Produkte (siehe Kapitel 4.7) gelten ebenso der in Kapitel 2 angegebene Geltungsbereich und die im Anhang A tabellarisch aufgeführten Zulassungskriterien.

### 4.5 Vorteile

Das Flutungsverfahren bietet gegenüber anderen Sanierungsverfahren wesentliche Vorteile:

- Es handelt sich um eine umweltschonende „No-dig“-Technologie ohne Aufgrabung und Verkehrsbehinderung.
- Das Verfahren ist unabhängig von Querschnittsformen, Querschnittsabmessungen, Leitungsverlauf (Bögen, Abzweige) und Rohrwerkstoffen einsetzbar.
- Die Sanierung der gesamten Entwässerungsanlage in einem Flutungsabschnitt ist möglich.
- Der hydraulische Querschnitt der Rohre bleibt vollständig erhalten.
- Auch Schadstellen, die bei der Voruntersuchung nicht erkannt wurden, werden abgedichtet.
- An den Schadstellen wird die Bettung der Leitungen verbessert.
- Die Sanierungsdauer ist kurz, so daß Nutzungseinschränkungen sowie Verkehrs-

---

<sup>11</sup> Untersuchung des Hygiene-Instituts des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen



behinderungen minimal sind.

- Schadstoffe, die durch undichte Stellen ins umliegende Erdreich gelangt sind, werden eingekapselt und gebunden.
- Bei der integralen Sanierung ergeben sich günstige Fixkosten für Baustelleneinrichtung, Geräte und Lohnkosten durch Umlage auf große Entwässerungsnetze und mehrere Eigentümer und die kurze Ausführungsdauer.

### 4.6 Nachteile

Es gibt auch geringfügige Nachteile, die nicht unerwähnt bleiben sollen:

- Aufgrund der Neuheit des Flutungsverfahrens kann über die zu erwartende Lebensdauer keine fundierte Aussage getroffen werden.
- Die Komponenten vermischen sich unkontrolliert in der Bettungszone der Rohre. Hierdurch ist zum einen nicht sichergestellt, daß im Hinblick auf Dichtigkeit und Festigkeit ein homogenes Endprodukt entsteht, zum anderen besteht die Gefahr, daß am äußeren Rand der Injektion eine der beiden Komponenten einzeln vorliegt und in das Grundwasser gelangt (vgl. Kap. 4.4). Der Einsatz des Verfahrens in der Nähe von Trinkwassergewinnungszonen, ist daher im Einzelfall zu prüfen.
- Die Dauer und der Materialverbrauch der Sanierung hängen neben der Schadhaf-tigkeit der Leitungen auch von der Beschaffenheit der Rohrbettung ab. Eine ge-naue Abschätzung der Sanierungsdauer und -kosten vor Sanierungsbeginn ist deshalb schwierig (vgl. Kap. 5.6.2).

### 4.7 Risiken

Mögliche Risiken des Verfahrens können durch Beachten der Zulassungskriterien und sorgfältige Ausführung (siehe Kapitel 5) minimiert werden.

## 4.8 Anbieter

Derzeit (2002) bieten eine Reihe von Firmen das Flutungsverfahren mit leicht differierenden Produkten und unterschiedlichen Bezeichnungen an. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die am Markt angebotenen Produkte mit bauaufsichtlicher Zulassung und die ausführenden Unternehmen.

Produkt	Patentrecht	Ausführende Firmen <sup>12</sup>	Bauaufsichtliche Zulassung vom DIBt
Rathosan	Radmer Umwelttechnik GmbH, München	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thorn Abwassertechnik GmbH, Garching</li> <li>• Buchen Umweltservice GmbH, Köln</li> </ul>	Ja
Sanipor	Sanipor Vertriebs GmbH, Feldkirchen-Westerham	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AHM Umwelttechnik GmbH, Sachsenkam</li> <li>• Buchen Umweltservice GmbH, Köln</li> </ul>	Ja
Tubogel	Geochemie Sanierungssysteme GmbH, München	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robert Fink Umwelttechnik GmbH, Taufkirchen</li> <li>• Buchen Umweltservice GmbH, Köln</li> </ul>	Ja
Silactiv	SILKEM GmbH, Niederkrüchten-Elmpt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PolyLine GmbH &amp; Co. KG, Zepernick</li> <li>• Bodenbender GmbH, Biedenkopf-Breidenstein</li> </ul>	Beantragt*

\* Umweltverträglichkeitsuntersuchung erfolgreich abgeschlossen, Zulassung bei TNO, Niederlande, beantragt

Tabelle 4.1: Produkte und ausführende Unternehmen

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden die drei Produkte (aufgelistet in alphabetischer Reihenfolge)

- Rathosan,
- Sanipor
- und Tubogel

eingesetzt. Nur diesen drei Produkten wurde bisher die „Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung“ vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBT) erteilt. Die angebotenen Produkte unterscheiden sich geringfügig in der Zusammensetzung der Injektionsflüssigkeiten (siehe Anhang A Tabelle A.1) und ihren Zulassungskriterien (siehe Anhang A Tabelle A.2). Wesentliche Unterschiede in der Ausführung bestehen nicht.

<sup>12</sup> Ohne Anspruch auf vollständige Nennung aller ausführenden Firmen



## 5 Arbeitshilfe zur praktischen Durchführung einer Sanierung

Die Sanierung eines schadhaften Entwässerungssystems mit dem Flutungsverfahren gliedert sich in folgende Arbeitsschritte (vgl. Abbildung 5.1):

- (1) Zustandserfassung (Wasserdruckprüfung / Optische Inspektion)
- (2) Prüfung der Anwendbarkeit des Flutungsverfahrens
- (3) Planung und Vorbereitung
- (4) Ausschreibung und Vergabe
- (5) Ausführung
- (6) Abnahme, Abrechnung und Gewährleistung

Die Arbeitsschritte werden in den Kapiteln 5.1 bis 5.6 näher beschrieben. Ein Muster-Leistungsverzeichnis für die Ausschreibung enthält Anhang B.

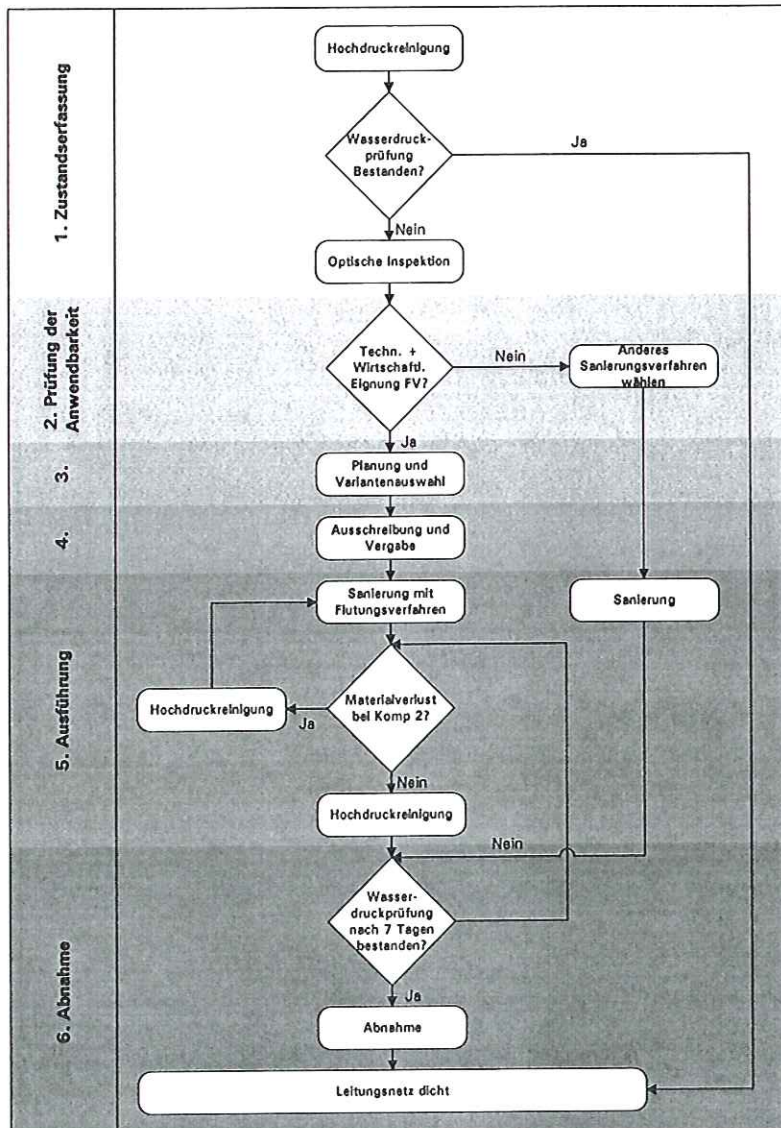


Abbildung 5.1: Ablaufdiagramm Flutungsverfahren

## 5.1 Zustandserfassung

Voraussetzung für die erfolgreiche Sanierung ist die genaue Kenntnis des zu sanierenden Entwässerungsnetzes. Für die Zustandserfassung sind zunächst Bestandsdaten erforderlich, die in erster Linie aus Planunterlagen des Grundstückseigentümers und der Netzbetreiber, in der Regel Tiefbauämter, entnommen werden können.

Je nach Art der Sanierung, ob integral oder abschnittsweise, sind Informationen über die Grundstücksentwässerung, den öffentlichen Abwasserkanal oder beide von Bedeutung. Nach einer Begehung der Örtlichkeit werden dann eine Wasserdruckprüfung und optische Inspektion geplant und durchgeführt. Hierbei werden Informationen über die Funktionstüchtigkeit der Leitungen gewonnen.

Erforderliche Informationen bei der Sanierung von		
	Grundstücksentwässerungen	Öffentlichen Abwasserkanälen
<b>Bestandsdaten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linienführung</li> <li>• Rohrwerkstoff</li> <li>• Rohrdurchmesser</li> <li>• Tiefenlage</li> <li>• Lage der Grundstücksanschlüsse</li> <li>• Lage der Inspektionsöffnungen</li> <li>• Bodenabläufe</li> <li>• Rückstauklappen</li> <li>• Hydraulische Verhältnisse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linienführung</li> <li>• Rohrwerkstoff</li> <li>• Rohrdurchmesser und -profil</li> <li>• Tiefenlage</li> <li>• Lage und Art der Abzweige</li> <li>• Schächte, Sonderbauwerke</li> <li>• Hydraulische Verhältnisse</li> </ul>
<b>Funktionsfähigkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Art und Umfang der Schäden</li> <li>• Ergebnisse der Wasserdruckprüfung</li> <li>• Ergebnisse der optischen Inspektion</li> </ul>	
<b>Sonstige Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenverhältnisse</li> <li>• Grundwasserverhältnisse</li> <li>• Grundwasserschutzgebiete</li> <li>• Erforderliche Erlaubnisse und gesetzliche Anforderungen</li> </ul>	

Tabelle 5.1: Erforderliche Informationen vor der Sanierung von Entwässerungsnetzen

Unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist dann zu entscheiden, welches Sanierungsverfahren eingesetzt werden soll. Nachfolgend werden die einzelnen Schritte zur Erfassung des Leitungszustands erläutert.



### 5.1.1 Reinigung

Die Reinigung wird durch eine Hochdruckspülung, bei verfestigten Ablagerungen unter Zuhilfenahme mechanischer Verfahren durchgeführt.

Die Reinigung erfüllt zwei Anforderungen: Zum einen können nur in einem gereinigten Rohr Risse und schadhafte Stellen sicher erkannt werden, zum anderen müssen Inkrustationen beseitigt werden, weil sonst bei einer Sanierung mit dem Flutungsverfahren der Rohrquerschnitt verringert und damit die Abflußkapazität reduziert würde (vgl. 4.1). Wurzeleinwüchse müssen entfernt werden.

### 5.1.2 Wasserdruckprüfung

Im Anschluß an die Reinigung der Rohre wird eine Wasserdruckprüfung nach DIN 1986-30 durchgeführt. Die hierbei gemessenen Wasserverlustmengen geben neben einem ersten Eindruck über den Zustand der Leitungen einen Hinweis auf den zu erwartende Verbrauch an Injektionsmaterial bei der Sanierung mit dem Flutungsverfahren.

	Wasserdruckprüfung
Grundlage	Die Wasserdichtheitsprüfung von Grundstücksentwässerungen, die rein häusliches Abwasser ableiten, ist in der <b>DIN 1986-30</b> <sup>13</sup> geregelt.
Prüfdruck	Wassersäule bis <b>Oberkante tiefster Entwässerungsgegenstand</b> (z.B. Bodenablauf) oder bis Unterkante Reinigungsöffnung in Falleleitungen
Prüfzeit	Über <b>15 Minuten</b> ist die Wassersäule aufrecht zu erhalten und hierbei die nachzufüllende Wassermenge aufzuzeichnen
Anforderung	Die Prüfungsanforderung ist erfüllt, wenn das Volumen des zugefügten Wassers nicht größer ist, als: <b>0,10 l/m<sup>2</sup> in 15 min</b> für Rohrleitungen

Tabelle 5.2: Wasserdruckprüfung nach DIN 1986-30

<sup>13</sup> DIN 1986-30: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke Teil 30: Instandhaltung, 1995



Die zulässige Wasserverlustmenge berechnet sich aus den Rohrrinnendurchmessern und den zugehörigen Leitungslängen:

$$V_{zul,15min} = 0,10 \frac{l}{m^2} \times A_{ges}$$

$$A_{ges} = \sum_{i=1}^n A_i = \sum_{i=1}^n \pi \times d_i \times L_i$$

- $V_{zul,15min}$  [l] zulässige Wasserverlustmenge bezogen auf eine Prüfzeit von 15 Minuten  
 $A_{ges}$  [m<sup>2</sup>] gesamte benetzte Oberfläche eines Entwässerungsnetzes  
 $d_i$  [m] Rohrrinnendurchmesser  
 $L_i$  [m] Länge eines Leitungsabschnittes mit konstantem Innendurchmesser  
 $A_i$  [m<sup>2</sup>] benetzte Oberfläche eines Leitungsabschnittes der Länge  $L_i$

Für ausgewählte Nennweiten sind in der folgenden Tabelle die zulässigen Wasserzugaben ( $V_{zul,15min}$ ) in Abhängigkeit von der benetzten inneren Oberfläche ( $A_{ges}$ ) angegeben.

Innendurchmesser DN [mm]	Benetzte Oberfläche je Meter Rohrlänge	Zulässige Zugabemenge je Meter Rohrlänge und 15 Min
100	0,31 m <sup>2</sup>	0,03 Liter
150	0,47 m <sup>2</sup>	0,05 Liter
200	0,63 m <sup>2</sup>	0,06 Liter
250	0,79 m <sup>2</sup>	0,08 Liter

Tabelle 5.3: Benetzte innere Oberfläche und zulässige Wasserzugabe nach DIN 1986-30 für verschiedene Rohrquerschnitte

**Beispiel:**

Für die in der Tabelle 5.4 angegebene Grundstücksentwässerung beträgt die zulässige Wasserzugabe:

Innendurchmesser DN [mm]	Rohrlänge $L_i$	Benetzte Oberfläche je Meter Rohrlänge	Gesamte benetzte Oberfläche $A_i$	Zulässige Zugabemenge in 15 Min $V_i$
100	15 m	0,31 m <sup>2</sup>	4,65 m <sup>2</sup>	0,465 Liter
150	12 m	0,47 m <sup>2</sup>	5,64 m <sup>2</sup>	0,564 Liter
200	3 m	0,63 m <sup>2</sup>	1,89 m <sup>2</sup>	0,189 Liter
			$A_{ges} = 12,18 \text{ m}^2$	$V_{zul,15min} = 1,218 \text{ Liter}$

Tabelle 5.4: Beispielhafte Berechnung der zulässigen Wasserzugabe nach DIN 1986-30

Wird die zulässige Wasserzugabe unterschritten, gilt die untersuchte Leitung als dicht. Andernfalls ist eine Sanierung erforderlich.

Für öffentliche Kanäle gelten die Regelungen der DIN EN 1610.<sup>14</sup>

### 5.1.3 Optische Inspektion

Die Wasserdruckprüfung allein reicht nicht aus, um die Eignung des Flutungsverfahrens für die Sanierung nachzuweisen. Schäden, für die das Flutungsverfahren nicht zugelassen ist, können mit Hilfe der optischen Inspektion aufgedeckt und lokalisiert werden.

Die Untersuchung wird je nach Rohrdurchmesser mit einer selbstfahrenden oder einer Schiebekamera durchgeführt und auf Video aufgenommen. Die Videoaufzeichnungen der zu sanierenden Kanäle und Leitungen dienen zum einen dazu, die Angaben in den Plänen zu ergänzen oder zu verifizieren, zum anderen sind sie unerlässlich, um Anzahl, Art und Ausmaß der Schäden des Entwässerungssystems einschätzen zu können.

Die Grundlagen der optischen Inspektion sind im ATV Merkblatt 143, T2<sup>15</sup> geregelt.

<sup>14</sup> DIN EN 1610: Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, 1997

<sup>15</sup> ATV Merkblatt 143, T2: Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen, Teil 2: Optische Inspektion

## 5.2 Prüfung der Anwendbarkeit des Flutungsverfahrens

Nach der Wasserdruckprüfung und der optischen Inspektion können der Zustand der Leitungen weitgehend bewertet und die Eignung des Flutungsverfahrens beurteilt werden.

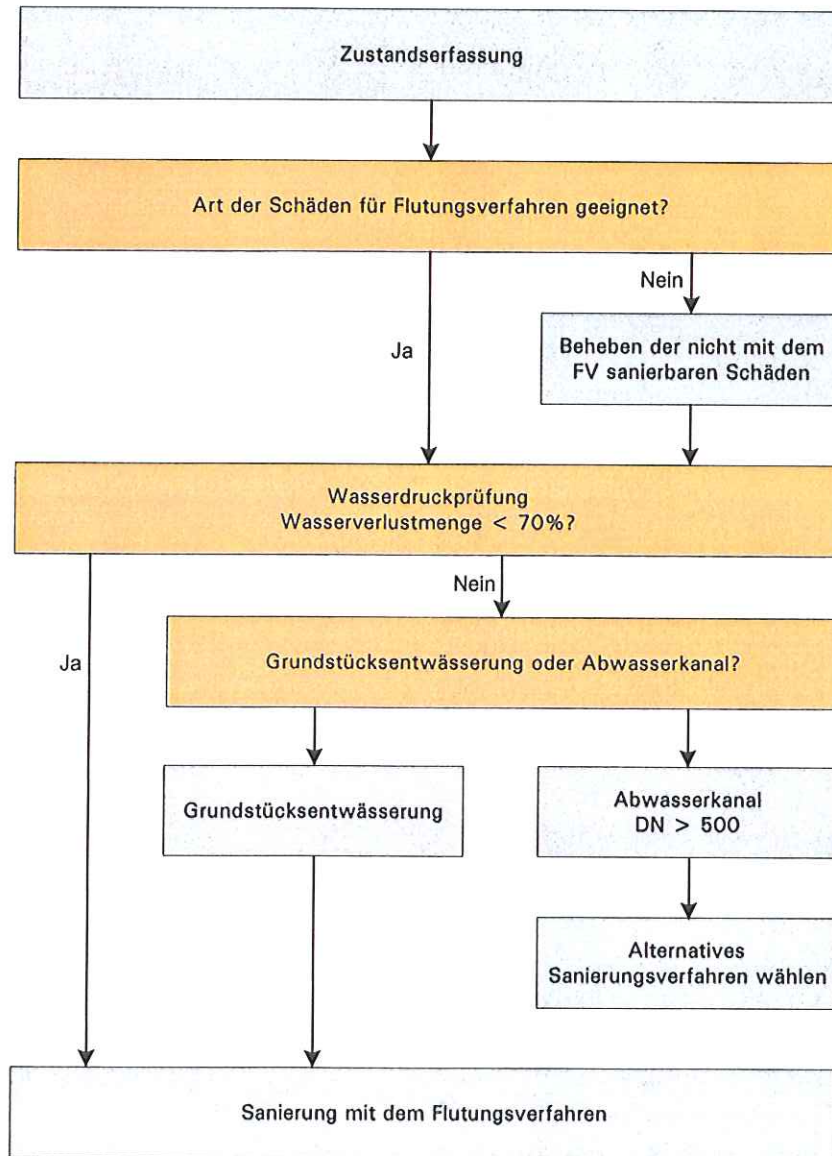


Abbildung 5.2: Bewertung der Zustandserfassung

Neben den Einsatzkriterien (siehe Anhang A Tabelle A.2) sind zwei weitere Kriterien für die Eignung des Flutungsverfahrens entscheidend,

- die Art der Schäden,
- und
- das Ergebnis der Wasserdruckprüfung.

Liegen bei der optischen Untersuchung große, insbesondere die Standsicherheit der Rohre gefährdende Schäden (Scherben, Rohrbruch) oder Wurzeleinwuchs vor, so ist der



Einsatz des Flutungsverfahrens auszuschließen oder diese Schäden sind vor der Sanierung auf anderem Wege zu beheben.

Nach den Zulassungsbescheiden der einzelnen Sanierungsverfahren sollte mit dem Flutungsverfahren nur saniert werden, wenn die Wasserverlustmenge 70 % des Volumens des abzudichtenden Leitungsabschnittes innerhalb von 15 Minuten nicht überschreitet.

In der Praxis treten bei Wasserdruckprüfungen jedoch häufig größere Verlustmengen auf. Bei der praktischen Erprobung hat sich herausgestellt, daß auch bei diesen großen Wasserverlustmengen die Sanierung erfolgreich durchgeführt werden kann. Mit steigenden Wasserverlustmengen erhöhen sich jedoch der Injektionsmittelverbrauch und damit die Sanierungskosten.

Dies ist besonders bei Rohrquerschnitten ( $> \text{DN } 200$ ) der öffentlichen Kanäle der Fall, da hier entsprechend große Volumen vorliegen und das Flutungsverfahren dann unwirtschaftlich wird.

Bei Rohrleitungen mit geringerem Durchmesser (Grundleitungen) ist der absolute Injektionsmittelverbrauch jedoch deutlich niedriger und die entstehenden Kosten sind wirtschaftlich vertretbar. Zudem existieren für weit verzweigte Grundstücksentwässerungen kaum alternative Sanierungsverfahren.

Aus diesem Grund muß bei der Feststellung der Eignung zwischen Grundstücksentwässerungen und öffentlichem Kanal unterschieden werden:

- Bei weit verzweigten Netzen mit kleinen Durchmessern ( $< \text{DN } 300$ ) kann das Flutungsverfahren auch bei Wasserverlustmengen größer 70% des Leitungsvolumens wirtschaftlich eingesetzt werden.
- Bei Rohrleitungen mit großen Querschnitten (öffentliche Kanäle  $> \text{DN } 300$ ) sollte die Anwendung des Flutungsverfahrens auf die Fälle beschränkt werden, bei denen die Wasserverlustmenge 70 % nicht überschreitet

### **5.3 Planung und Vorbereitung**

Auf Grundlage der in Kapitel 5.1 beschriebenen Voruntersuchungen werden dann die Sanierungsabschnitte geplant und die Sanierung vorbereitet.

#### **5.3.1 Planung**

In der Planung muß zwischen abschnittsweiser und integraler Sanierung (vgl. Kap. 4.3) von Kanälen und Grundstücksentwässerungen unterschieden werden.

Die abschnittsweise Sanierung ist zeitlich aufwendiger; die Leistungen betragen hier nur 25 % bis 40 % der Leistungen, die bei der gleichzeitigen Sanierung von Kanal und Grundstücksentwässerungen (bis zu 5 Häuser in einem Arbeitsgang) erzielt werden.

Die integrale Sanierung großer Entwässerungsnetze ist, wie in Kapitel 4.3.3 beschrieben, für die Eigentümer wirtschaftlicher, da die Fixkosten für Baustelleneinrichtung, Geräte und Lohn auf eine große Leitungslänge und mehrere Eigentümer verteilt werden.

Die sanierbare Leitungsnetzgröße wird durch die im Tankwagen bevorratete Injektionsmittelmenge von max. ca. 7-8 m<sup>3</sup> je Komponente begrenzt.

### 5.3.2 Vorbereitung

Vor Beginn der Sanierung muß eine Begehung der Örtlichkeit vorgenommen werden, bei der defekte und nicht druckdicht schließende Revisions- und Reinigungsöffnungen lokalisiert und gegebenenfalls ersetzt werden.

Für den Fall, daß Bodenabläufe ausgetauscht werden müssen, empfiehlt es sich, diese mit einer Rückschlagklappe auszustatten. Bei der Sanierung kann dann ein ausreichender Wasserdruck aufgebaut werden.

## 5.4 Ausschreibung und Vergabe der Leistung

### 5.4.1 Ausschreibung

Die Ausschreibungsunterlagen umfassen folgende Bestandteile:

- (1) Allgemeine Vorbemerkungen mit den Vertragsbedingungen
- (2) Leistungsverzeichnis
- (3) Bestandsplan mit öffentlichen Kanälen
- (4) Grundleitungsplan
- (5) Ergebnisse der Voruntersuchungen

#### (1) Allgemeine Vorbemerkungen mit den Vertragsbedingungen

In den allgemeinen Vorbemerkungen ist als Vertragsgrundlage die VOB zu vereinbaren und auf die geltenden Unfallverhütungsvorschriften zu verweisen. Der Ausführungstermin sollte so verbindlich wie möglich angegeben werden.

Für das Flutungsverfahren spezifische Bedingungen und örtliche Besonderheiten sind besonders aufzuführen. Einen Formulierungsvorschlag für die Vorbemerkungen enthält Anhang B.



### **(2) Leistungsverzeichnis (LV)**

Ein Muster-LV ist in Anhang B enthalten.

### **(3) Bestandsplan**

Ein Bestandsplan mit allen öffentlichen Kanälen und den angeschlossenen Entwässerungsobjekten (Häuser, Parkplätze, etc.) gehört zu den Unterlagen.

### **(4) Grundleitungsplan**

Der Grundleitungsplan muß alle Leitungen der Grundstücksentwässerung mit Angaben zu Leitungsdurchmessern, -längen und -verlauf, Rohrwerkstoffen und Revisionsöffnungen enthalten.

Ein solcher Leitungsplan ist beispielhaft in Anhang C, Abbildung C.2 dargestellt.

### **(5) Ergebnisse der Voruntersuchungen**

Die Ergebnisse der Wasserdruckprüfungen und der optischen Inspektionen (ggf. Inspektionsvideos) sind den Ausschreibungsunterlagen beizufügen, um den anbietenden Unternehmen eine möglichst genaue Zustandsbeschreibung als Grundlage für die Kalkulation zu geben. Besonders wichtig sind diese Unterlagen für die Einschätzung des Injektionsmittelverbrauchs.

## **5.4.2 Vergabe der Leistung**

Die Leistungen können nach Einheitspreisen, teilpauschal oder pauschal vergeben werden. Zu empfehlen ist die pauschale Vergabe der gesamten Leistung. Voraussetzung dafür ist allerdings ein wirksamer Wettbewerb.

Die ausführenden Unternehmen stimmen einer Pauschalierung bis auf den Injektionsmittelverbrauch in der Regel zu. Zum einen hängt eine Pauschalierung des Injektionsmittelverbrauchs von der Qualität der Voruntersuchung ab, zum anderen von der Risikobereitschaft der Unternehmen, da die Voruntersuchungsergebnisse nur eine Abschätzung des Injektionsmittelverbrauchs zulassen und sowohl höhere als auch geringere Verbräuche eintreten können. Für die ausführenden Unternehmen besteht in der Abschätzung dieses Verbrauchs das größte Risiko, während die Arbeitszeit und der Geräteaufwand für eine solche Sanierungsmaßnahme relativ gut abgeschätzt werden können.

Eine Abrechnung der Injektionsmittel über den tatsächlichen Verbrauch setzt voraus, daß der Injektionsmittelverbrauch genau gemessen wird und verfahrensbedingte Verlustmengen weitgehend vermieden werden. Näheres dazu ist in den Kapiteln 5.5.3 und 5.5.4 beschrieben.

## 5.5 Ausführung

### 5.5.1 Baustelleneinrichtung

Für eine reibungslose Durchführung werden zwei Saugfahrzeuge oder ein Saugfahrzeug mit Anhänger benötigt. Die Fahrzeuge müssen in unmittelbarer Nähe zur Einbringöffnung für die Injektionsmittel aufgestellt werden. Des Weiteren wird Baustelleneinrichtungsfläche für die Zwischenlagerung der Injektionsflüssigkeiten benötigt, die beispielsweise in Kunststoffbehältern von 1m<sup>3</sup> Größe gelagert werden können.



Abbildung 5.3: Saugfahrzeuge mit Injektionsflüssigkeiten





Abbildung 5.4: Vorratsbehälter

Gegebenenfalls muß eine Nutzungserlaubnis für öffentliche Flächen beantragt werden, um Fahrzeuge und Behälter im öffentlichen Straßenraum plazieren zu können. Bei der Ausschreibung muß darauf geachtet werden, dies in den Leistungsumfang des Sanierungsunternehmens aufzunehmen.

Die Zugänglichkeit zu allen Revisionsöffnungen und Bodenabläufen ist sicherzustellen, um während der Sanierung ein unkontrolliertes Austreten der Injektionsflüssigkeit verhindern zu können. Bodenabläufe, die nicht druckfest verschlossen werden, müssen kontrolliert werden, da dort der höchste Füllpegel erreicht wird.



Abbildung 5.5: Bodenablauf



Abbildung 5.6: Revisionsöffnung der Grundleitung

Wichtig ist das regelmäßige Spülen der Leitungen nach jedem Injektionsvorgang, um ein Verstopfen zu verhindern. Aus Zeitgründen wird dies häufig von den ausführenden Unternehmen unterlassen.

Drainageleitungen sind vor der Sanierung abzusperren, da sie sonst mit abgedichtet werden.

### 5.5.2 Injektionsmittelverbrauch

Bei den drei durchgeführten Sanierungen im Rahmen des Pilotprojektes differierten die Randbedingungen stark. Einige Teile wurden integral, andere abschnittsweise saniert. Die Arbeiten fanden zudem in unterschiedlichen Jahreszeiten statt und die Anzahl der Abschnitte wich stark voneinander ab. Deshalb können für den Injektionsmittelverbrauch nur Anhaltswerte gegeben werden.

	<b>Rathosan</b>	<b>Sanipor</b>	<b>Tubogel</b>
Art der Sanierung	Abschnittsweise	Integral	Abschnittsweise
Anzahl der Sanierungsabschnitte	31 GE, 2 Kanäle	32 GE, 10 Kanäle	4 GE
Ausführungszeitraum	Winter 17.10.2000 bis 8.1.2001	Sommer 31.7. bis 14.8.2001	Winter 4.12. bis 7.12.2001

Tabelle 5.5: Sanierungsvoraussetzungen

Bei der getrennten Sanierung von Hausanschluß- und Grundleitungen im Pilotprojekt war ein Zusammenhang zwischen der gemessenen Wasserverlustmenge vor der Sanierung und dem Injektionsmittelverbrauch erkennbar.

Für das Verfahren Rathosan, mit dem die meisten abschnittswisen Sanierungen durchgeführt wurden, ist diese Abhängigkeit in Abbildung 5.7 dargestellt.

Bei dem Verfahren Tubogel war die Menge der sanierten Grundstücksentwässerungen für eine solche Auswertung zu gering.

Mit dem Verfahren Sanipor wurde integral saniert, so daß eine Auswertung bezogen auf einzelne Abschnitte nicht möglich ist.



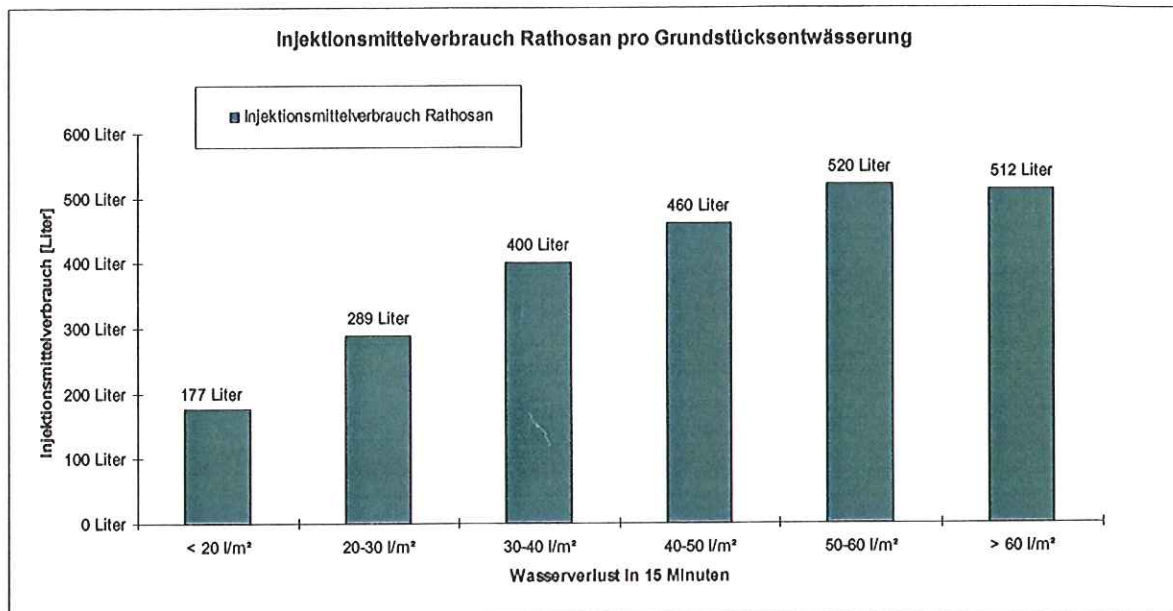


Abbildung 5.7: Injektionsmittelverbrauch Rathosan absolut

In der nachfolgenden Auswertung ist der Injektionsmittelverbrauch auf die vor der Sanierung gemessene Wasserverlustmenge bezogen.

	Anzahl der Stichproben	Materialverbrauch pro Liter Wasserverlust
Rathosan	29	0,5 bis 1,7 Liter
Sanipor	2	Ca. 1,2 Liter
Tubogel	4	Ca. 0,8 Liter

Tabelle 5.6: Injektionsmittelverbrauch bezogen auf Wasserverlust

Der Materialverbrauch kann mit Hilfe dieser Werte abgeschätzt werden. Dabei verteilt sich die gesamte Injektionsmittelmenge zu etwa 60 % auf die erste und etwa 40% auf die zweite Komponente.

Bei der geringen Menge an Stichproben, geben diese Werte jedoch nur einen groben Anhalt. Derzeit werden am Institut für Baumaschinen und Baubetrieb der RWTH Aachen weitere Untersuchungen zur genaueren Bestimmung des Injektionsmittelverbrauchs im Rahmen eines Ergänzungsvorhabens zu dem hier beschriebenen Forschungsvorhaben durchgeführt.

### 5.5.3 Messung Injektionsmittelverbrauch

Wenn der Injektionsmittelverbrauch nicht pauschaliert sondern nach Einheitspreis abgerechnet wird, ist eine möglichst genaue und nachvollziehbare Messung des Verbrauchs erforderlich.

Meßtechnisch ist der Verbrauch definiert als die Differenz zwischen der jeweiligen Befüllmenge und der Menge, die jeweils wieder abgesaugt wird. Zur Messung des Verbrauchs werden verschiedene Verfahren eingesetzt, die sich in Aufwand und Messgenauigkeit unterscheiden.

Problematisch bei allen Meßverfahren ist der verfahrenstechnisch oftmals unvermeidbare Eintrag von Wasser, das beim Absaugen mit in das Tankfahrzeug gelangt und die Injektionsflüssigkeit verdünnt. Um eine zu große Verdünnung durch zufließende Ab- und Regenwässer während der Sanierungszyklen zu verhindern, müssen der Frischwasserzulauf für die Dauer der Sanierung gesperrt und ggf. Regenrohre ausgehängt werden.

#### (1) Füllstandsanzeige am Tank

Mit einer mechanischen Füllstandsanzeige an den Tankfahrzeugen kann der Verbrauch eher abgeschätzt als gemessen werden. Die Anzeigen sind in 1000-Liter-Schritten skaliert und damit für eine exakte Messung zu grob. Bei einer Schrägstellung des Fahrzeuges, zum Beispiel am Hang oder durch das einseitige Befahren eines erhöhten Gehweges, kann die Messung zudem verfälscht werden.



Abbildung 5.8: Füllstandsanzeige

#### (2) Wiegeeinrichtung auf dem Tankfahrzeug

Diese Form der Messung nutzt die Kenntnis der Dichte der verwendeten Flüssigkeiten. Vor und nach jedem Füllvorgang wird das Gewicht des Tanks gemessen und aus der Differenz über die Dichte das Volumen ermittelt. Der Tank liegt auf vier Sensoren, die ihre Informationen an eine elektronische Wiegeeinrichtung im Inneren der Fahrerkabine senden. Durch die Lagerung auf vier Punkten werden Einflüsse aus einer Neigungsänderung ausgeschlossen. Dieses Verfahren erlaubt sehr genaue Messungen, allerdings ist darauf zu achten, daß der Meßvorgang erst nach Beruhigung der Flüssigkeit im Tank vorgenommen wird und die Werte nicht durch auf dem Tank angesammeltes Regenwasser verfälscht werden.



### (3) Wiegen des gesamten Fahrzeuges

Bei dieser Art der Messung wird vor Durchführung der Sanierung der gesamte LKW mit vollem Tank und nach der Sanierung mit der verbliebenen Menge gemessen. Vergleichbar mit der Wiegeeinrichtung auf dem Tankwagen wird über die Gewichtsänderung mit Hilfe der bekannten Dichte das verbrauchte Volumen ermittelt. Hierzu muß das Tankfahrzeug zur nächst gelegenen Wiegeeinrichtung gefahren werden, was unter Umständen einen erheblichen Zeitaufwand erfordert. Aus diesem Grund wird die Messung meist nur einmal täglich durchgeführt, so daß eine Aufteilung des Injektionsmittelverbrauchs auf unterschiedliche Sanierungsabschnitte und -zyklen nicht möglich ist. Das Ergebnis der Messung kann zudem durch Regenwasser oder Gegenstände auf dem Fahrzeug und durch den Kraftstoffverbrauch verfälscht werden. Insgesamt ist wegen der Ungenauigkeit und des großen Aufwandes von dieser Meßmethode abzuraten.

#### 5.5.4 Verfahrenstechnische Verluste

Bei allen Sanierungen, bei denen das Grundleitungsnetz und der Hausanschlußkanal über den Revisionschacht befüllt werden, können die Sanierungsflüssigkeiten aus dem Hausanschlußkanal nicht vollständig abgesaugt werden. Die häufig verwendeten Schläuche mit einer Nennweite von 80 mm sind mit Stahlgewebe armiert und deshalb relativ unflexibel. Es ist meist nicht möglich, sie durch den 90°-Bogen im Revisionschacht in den Hausanschlußkanal zu schieben, um die Injektionsflüssigkeit daraus abzusaugen (siehe Abbildung 5.9). Dies verursacht bei jedem Füllvorgang einen erheblichen Injektionsmittelverlust, der mit der Länge der Leitung zunimmt.

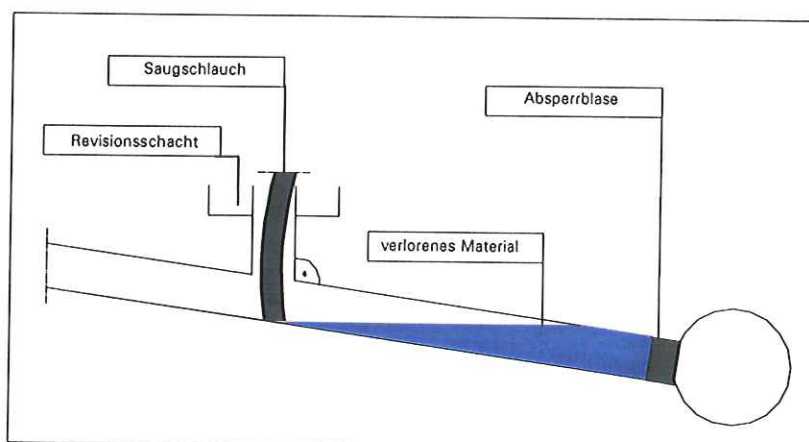


Abbildung 5.9: Injektionsmittelverlust im Hausanschlußkanal

Diese verfahrenstechnischen Injektionsmittelverluste müssen möglichst verhindert werden, da sie unnötige Kosten verursachen. Durch geeignete Wahl der Sanierungsabschnitte bzw. eine geeignete Ausrüstung können diese verfahrenstechnischen Injektionsmittelverluste weitgehend vermieden werden. Wenn nicht vermieden, sollten diese Verluste dem ausführenden Unternehmen jedenfalls nicht vergütet werden.

## 5.6 Abnahme, Abrechnung und Gewährleistung

### 5.6.1 Abnahme

Wie in der Zulassung gefordert, muß frühestens sieben Tage nach der Sanierung in jedem Sanierungsabschnitt eine Wasserdruckprüfung vorgenommen werden.

Die Druckprüfungen sollten gemäß DIN 1986-30 durchgeführt und dokumentiert werden (vgl. Kapitel 5.1.2). Für die Dokumentation der Druckprüfungen sollte ein einheitliches Formular, wie beispielhaft in Abbildung 5.9 dargestellt, verwendet werden.

Protokoll Dichtheitsprüfung, Grüner Hof - Köln		
Haus:	Prüfer:	
Datum:		
<u>Hausanschlußkanal:</u>	Fülldauer [Min]	
	Füllvolumen [l]	
	befüllt vom Revisionsschacht	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
	<b>Wasserverlust in Litern nach</b>	
	5 Min	
	10 Min	
	15 Min	
<u>Grundleitungsnetz:</u>	Fülldauer [Min]	
	Füllvolumen [l]	
	befüllt vom Revisionsschacht	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
	<b>Wasserverlust in Litern nach</b>	
	5 Min	
	10 Min	
	15 Min	

Abbildung 5.10: Beispielformular für Wasserdruckprüfung



### 5.6.2 Abrechnung

Die Gesamtkosten der Sanierung setzen sich aus den Kosten für die Voruntersuchungen und die anschließende Sanierung zusammen.

#### (1) Kosten für Voruntersuchungen

Die Voruntersuchungen beinhalten die Leistungen für

- Baustelleneinrichtung
- Hochdruckreinigung
- TV-Inspektion
- ggf. Grundleitungsskizze
- Wasserdruckprüfung, getrennt nach Anschlußkanal und Grundstücksentwässerung

Die Kosten für die Voruntersuchung mit allen aufgeführten Leistungen sind bei üblichen Grundstücksentwässerungen mit ca. 600 bis 1300 Euro anzusetzen. Je nach Anbieter variieren die Preise stark. In Abbildung 5.11 sind Durchschnittspreise für die verschiedenen Leistungen angegeben.

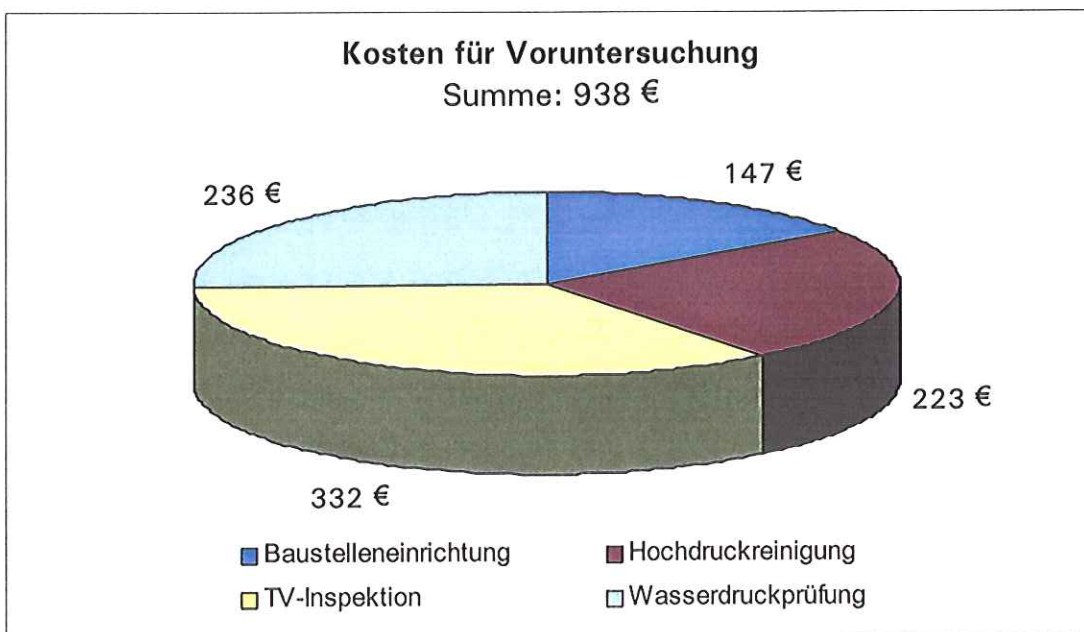


Abbildung 5.11: Kosten für Voruntersuchung

Gegebenenfalls muß zusätzlich eine mechanische Reinigung durchgeführt werden, deren Kosten bei etwa 550 Euro liegen.

### (2) Kosten für die Sanierung

Die Kosten der Sanierung setzen sich aus den folgenden Positionen zusammen (vgl. Leistungsverzeichnis Anhang B):

- Baustelleneinrichtung (Position 1 des Leistungsverzeichnisses)
  - Technische Geräteausstattung
  - Baustellensicherung
  
- Durchführung der Sanierung (Position 2 des Leistungsverzeichnisses)
  - Lohnkosten
  - Kosten Gerätebetrieb
  
- Injektionsmittel (Position 3 des Leistungsverzeichnisses)
  - Komponente 1
  - Komponente 2
  
- Wasserdruckprüfungen (Position 4 des Leistungsverzeichnisses)

Der Leistungsumfang für die Baustelleneinrichtung (Pos 1), die Sanierung (Pos 2) und die abschließende Wasserdruckprüfung (Pos 4) kann von den anbietenden Unternehmen auf Grundlage der Ausschreibungsunterlagen genau ermittelt werden. Die Kosten für diese Positionen werden im folgenden als Fixkosten bezeichnet; sie sind unabhängig vom Injektionsmittelverbrauch.

Die Abrechnungsmenge für Position 3 ist schwieriger zu erfassen, da der erforderliche Injektionsmittelverbrauch vor Ausführung nicht exakt bestimmt werden kann. Mit den Ergebnissen der Wasserdruckprüfung und optischen Inspektion kann der Zustand des Leitungsnetzes zwar recht gut beurteilt werden, die genaue Menge an Injektionsflüssigkeit, die in den Boden eindringt, kann dennoch nur geschätzt werden. Bei dem tatsächlich auftretenden Verbrauch sind größere Abweichungen nach oben und unten möglich.

In Position 3 des Leistungsverzeichnisses (Anhang B) sind zwei Möglichkeiten zur Abrechnung des Injektionsmittels aufgeführt. Alternative A schlägt eine pauschalierte Abrechnung, Alternative B eine Abrechnung nach tatsächlichem Verbrauch vor. Bei der Abrechnung nach tatsächlichem Verbrauch wird zudem in einen Preis für eine vom Anbieter geschätzte (Positionen 3.1.1 und 3.2.1) und eine darüber hinausgehende Menge (Eventualpositionen 3.1.x und 3.2.x) unterschieden. Der vor Ausführung festgelegte Preis für eventuellen Mehrverbrauch gestattet dem Auftraggeber eine bessere Einschätzung der Kosten.



Die Kosten für den Injektionsmittelverbrauch werden im weiteren als variable Kosten bezeichnet.

Die Auswahl der Sanierungsabschnitte hat einen großen Einfluß auf die Sanierungskosten. Die Fixkosten, die unabhängig von der Abschnittsgröße anfallen, können auf mehrere Eigentümer umgelegt werden. Eine integrale Sanierung von öffentlichen und privaten Leitungssystemen sollte daher angestrebt werden.

Bei einer solchen Vorgehensweise muß allerdings die Kostenaufteilung vor Sanierungsbeginn vereinbart werden. Sinnvoll ist es, den Fixkostenanteil nach der Anzahl der Sanierungsobjekte (öffentlicher Kanal, Grundleitungsnetze) und die variablen Kosten nach den Ergebnissen der Wasserdruckprüfungen aufzuteilen.

Eine Zusammenstellung von Sanierungskosten finden Sie beispielhaft bei der Auswertung des Pilotprojektes in Kapitel 5.2.

### **5.6.3 Gewährleistung**

Beim Flutungsverfahren handelt es sich nach den bisherigen Zulassungsbescheiden um ein temporäres Sanierungsverfahren mit einer Dauerhaftigkeit von fünf Jahren. Allgemein werden daher auch fünf Jahre Gewährleistung gegeben.

Die meisten Zulassungen für das Verfahren sind nach 1998 erteilt worden, so daß die nachhaltige Dichtungsfähigkeit über fünf Jahre hinaus bisher nicht nachgewiesen werden konnte. Dies ist der Grund für die Einschränkung in den Zulassungsbescheiden.

Das von Sanipor angebotene Flutungsverfahren bildet hier eine Ausnahme. Die erste Zulassung wurde bereits 1994 erteilt. Nachdem die Firma Sanipor nachweisen konnte, daß auch nach fünf Jahren die sanierten Leitungssysteme noch dicht sind, wurde zum 1.2.1999 die Zulassung geändert. Das Verfahren gilt nun nicht mehr nur als temporäre Sanierungsmaßnahme. Damit können auch längere Gewährleistungsfristen vereinbart werden.

Es ist anzunehmen, daß auch die anderen Anbieter diesen Nachweis in nächster Zukunft erbringen werden.

## 6 Ergebnisse des Pilotprojektes

Der hier vorliegende Leitfaden und die in Kapitel 5 enthaltene Arbeitshilfe sind das Ergebnis eines vom Lehrstuhl und Institut für Baumaschinen und Baubetrieb der RWTH Aachen begleiteten Pilotprojektes in Köln. Dieses Kapitel berichtet über die Erkenntnisse und Ergebnisse, die während der Arbeiten an diesem Projekt gewonnen wurden.

Bei dem für die Pilotanwendung ausgewählten Sanierungsobjekt im Norden von Köln handelt es sich um die Wohnanlage einer öffentlich-rechtlichen Wohnungsbaugesellschaft mit 67 Mehrfamilienhäusern, die jeweils aus 6-8 Wohneinheiten bestehen.

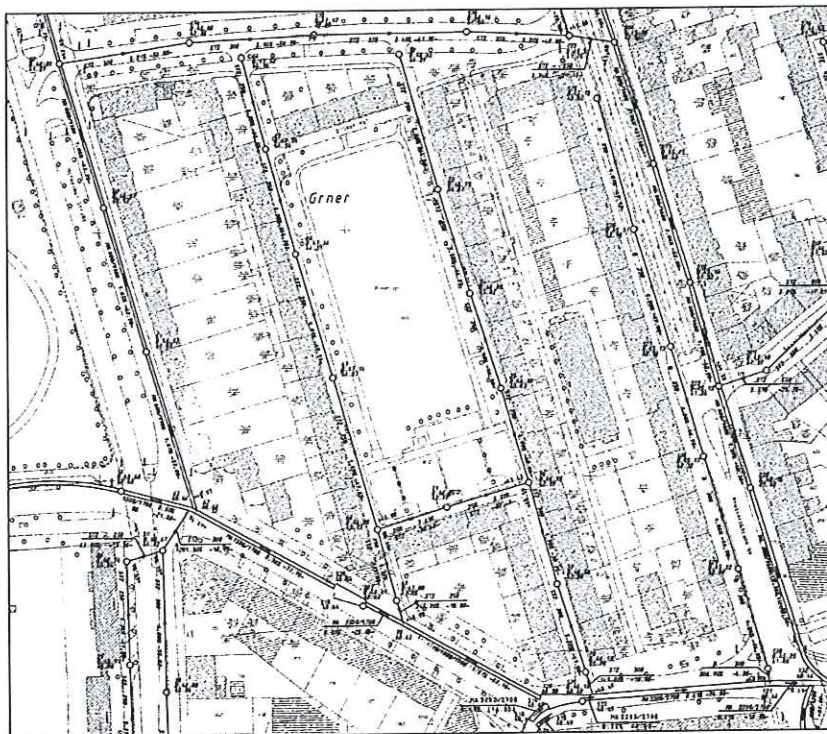


Abbildung 6.1: Lageplan des Sanierungsobjektes in Köln

Die einzelnen Mehrfamilienhäuser entwässern über Falleitungen in ein unter der Bodenplatte liegendes Grundleitungsnetz, das im folgenden exemplarisch abgebildet ist.



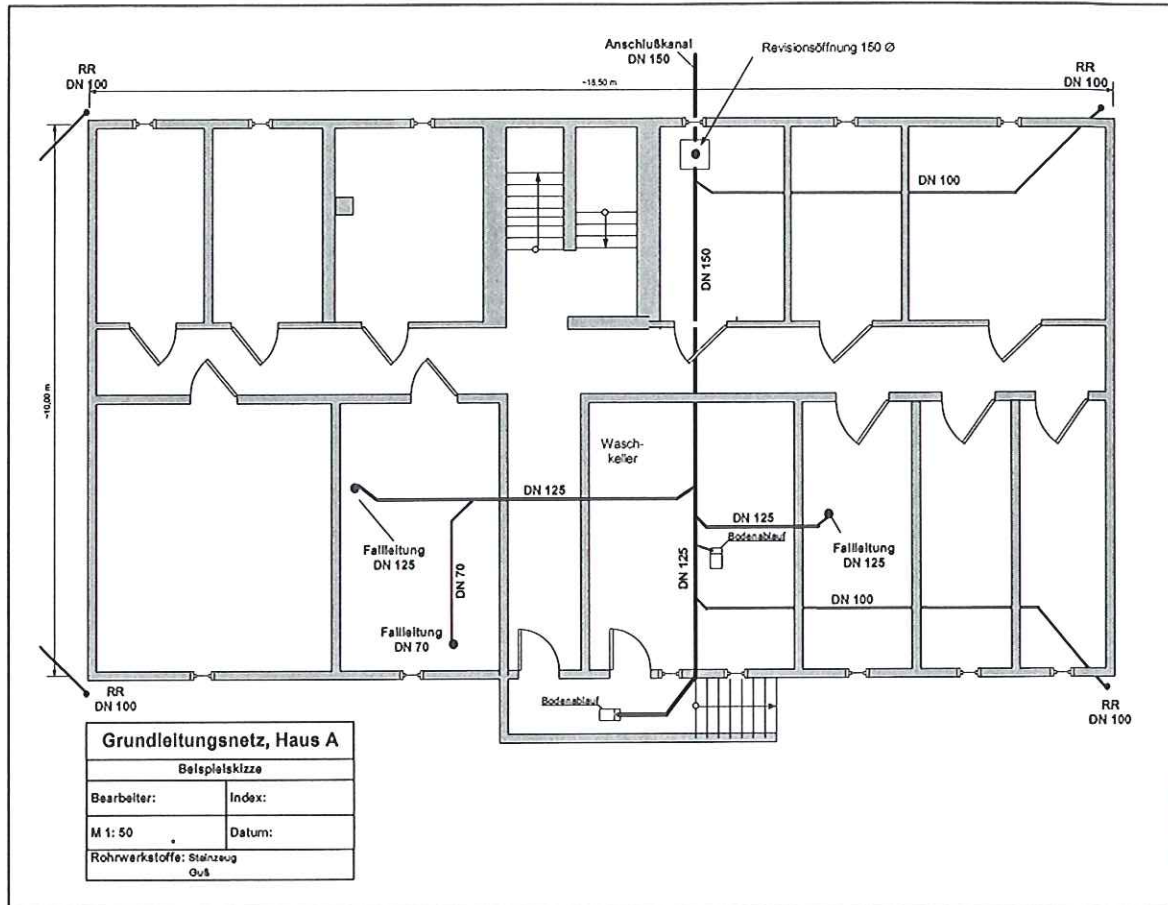


Abbildung 6.2: Beispielskizze für ein Grundleitungsnetz

## 6.1 Zustandserfassung

### 6.1.1 Ergebnisse der vorlaufenden Wasserdruckprüfungen

Die Zulassungsbescheide der drei Flutungsverfahren beschreiben, daß das Verfahren nur dann eingesetzt werden soll, wenn die nach DIN 1986-30 gemessene Wasserverlustmenge weniger als 70 % des Leitungsvolumens beträgt (vgl. Kap. 5.2). Dieser Grenzwert wurde bei den in der Pilotanwendung vorab durchgeführten Wasserdruckprüfungen in 67% der geprüften Grundleitungssysteme übertroffen. Dennoch wurden die Sanierungen mit dem Flutungsverfahren erfolgreich durchgeführt.

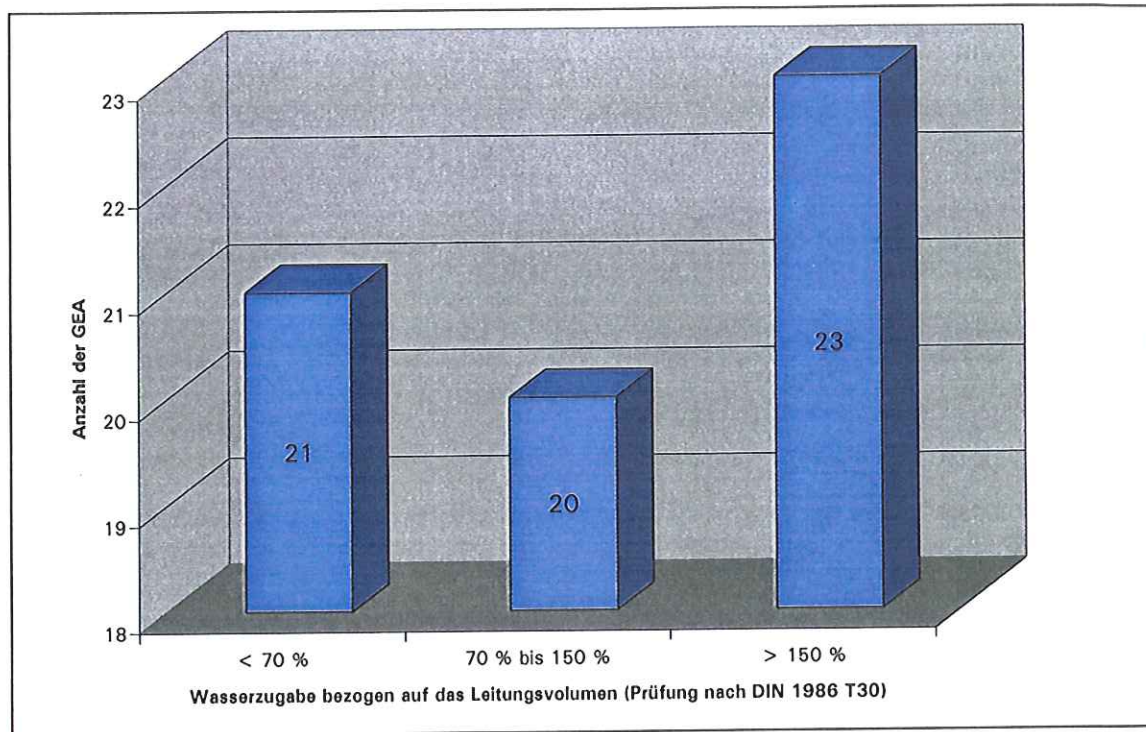


Abbildung 6.3: Ergebnisse der Wasserdruckprüfungen vor der Sanierung, Grundstücksentwässerungsanlagen

Bei hohen Wasserverlustmengen ist zwar mit einem höheren Injektionsmittelverbrauch zu rechnen, bei Rohrleitungen mit geringerem Durchmesser (Grundleitungen) fällt dieser aber weit weniger ins Gewicht als bei solchen mit großen Querschnitten (Kanälen).

Bei letzteren sollte die Anwendung des Flutungsverfahrens auf die Fälle beschränkt werden, bei denen die Wasserverlustmenge 70 % nicht überschreitet. Hierauf wurde in Kapitel 5.2 genauer eingegangen.



### 6.1.2 Ergebnisse der optischen Untersuchung

Die folgende Aufstellung gibt eine Übersicht über Art und Anzahl der vorhandenen Schäden, die bei der optischen Untersuchung der Kanäle und Grundstücksentwässerungen erkannt wurden.

	Abflußhindernis Höhe (H) in % vom Durchmesser			Lageabweichung	Korrosion	Risse	Rohrbruch / Scher- benbildung	Fehlerhafter Stutzen	Sonstige Schäden
	H≤10%	H≤30%	H≥30%						
Private Lei- tungen	67	36	10	101	0	64	11	0	22
Öffentliche Leitungen	1	1	7	13	16	16	2	4	0

Tabelle 6.1: Vorgefundene Schadensbilder bei der optischen Inspektion

Die häufigsten Schäden in den privaten Leitungssystemen der Mehrfamilienhäuser waren neben Abflußhindernissen, die vorab beseitigt wurden, Muffenversätze und Rohrabsakungen. Risse mit eher geringen Rißbreiten, die die Standsicherheit der Rohre nicht gefährdeten, waren ebenfalls zahlreich. Wurzeleinwüchse, die vor der Sanierung entfernt werden mußten, gab es nur an zwei Stellen. Die Scherbenbildungen in den Grundleitungen waren so gering, daß keine Gefahr des Rohreinsturzes bestand und das Flutungsverfahren auch ohne vorlaufende Maßnahmen erfolgreich eingesetzt werden konnte. Rohrbrüche waren in den privaten Leitungen nicht vorhanden.

Die Anzahl der Schäden an den öffentlichen Kanälen waren nach Sichtung der Videoprotokolle insgesamt geringer als an den privaten Leitungen. Die beiden öffentlichen Kanäle mit Rohrbrüchen wurden von der Sanierung ausgeschlossen.

### 6.2 Ausschreibung und Vergabe

Insgesamt wurden drei Firmen in die Pilotanwendung einbezogen. Den ersten Auftrag erhielt die Firma Radmer mit dem Produkt Rathosan. Während bei diesem Auftrag die Arbeits- und Geräteleistungen nach Aufwand abgerechnet wurden, wurde bei den folgenden beiden Aufträgen der Firmen Sanipor (Produkt: Sanipor) und Fink (Produkt: Tubogel), diese Leistung für je einen Sanierungsabschnitt pauschaliert. Mit Hilfe dieser Pauschalierung konnten die Kosten deutlich besser kontrolliert und gesteuert werden.

Der Injektionsmittelverbrauch wurde in allen drei Fällen nach dem tatsächlichen Verbrauch und Einheitspreisen abgerechnet.

Die Ausschreibungsunterlagen sind in Kapitel 5.4.1 aufgeführt; das zugehörige Leistungsverzeichnis ist in Anhang B enthalten.

Die drei genannten Firmen haben nach Einreichen ihrer Angebote den Auftrag für unterschiedlich umfangreiche Sanierungsarbeiten erhalten. Der jeweilige Umfang der Beauftragung kann der Tabelle 6.3 entnommen werden.

### 6.3 Sanierung

Alle Leitungen und Kanäle, bei denen das Flutungsverfahren eingesetzt wurde, konnten erfolgreich abgedichtet werden. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Sanierungszyklen, Injektionsmittelverbräuche und die Sanierungsleistung der drei eingesetzten Verfahrensvarianten. Die aufgeführten Injektionsmittelverbräuche entsprechen den tatsächlich abgerechneten Mengen. Verfahrenstechnische Injektionsmittelverluste, wie in Kapitel 5.5.4 beschrieben, wurden nicht als Verbrauch gewertet und auch nicht vergütet.

		Sanierung der GEA abschnittsweise				Integrale Sanierung von GEA und Kanälen	
		Rathosan		Tubogel		Sanipor	
		Komp 1	Komp 2	Komp 1	Komp 2	Komp 1	Komp 2
Länge des Leitungsnetzes - öffentlicher Kanal	m					428,0	
Länge des Leitungsnetzes - privates Leitungsnetz	m	1218,8		208,5		1070,5	
Benetzte Rohrwandung (A)	m <sup>2</sup>	461,44		78,6		794,7	
Sanierungsdauer	AT	34		4		11	
Verbrauch (V)	Liter	15404	7004	353	276	17690	8040
Verhältnis V/A	Liter/m <sup>2</sup>	33,382	15,179	4,491	3,511	22,260	10,117
Sanierungsleistung	m/AT	35,8		52,1		136,2	
Durchschnittliche Anzahl der Sanierungszyklen		3,8		1,0		1,6	

Tabelle 6.2: Sanierte Leitungslängen, Injektionsmittelverbräuche, Zyklenzahl und Sanierungsleistungen

Die Kennzahlen in Tabelle 6.2 stammen aus dem Pilotprojekt und berücksichtigen Daten aus der Sanierung von 12 Kanälen und 67 Grundstücksentwässerungen. Grundsätzlich muß bei der Auswertung zwischen abschnittswieser und integraler Sanierung von Kanälen und Grundstücksentwässerungen differenziert werden.

Die abschnittsweise Sanierung ist zeitlich aufwendiger; die Leistungen betragen hier nur 25 % bis 40 % der Leistungen, die bei der gleichzeitigen Sanierung von Kanal und Grundstücksentwässerungen (bis zu 5 angeschlossene Grundstücke in einem Arbeitsgang) erzielt wurden.

Weiterhin war der unterschiedliche Materialverbrauch bzw. die notwendige Zyklenzahl auffällig. Bei der Bewertung dieser Ergebnisse muß allerdings berücksichtigt werden, daß die Datenbasis eher gering ist und die jeweiligen Randbedingungen, wie in situ nicht zu vermeiden, nicht exakt vergleichbar sind.



### 6.4 Kosten

Die folgende Tabelle und Grafik geben einen Überblick über die im Pilotprojekt entstandenen Sanierungskosten.

		Sanierung der GEA abschnittsweise				Integrale Sanierung von GEA und Kanälen	
		Rathosan		Tubogel		Sanipor	
		GL	Kanal	GL	Kanal	GL	Kanal
Anzahl GL / Kanäle	Stk	31	2	4	0	32	10
Gesamtlänge	m	1218,8	92,0	208,5	0,0	1070,5	428,0
benetzte Rohrwandung (A)	m <sup>2</sup>	461,4		78,6		794,7	
<b>Sanierungskosten</b>							
Fixkosten	DM	122.237 €	8.308 €	13.754 €	-	56.257 €	
Variable Kosten (Sanierungsmaterial)	DM	52.381 €	6.653 €	1.176 €	-	80.552 €	
Gesamtkosten (getrennt nach GL und Kanal)	DM	174.618 €	14.962 €	14.930 €	-	136.809 €	
Gesamtkosten	DM	189.580 €		14.930 €		136.809 €	
Kosten pro Sanierungsabschnitt	DM	5.633 €	7.481 €	3.732 €	-	3.257 €	
Fixkosten pro m <sup>2</sup> benetzter Rohrwandung	DM	283 €		175 €		71 €	
Variable Kosten pro m <sup>2</sup> benetzter Rohrw.	DM	128 €		15 €		101 €	
Gesamtkosten pro m <sup>2</sup> benetzter Rohrwandung	DM	411 €		190 €		172 €	
GL - Grundleitungssystem mit Anschlußkanal		Kanal - Öffentliche Haltung incl. Schacht und Straßeneinläufen					

Tabelle 6.3: Kosten des Flutungsverfahrens

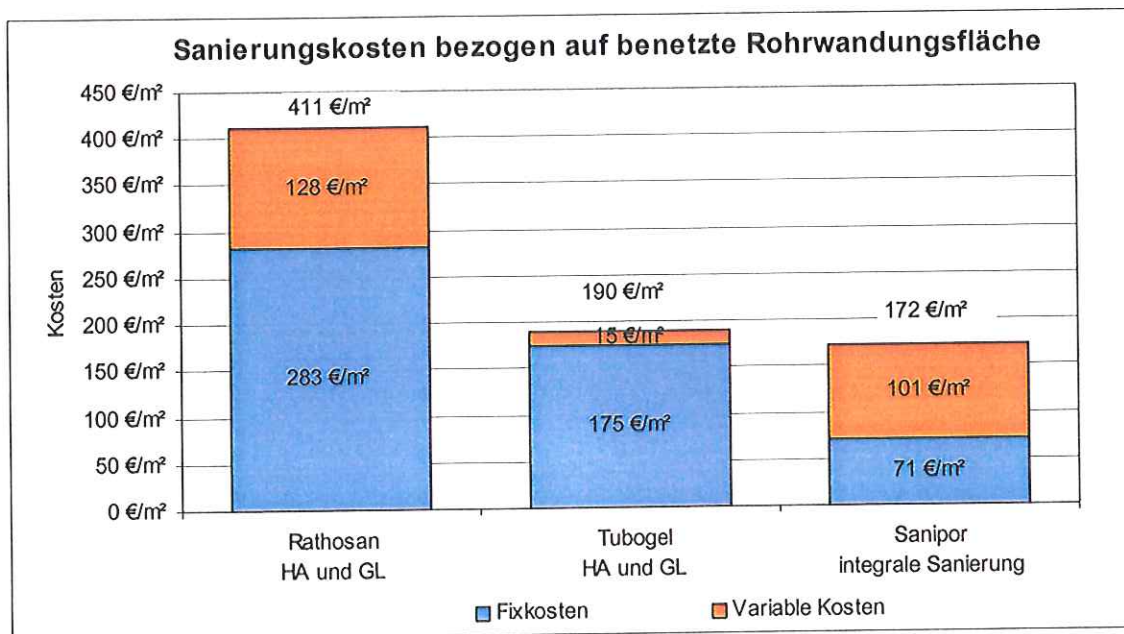


Abbildung 6.4: Sanierung aufgeteilt in fixe und variable Kosten

## 6 Ergebnisse des Pilotprojektes

---

Die Zusammenstellung der Kosten in Abbildung 6.4 zeigt, daß

- die integrale Sanierung besonders in den Fixkosten sehr viel günstiger ist und
- es erhebliche Kostenunterschiede in den variablen Kosten gibt, die sich aus dem geringeren Injektionsmittelverbrauch (vgl. Tabelle 6.2) und dem günstigeren Einheitspreis für das Injektionsmittel (vgl. Tabelle 6.4) ergeben.

		Rathosan		Tubogel		Sanipor	
		Komp 1	Komp 2	Komp 1	Komp 2	Komp 1	Komp 2
EP Injektionsmaterial	€/m <sup>3</sup>	2.249,68 €	2.530,89 €	1.002,13 €	2.980,83 €	1.789,52 €	2.980,83 €

Tabelle 6.4: Einheitspreise für die Injektionsflüssigkeiten im Forschungsvorhaben



## 7 Literaturverzeichnis

- (1) ATV Merkblatt M 143, T2: Inspektion, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen, Teil 2: Optische Inspektion, 1991
- (2) Die Entwicklung der Marktnachfrage nach Abwasserentsorgungsdienstleistungen in Deutschland, Gutachten im Auftrag des BDE, Köln 1997
- (3) Die neue Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen, BauO NW, 1995, 2. Auflage
- (4) Die neue Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen, BauO NRW, 2000, 3. Auflage
- (5) DIN 1986-1: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 1: Technische Bestimmungen für den Bau, 1988
- (6) DIN 1986-30: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 30: Instandhaltung, 1995
- (7) DIN 4045: Abwassertechnik: Grundbegriffe, 1999
- (8) DIN EN 752-1: Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, Teil 1: Allgemeines und Definitionen, 1995
- (9) DIN EN 1610: Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, 1997
- (10) Memorandum „Infrastruktur – Lebensadern in Deutschland“, Die deutsche Bauindustrie, 2000
- (11) Umweltschutz durch Rathosan, Informationsbroschüre der Radmer Umwelttechnik GmbH, München

## Anhang

### Anhang A Eigenschaften und Zulassungskriterien

In Tabelle A.1 sind die Zusammensetzung und Eigenschaften der im Forschungsvorhaben eingesetzten Injektionslösungen dargestellt.

	Rathosan		Tubogel		Sanipor	
	A	B	T1	T2	S1	S2
Bestandteile	Wasserglas	Polymer-Salzlösung	Wasserglas	Schwach-saures Estergemisch in wäßrigem Kieselöl	Wasserglas	Kieselsäure 15-20% Glycerinacetat 30-40% Essigsäure 1% Wasser 39-54%
Erscheinungsform	Farblos	Farblos	Hochviskose, farblose Flüssigkeit	Weißliche, opake Flüssigkeit	Farblose, viskose Flüssigkeit	Weißliche, opake Flüssigkeit
Dichte bei 20°C	1,37-1,40 g/cm <sup>3</sup>	1,10-1,20 g/cm <sup>3</sup>	1,39 ± 0,05 g/cm <sup>3</sup>	1,05 ± 0,05 g/cm <sup>3</sup>	1,35-1,40 g/cm <sup>3</sup>	1,15 g/cm <sup>3</sup>
Geruch	Geruchlos	Geruchlos	Geruchlos	Schwach süß-säuerlich	Ohne	Schwach saurer Eigengeruch
Viskosität bei 20°C	50-100 mPa s	30-70 mPa s	170 ± 70 mPa s	> 40 mPa s	50-100 mPa s	10 mPa s
Wasserlöslichkeit	Vollständig mischbar	Vollständig mischbar	Vollständig mischbar	Vollständig mischbar	Mischbar	Mischbar
PH-Wert bei ca. 20 °C	10,5	5-6	Ca. 12	4,3-5,3	11-12	4,5-5,5
Leitfähigkeit	Keine	0,8-3ms/cm		1,0-5ms/cm	Keine	0,8-3ms/cm
Entflammbarkeit	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Lagerung	12 Monate, 10°C bis 40°C, luft- und lichtgeschützt	12 Monate, 10°C bis 40°C	12 Monate, 5 bis 30°C, geschlossene Behälter	12 Monate, 5 bis 30°C, geschlossene Behälter	12 Monate, > 10°C, luft- und lichtgeschützt	10°C bis 30°C
Gefahrgut	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Schutzmaßnahmen	Handschuhe, Schutzbrille	Handschuhe, Schutzbrille	Handschuhe, Schutzbrille	Handschuhe, Schutzbrille	Handschuhe, Schutzbrille	Handschuhe, Schutzbrille

Tabelle A.1: Eigenschaften der Injektionslösungen gemäß den vom Deutschen Institut für Bau-technik erteilten Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen



Die unterschiedliche Zusammensetzung der Lösungen zeigt sich für den Anwender in der Erscheinungsform und im Geruch. Die unterschiedlichen Bestandteile beeinflussen jedoch auch die Wirksamkeit und Umweltverträglichkeit des Verfahrens.

Den Verfahren Rathosan und Tubogel wurde vom Hygiene-Institut Gelsenkirchen, dem Verfahren Sanipor vom Institut für Bautechnik, Berlin bescheinigt, daß in Bezug auf die Umweltverträglichkeit unter Einschränkungen keine Bedenken bestehen.

Außer in den Injektionslösungen unterscheiden sich die Verfahren leicht in ihrer Verfahrenstechnik und den Einsatzkriterien. Die wesentlichen Merkmale sind in der nachfolgenden Tabelle vergleichend gegenübergestellt.

	Rathosan	Tubogel	Sanipor
<b>Zulassung erteilt</b>	13. Juli 1998	1. September 1998	1. Februar 1994 Änderung vom 1.2.1999
<b>Einwirkzeit</b>	A: ca. 15min B: min. 15min und Absenkmaß <5-10 cm pro min	T1: max. 60min T2: Bis Flüssigkeitsspiegel konstant, dann nochmal auffüllen und nach 45 min abpumpen	S1: 30-40 min S2: bis keine Spiegelsenkung mehr auftritt
<b>Einsatztemperatur</b>	10-40°C	5-30°C	10-30°C
<b>Sanierbare Schadensbilder</b>	Radialrisse mit Breite ≤ 5mm Axialrisse mit Breite ≤ 2mm Kombinationen beider Rißtypen Undichte Muffenspalte mit Breite ≤3cm Keine Wurzeleinwüchse	Radialrisse mit Breite ≤ 5mm Axialrisse mit Breite ≤ 3mm Kombinationen beider Rißtypen Undichte Muffenspalte Keine Wurzeleinwüchse	Radialrisse mit Breite ≤ 5mm Axialrisse mit Breite ≤ 2mm Kombinationen beider Rißtypen Keine Wurzeleinwüchse
<b>Erlaubte Wasserverlustmenge vor Sanierung</b>	70 % des Leitungsvolumens in 15 Minuten	70 % des Leitungsvolumens in 15 Minuten	70 % des Leitungsvolumens in 15 Minuten
<b>Leitungsdurchmesser</b>	DN 100 bis 500	Bis DN 800	DN 100 bis 500
<b>Sanierbare Rohrwerkstoffe</b>	Beton, Steinzeug, Faserzement, Mauerwerk (nur Schächte), Gußeisen	Beton, Steinzeug, Faserzement, Mauerwerk (nur Schächte), Gußeisen Muffenverbindungen aus PVC-U	Beton, Steinzeug, Faserzement, Mauerwerk (nur Schächte), Gußeisen

Tabelle A.2: Verfahrenseigenschaften und Einsatzkriterien gemäß den vom Deutschen Institut für Bautechnik erteilten Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen

Die oben aufgeführten Unterschiede in den Verfahrenseigenschaften und Einsatzkriterien sind so gering, daß sie keine Ausschlußkriterien gegen eines der Verfahren darstellen.

Folgende Unterschiede sollten jedoch unter Umständen beachtet werden:

(1) Einwirkzeiten

Die unterschiedlichen Einwirkzeiten, die in den Zulassungen aufgeführt sind, konnten während der Sanierungen im Rahmen der Praxiserprobungen nicht nachvollzogen werden. Die drei Produkte haben sich in den Einwirkzeiten kaum unterschieden, so daß dies die Ausführungsdauer und damit die Kosten nicht beeinflußt hat.

(2) Außentemperaturen

Das Verfahren Tubogel kann bereits bei Außentemperaturen ab 5°C eingesetzt werden und ist damit gegen Einflüsse aus Witterung unempfindlicher. Die unterschiedlichen Temperaturbereiche der einzelnen Injektionsflüssigkeiten sind durch die verschiedenartige Zusammensetzung der Injektionslösungen bedingt.

(3) Schadensbilder

Die sanierbaren Schadensbilder differieren leicht. Mit den Verfahren Rathosan und Tubogel können gemäß Zulassung auch Muffenspalte (undichte Rohrverbindungen) saniert werden, während dies bei dem Verfahren Sanipor nicht ausdrücklich aufgeführt ist. Im Pilotprojekt wurden aber auch mit dem Verfahren Sanipor undichte Muffenspalte erfolgreich abgedichtet.



## Anhang B Muster – Leistungsverzeichnis

Anmerkung des Verfassers: In **orange** gedruckte Texte müssen projektspezifisch ergänzt werden.

### 0 Vorbemerkungen zum LV

Gegenstand der Leistung ist die Sanierung und Dichtheitsprüfung von Hausanschlußanlagen und Grundstücksentwässerungen in **Ortsangabe**.

Der Bieter hat sich vor Angebotsabgabe eingehend über die örtlichen Verhältnisse zu informieren. Mit der Angebotsabgabe verpflichtet sich der Auftragnehmer, alle Sicherheitsvorschriften genauestens zu beachten. Alle Arbeiten sind in Eigenregie durchzuführen. Es darf nur fachlich geschultes Personal eingesetzt werden. Alle eingesetzten Geräte müssen den allgemeinen UVV und der DIN entsprechen.

Grundlage des Vertrages sind die VOB 2002 sowie die zusätzlichen Vertragsbedingungen (ZVB) für die Ausführung von Bauleistungen.

Die Energiekosten sind in die Einheitspreise einzurechnen.

Für sämtliche Arbeiten ist das benötigte Wasser aus dem öffentlichen Netz zu entnehmen. Der Wasserverbrauch ist ebenfalls in den Einheitspreisen zu berücksichtigen.

Eine Grundleitungsskizze für jede Grundstücksentwässerung liegt der Ausschreibung bei. Abweichungen im Leitungsverlauf sind möglich.

Es sind Tagesberichte zu erstellen und täglich vorzulegen, die den Fortgang der Sanierungsarbeiten, den Injektionsmittelverbrauch sowie besondere Vorkommnisse dokumentieren.

Das Aufstellen von amtlichen Verkehrsschildern zur Sicherung und Aufrechterhaltung des Verkehrs und zum Schutz der Arbeitskräfte an den erforderlichen Stellen ist im Einvernehmen mit den Behörden durchzuführen. Das Aufstellen, Vorhalten, Umsetzen und Abbauen der Sicherheitseinrichtungen sowie eventuell anfallende Gebühren für Genehmigungen sind in die Kosten einzurechnen und werden nicht gesondert vergütet.

Ausführungstermine:

Ausführungsbeginn: **Datum**

Ausführungsdauer: \_\_\_\_\_ (vom Bieter zu ergänzen)





### 2.1.1 Flutungsabschnitt I – Position für integrale Sanierung

(Sanierung gemäß Pos. 2.1)

Flutungsabschnitt bestehend aus:

Abwasserkanal

Länge, Durchmesser

incl. Schacht, Tiefe und Durchmesser

Hausanschlußkanäle

Anzahl, Länge, Durchmesser

Grundleitungen

Anzahl, Länge, Durchmesser

X St. (Typ 1)

DM/St. ....

DM .....

### 2.1.2 Flutungsabschnitt II – Position für Sanierung eines Grundleitungsnetzes

(Sanierung gemäß Pos. 2.1)

Die Injektionslösungen werden über den Revisionsschacht in den jeweiligen Flutungsabschnitt eingefüllt und abgepumpt.

Flutungsabschnitt bestehend aus:

Hausanschlußkanal

Länge, Durchmesser

Grundleitungen

Anzahl, Länge, Durchmesser

X St. (Typ 1)

DM/St. ....

DM .....

### 2.1.3 Flutungsabschnitt III – Position für Sanierung eines Kanales

(Sanierung gemäß Pos. 2.1)

Flutungsabschnitt bestehend aus:

Abwasserkanal

Länge, Durchmesser

incl. Schacht, Tiefe und Durchmesser

X St. (Typ 1)

DM/St. ....

DM .....

Summe Pos. 2.1:

DM .....

## 2.2 Abwasserhaltung (\*\*Bedarfsposition\*\*)

Abwasserhaltung für alle Sanierungsmaßnahmen durch Rückstau, Abwasserüberleitung bzw. Aufnahme über Fäkalienhebeanlage mit Container oder Saugwagen.

1 h	DM/h.....	DM <u>nur EP</u>
<b>Summe Titel 2</b>		DM .....

## 3. Injektionsmittel (zwischen **Alternative A** und **Alternative B** wählen)

### A Bei pauschalitem Ansatz

Vergütung pauschal nach dem vom Bieter geschätzten Verbrauch. Für die Erstellung des Angebotes ist die Verbrauchsmenge zur Abdichtung der Leitungen vom Auftragnehmer abzuschätzen. Grundlage der Schätzung sind die Ergebnisse der Dichtheitsprüfungen (**Anlage X** der Ausschreibung). Von der geschätzten Menge abweichende Verbräuche werden nicht vergütet.

Die Wiederverwendbarkeit der Injektionsflüssigkeiten ist an jedem Arbeitstag durch einen Reaktionstest zu prüfen und zu dokumentieren. Vermeidbare, verfahrenstechnische Injektionsmittelverluste werden nicht vergütet. Das Injektionsmittel ist nach jedem Füllvorgang aus allen Leitungen und Kanälen restlos abzupumpen.

### 3.1 Komponente 1

#### 3.1.1 Injektionsmittelbedarf Komponente 1 für Pos. 2.1.1

Geschätzter Injektionsmittelbedarf (Angabe durch den Bieter) m<sup>3</sup>.....

1 pau	DM/pau.....	DM .....
-------	-------------	----------

**Diese Position muß entsprechend der Anzahl der Sanierungsabschnitte (Anzahl der Positionen unter 2.1) mehrmals eingefügt werden, um bei mehreren Eigentümern eine verursachergerechte Zuordnung der Kosten gewährleisten zu können.**



### 3.2 Komponente 2

#### 3.2.1 Injektionsmittelbedarf Komponente 2 für Pos. 2.1.1

Geschätzter Injektionsmittelbedarf (Angabe durch den Bieter) m<sup>3</sup>.....

1 pau DM/pau..... DM .....

**Diese Position muß entsprechend der Anzahl der Sanierungsabschnitte (Anzahl der Positionen unter 2.1) mehrmals eingefügt werden, um bei mehreren Eigentümern eine verursachergerechte Zuordnung der Kosten gewährleisten zu können.**

**Summe Titel 3** DM .....

### B Bei Abrechnung nach Verbrauchsmengen und Einheitspreisen

Vergütung nach tatsächlichem Verbrauch. Maßgebend ist die bei jedem Zyklus durchgeführte Wägung mit elektronischer Wiegeeinrichtung auf dem Fahrzeug. Für die Erstellung des Angebotes ist die Verbrauchsmenge zur Abdichtung der Leitungen vom Auftragnehmer abzuschätzen. Grundlage der Schätzung sind die Ergebnisse der Dichtheitsprüfungen (**Anlage X** der Ausschreibung).

Die Wiederverwendbarkeit der Injektionsflüssigkeiten ist an jedem Arbeitstag durch einen Reaktionstest zu prüfen und zu dokumentieren.

Vermeidbare verfahrenstechnische Injektionsmittelverluste werden nicht vergütet. Das Injektionsmittel ist nach jedem Füllvorgang aus allen Leitungen und Kanälen restlos abzupumpen.

### 3.1 Komponente 1

#### 3.1.2 Injektionsmittelbedarf Komponente 1 für Pos. 2.1.1

Geschätzter Injektionsmittelbedarf (Angabe durch den Bieter) m<sup>3</sup>.....

.....m<sup>3</sup> DM/m<sup>3</sup>..... DM .....





#### 4. Wasserdruckprüfungen

Frühestens 7 Tage nach Abschluß der Sanierung sind die einzelnen Sanierungsabschnitte auf Dichtheit zu prüfen. Die Prüfungen sind für die einzelnen Leitungssysteme gemäß Pos. 2.1 in Anlehnung an DIN 1986-30 mit Wasser durchzuführen. Der gesamte Sanierungsabschnitt kann in einer Prüfung zusammengefaßt werden. Sollten jedoch die Anforderungen an eine dichte Leitung nach DIN 1986-30 nicht eingehalten werden, so ist die Undichtigkeit zu lokalisieren, indem separate Prüfungen für den öffentlichen Kanal, den Anschlußkanal von der öffentlichen Haltung bis zum Revisionsschacht und das gesamte Grundleitungsnetz hinter dem Revisionsschacht durchgeführt werden.

Die Prüfzeit beträgt 15 Minuten. Die Höhe der Wassersäule soll der Oberkante Kellerfußboden entsprechen. Alle Leitungen sind vom Revisionsschacht aus zu befüllen, um ein Entweichen der Luft zu ermöglichen. Während der Prüfung wird ein Wasserzufluß durch Absperrern des Haupthahns verhindert.

Abweichungen von den Kriterien der DIN 1986-30 müssen dokumentiert und begründet werden. Für jede Prüfung ist ein Protokoll mit den genauen Prüfbedingungen, dem Namen des Prüfers, der Lage des Prüfabschnitts (evtl. Skizze) sowie den Prüfergebnissen (Leckmenge, Ergebnis dicht/undicht) als schriftlicher Bericht zu erstellen. Der zeitliche Verlauf des Wasserverlustes muß dokumentiert werden (siehe Formblatt, Anlage 3).

Die Position umfaßt neben der Durchführung der Dichtheitsprüfung nach DIN 1986-30 sämtliche Nebenarbeiten wie das Setzen bzw. Entfernen von Absperrern und das Vorhalten sämtlicher benötigter Geräte.

X St.

DM/St.....

DM .....

