

## Sachverständigenbüro für Kanalsanierung

Auf der Leh 17  
D-66271 Kleinblittersdorf  
Fon/Fax: +49-700-8799 2290  
Mobil: +49-170-188 40 74  
E-Mail: [kj@kanal-gutachter.de](mailto:kj@kanal-gutachter.de)  
Web: [www.kanal-gutachter.de](http://www.kanal-gutachter.de)

Zweigstelle:  
Cäcilienstraße 58  
D-47839 Krefeld  
+49-700-8799 2290  
+49-170-188 40 74  
[kj@kanal-gutachter.de](mailto:kj@kanal-gutachter.de)  
[www.kanal-software.de](http://www.kanal-software.de)

Dipl.-Ing. Karl Jansen

# Kanalsanierung aus der Sicht eines Gutachters

## 1. Einleitung

Die ursprüngliche Aufgabe der Kanalisation bestand im wesentlichen im schnellen und schadlosen Transport der Abwässer aus den Wohngebieten heraus mit Einleitung in die nächstgelegene Vorfluter, Bäche, Flüsse, und Seen. Nicht einwandfrei funktionierende Kanäle haben in der Vergangenheit Wohngebiete in Form von Seuchen unbewohnbar gemacht. Am Anfang des Ausbaues der Kanalisation im 18. und 19. Jahrhundert stand die Dichtigkeit des Rohrsystems wegen dem teilweise gewünschten Drainageeffekt nicht im Vordergrund.

Durch die zunehmende Besiedelung insbesondere nach dem zweiten Weltkrieg wurde wegen der nachteiligen Einwirkungen undichter Kanalisationen auf die oberirdischen Gewässer und Grundwasser die Forderung nach einem dauerhaft dichten Kanalnetz immer größer. Die massive Verknappung der vorhandenen Ressourcen zur Wasserversorgung hat in der jüngsten Vergangenheit die schadhafte Kanalisation mit ihren schädlichen Auswirkungen mehr in den Vordergrund gerückt.

Eine moderne Instandhaltung des Kanalsystems – sowohl der öffentlichen Abwasserkanäle als auch der Grundstücksentwässerungsanlagen in Form der privaten Hausanschlüsse und der Straßenabläufe – ist von großer Wichtigkeit. Über das Vorhandensein der Kanalisation wird man sich erst bewusst, wenn sie nicht mehr funktioniert und die darüberliegende Infrastruktur durch Überschwemmungen oder Straßeneinbrüche gefährdet wird.

In der Vergangenheit wurden die Bauzustände sporadisch und völlig unsystematisch nach der sogenannten Feuerwehrstrategie erkundet. Die Inaugenscheinnahme erfolgte i.d.R. zur Erforschung der Ursachen eingetretener Rückstauerscheinungen, zur Auffindung von vorhandenen Kanalanschlüssen (Hausanschlüsse bzw. Straßenabläufe) und in letzter Zeit auch für Neubauabnahmen.

Aussagen über das Schadensausmaß und die Ernsthaftigkeit der Schäden, dem erforderlichen Kostenaufwand zur Reparatur, Sanierung und Erneuerung sowie zur Aufrechterhaltung der Funktion und des Betriebes des Kanalnetzes können bisher nur von wenigen Kanalnetzbetreibern gemacht werden.

Mit der bundesweiten Inspektionswelle wird das Schadensausmaß und die Ernsthaftigkeit der festgestellten Schäden zukünftig an den Betrieb und die Instandhaltung erheblich höhere Anforderungen stellen.

Je schneller der Finanzbedarf zur Schadensbehebung ansteigt, desto intensiver werden alle Beteiligten die Ursachen für diese Entwicklung hinterfragen. Für eine langfristige erfolgreiche Schadensbehebung ist die Kenntnis der Schadensursachen und Auswirkungen eine wichtige Voraussetzung zur Vermeidung später wiederauftretender gleichartiger Schadensbilder.

## 2. Zeitlicher Wandel der Beanspruchungen und deren Folgen

Die Beanspruchungen an einem Kanal haben sich in den letzten Jahrzehnten durch zunehmende statische und dynamische Belastungen, die chemische Zusammensetzung des Abwassers, der Abwassertemperatur und der hydraulischen Belastung erheblich verändert.

Im wesentlichen sind die vor 1970 verwendeten Rohrmaterialien, Dichtungs- und Muffensysteme sowie die Art und Weise der Bauausführung den heutigen Anforderungen nicht mehr gewachsen. Die veränderten Beanspruchungen haben zu Abnutzungserscheinungen bis hin zur Zerstörung geführt.

## Sachverständigenbüro für Kanalsanierung

Dipl.-Ing. Karl Jansen

Auf der Leh 17  
D-66271 Kleinblittersdorf  
Fon/Fax: +49-700-8799 2290  
Mobil: +49-170-188 40 74  
E-Mail: kj@kanal-gutachter.de  
Web: www.kanal-gutachter.de

Zweigstelle:  
Cäcilienstraße 58  
D-47839 Krefeld  
+49-700-8799 2290  
+49-170-188 40 74  
kj@kanal-gutachter.de  
www.kanal-software.de

Wie bei jedem Bauwerk, so ist auch bei Kanälen und den zugehörigen Schachtbauwerken selbst bei sorgfältigster Planung und Bauausführung von einer begrenzten Lebensdauer auszugehen. Die Funktionsfähigkeit von Kanalleitungen kann im wesentlichen durch folgende Faktoren eingeschränkt werden:

- massive Zerstörung der Rohrwandung mit der Verlust der Standfähigkeit;
- Scherbenbildung und Ablagerungen im Sohlbereich mit Behinderung des Fließvorganges
- Undichtigkeit der Rohrwandung oder der Rohrverbindung mit Abwasseraustritt
- Oder Wassereintritt.

Viele Schäden treten nicht nur durch Alterung und Verschleiß auf. Bereits bei relativ neuen Kanälen werden nach kurzer Zeit Schäden festgestellt, deren Ursachen auf mangelhafte und unsachgemäße Bauausführung, falsche Werkstoffauswahl und Baukonstruktion sowie Vernachlässigung der betrieblichen Nutzung zurückzuführen sind.

Es gibt Maßnahmen (1) zur Vermeidung von Beeinträchtigungen der Funktionsfähigkeit (Instandhaltung), zur Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustandes (Wartung, Instandsetzung und Sanierung) mit Substanzerhaltung sowie der Herstellung neuer Kanalisationen (Erneuerung) mit Substanzverlust.

In den nachfolgenden Ausführungen werden Maßnahmen zur Substanzerhaltung und Erneuerung aus Sicht eines Gutachters dargelegt.

Von großer Bedeutung ist die Erkenntnis aller Betroffenen, dass Maßnahmen zur

- Kanalunterhaltung
- Instandsetzung und
- Sanierung

mittlerweile den gleichen Stellenwert einer Kanalerneuerung erhalten haben.

Zur Anwendung dieser neuartigen Methoden und Technologien ist eine besondere Fachkunde erforderlich. Die Kenntnisse der Ursachen und Zusammenhänge von Schäden und Schadensabläufen bilden eine wesentliche Grundlage einer langfristigen, erfolgreichen Sanierung.

Nicht jedes Ing.-Büro, das sich mit Abwassertechnik beschäftigt, beherrscht diese Techniken. Es handelt sich hier um ein Spezialgebiet, das eine andere ingenieurmäßige Bearbeitung und Vorgehensweise bedarf, als die bisherige Kanalplanung.

### 3. Klärung der Begriffe

Auszug aus dem ATV-Merkblatt M 143/Teil 1 (1):

Die Definition der nachfolgenden Begriffe erfolgt in Anlehnung an DIN 31051.

Instandhaltung. Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustandes sowie zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes von Kanalisationen oder ihrer Teile, wie Bauteile, Haltungen und Bauwerke. Diese beinhalten Maßnahmen der

- Wartung
- Inspektion
- Schadensbehebung durch
- Instandsetzung bzw. Reparatur,
- Sanierung oder Erneuerung

## Sachverständigenbüro für Kanalsanierung

Dipl.-Ing. Karl Jansen

Auf der Leh 17  
D-66271 Kleinblittersdorf  
Fon/Fax: +49-700-8799 2290  
Mobil: +49-170-188 40 74  
E-Mail: kj@kanal-gutachter.de  
Web: www.kanal-gutachter.de

Zweigstelle:  
Cäcilienstraße 58  
D-47839 Krefeld  
+49-700-8799 2290  
+49-170-188 40 74  
kj@kanal-gutachter.de  
www.kanal-software.de

Wartung: Maßnahmen zur Bewahrung des Sollzustandes

Inspektion: Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes.

Schaden: Im Sinne der Instandhaltung ist ein Schaden der Zustand, der eine im Hinblick auf die Verwendung unzulässige Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit bedingt.

Instandsetzung: Maßnahmen zur Wiederherstellung des Sollzustandes bei örtlich begrenzten Schäden.

Sanierung: Maßnahmen zur Wiederherstellung des Sollzustandes schadhafter Kanalisationen durch deren technische Veränderung unter Erhaltung ihrer Substanz.

Erneuerung: Maßnahmen zur Herstellung neuer Kanalisationen, welche die Funktion der alten außer Betrieb genommenen übernehmen. Die kann an derselben Stelle durch Auswechslung (Substanzzerstörung) oder an anderer Stelle (Substanzaufgabe) durchgeführt werden.

#### 4. Die Bedeutung technischer Regelwerke und DIN-Normen

Anforderungen durch a.a.R.d.T.; S.d.T. und DIN-Normen:

Ein Bauwerk ist so herzustellen, dass es alle zugesicherten Eigenschaften hat und nicht mit Fehlern behaftet ist, die den Wert oder die Tauglichkeit zu dem gewöhnlichen oder nach dem Vertrag vorausgesetzten Gebrauch aufheben oder mindern.

Die allgemeinen anerkannten Regeln der Technik sind bei der Beurteilung der Mangelhaftigkeit von zentraler Bedeutung. Dabei führt die Nichtbeachtung nicht unbedingt zur Mangelhaftigkeit des Werkes, sondern das entscheidende Kriterium zur Beurteilung der Mangelhaftigkeit eines Werkes ist die Gebrauchstauglichkeit und das Vorhandensein der zugesicherten Eigenschaften.

Eine technische Regel wird nach wissenschaftlicher Erkenntnis für theoretisch richtig gehalten, wenn Sie sich in der Praxis bewährt hat.

Technische Regelwerke sind:

- DIN-Normen
- VDI-Richtlinien
- VDE-Bestimmungen
- DVGW-Regelwerke
- ATV-Regelwerke
- RAL-Gütezeichen
- Unfallverhütungsvorschriften etc.

Begrenzte Gültigkeit technischer Regelwerke durch

- möglichen Gegenbeweis,
- technischen Fortschritt,
- falsche Vorschriften und Theorien,
- fehlende oder nicht mehr vorhandene Praxisbewährung

Zu unterscheiden von den „allgemeinen Regeln der Technik“ ist Stand der Technik. Dieser Begriff beinhaltet alle zu einem bestimmten Zeitpunkt auf einem bestimmten Gebiet bekannten Technischen Erkenntnisse. Er wird auch als „technisch Machbare“ bezeichnet. Er unterscheidet sich von den

## Sachverständigenbüro für Kanalsanierung

Dipl.-Ing. Karl Jansen

Auf der Leh 17  
D-66271 Kleinblittersdorf  
Fon/Fax: +49-700-8799 2290  
Mobil: +49-170-188 40 74  
E-Mail: [kj@kanal-gutachter.de](mailto:kj@kanal-gutachter.de)  
Web: [www.kanal-gutachter.de](http://www.kanal-gutachter.de)

Zweigstelle:  
Cäcilienstraße 58  
D-47839 Krefeld  
+49-700-8799 2290  
+49-170-188 40 74  
[kj@kanal-gutachter.de](mailto:kj@kanal-gutachter.de)  
[www.kanal-software.de](http://www.kanal-software.de)

„allgemein anerkannten Regeln der Technik“ dadurch, dass die Praxisbewährung nicht vorliegen muß. Zur Erfüllung dieses Begriffs genügen auch mit der Praxis vergleichbare Versuche, wenn sie mit hinreichender Gewissheit Rückschlüsse auf die Verwendbarkeit und Eignung in der Praxis zulassen.

Geschriebene Regelwerke (z.B. DIN-Normen, VDI-Richtlinien, VDE-Bestimmungen etc.) sind mit den allgemein anerkannten Regeln der Technik nicht gleichzusetzen. Sie können diesen hinterherhinken oder vorausseilen. Dementsprechend begründen sie nur eine widerlegbare Vermutung, dass sie den allgemein anerkannten Regeln entsprechen.

Solche Regelwerke sind grundsätzlich keine Rechtsnormen. Die gilt jedoch nicht uneingeschränkt. Im Gegensatz zu Normen, die Qualität eines Werkes oder einer Arbeit garantieren sollen (Qualitätsnormen), sind solche Normen, die zugleich der öffentlichen Sicherheit dienen sollen (Sicherheitsnormen), z.B. die Gerüstordnung DIN 4420 nicht selten durch Bauordnungsrecht oder Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften zu Rechtsnormen geworden.

Die allgemein anerkannten Regeln der Technik sind nicht identisch mit den DIN-Normen. Vielmehr gehen sie über die allgemeinen technischen Vorschriften, wozu auch die DIN-Normen gehören, hinaus. Für gültige DIN-Normen besteht allerdings die Vermutung, dass sie den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen.

Diese Vermutung ist widerlegbar. Bei der bis Ende 1989 gültigen DIN 4109 (Schallschutz im Hochbau) aus dem Jahr 1962 ist z.B. diese Vermutung widerlegt worden; die Norm war gültig, trotzdem entsprach sie nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik.

Die allgemein anerkannten Regeln der Technik stellen somit für den Sollzustand immer Die Minimalforderung dar.

### 5. Merkmale einer Beratung und einer Begutachtung

Eine Beratung liegt vor, wenn der Berater dem Auftraggeber ein bestimmtes Verhalten als zweckmässig empfiehlt.

Dabei spielen die Zweckmäßigkeit und Kosten eine wesentliche Rolle (Wirtschaftlichkeit!). Die Beratung ist somit eine an den Bedürfnissen des Auftraggebers orientierte Empfehlung für ein sachgemäßes Verhalten dieses Auftraggebers.

Vom Gutachter wird dagegen ein objektives, allgemein gültiges Urteil erwartet, das auch Dritten als Entscheidungsgrundlage dienen kann. Gerade die „Verkehrsfähigkeit“, die darin begründet ist, dass der Inhalt des Gutachtens von der Person des Auftraggebers unabhängig ist, macht im Grunde erst Wesen des Gutachtens aus.

### 6. Unterschiede zwischen Sanierungsplanung und Sanierungsgutachten

Die Sanierungsplanung mit Kostenermittlung und Bauüberwachung von Sanierungsmaßnahmen ist eine normale Ingenieur Tätigkeit.

Als Vorbereitung hierzu kann eine Sanierungsgutachten eingeholt werden. Das sollte aber nicht mit der Sanierungsplanung identisch sein, wie es häufig von Bauherren erwartet wird. In einem Gutachten werden die Sanierungsmöglichkeiten nur grundsätzlich diskutiert und mit Kostenschätzungen versehen.

## Sachverständigenbüro für Kanalsanierung

Dipl.-Ing. Karl Jansen

Auf der Leh 17  
D-66271 Kleinblittersdorf  
Fon/Fax: +49-700-8799 2290  
Mobil: +49-170-188 40 74  
E-Mail: kj@kanal-gutachter.de  
Web: www.kanal-gutachter.de

Zweigstelle:  
Cäcilienstraße 58  
D-47839 Krefeld  
+49-700-8799 2290  
+49-170-188 40 74  
kj@kanal-gutachter.de  
www.kanal-software.de

Ein wesentliches Merkmal ist die vom Gutachter für zweckmäßig gehaltene Sanierungstätigkeit, die er aufgrund der Schadensursache und der Sanierungsnotwendigkeit nicht unbedingt über den Preis empfiehlt und auch begründet.

### 7. Aufbau und Gestaltung eines Gutachtens

Am Beginn eines Gutachtens steht eine wesentliche Frage:

„Zu welchem Zweck dient das Gutachten?“

Gutachten haben den Zweck zur

- Feststellung von Tatsachen
- Darstellung von Erfahrungssätzen
- und Ableitung von Schlussfolgerungen

Bei der Aufstellung eines Gutachtens sind folgende Randbedingungen und Sachzwänge zu berücksichtigen:

- Schadensfeststellung
- Schadensumfang
- Schadensursache
- Schadensverlauf
- Hydraulische Abflussverhältnisse
- Erneuerungsnotwendigkeit
- Schadenbehebung und deren Kosten
- Wertminderung
- Kostenvergleich
- Kostenentwicklung
- Kostenbedarf pro Jahr

Im Gutachten zu beantwortende Fragen:

- Welches Regelwerk war zum Zeitpunkt der Herstellung des Bauwerkes gültig?
- Welche Anforderungen waren seinerzeit zu erfüllen?
- Wozu diente das Bauwerk?
- Wodurch äußerte sich wann und wie der Schaden?
- Entsprach das Bauwerk seinerzeit den bekannten Regelwerken (DIN-Normen, ATV-Richtlinien etc.)?
- Wie groß war die Normabweichung?
- (Prüfung der abweichenden Leistung! Einhaltung oder Nichteinhaltung der a. a. R. d. T., d. S. d. T. etc.)
- Wie ist die Aktualität der Regelwerke zu bewerten?
- Waren sie bereits überholt?
- Gibt es berechnete Zweifel?
- Warum entspricht es nicht mehr den heutigen Anforderungen? (Seinerzeit entsprach es den Anforderungen, aber inzwischen nicht mehr!)
- Wodurch wurde der Schaden verursacht?
- Wie war der Schadensverlauf?
- Welche Auswirkungen hat der Schaden?
- Welchen Zweck hat die Schadensbehebung zu erfüllen?

Bei einer derartigen Vorgehensweise kann die Forderung eines dauerhaft dichten und funktionsfähigen Kanalsystems gewährleistet werden. Die Ermittlung und Berücksichtigung der Schadensursache bei der Schadensbehebung – Instandsetzung/Sanierung/Erneuerung – hilft zwangsläufig wieder auftretende Folgeschäden und somit Fehlinvestitionen zu vermeiden. Damit kommt eine

## Sachverständigenbüro für Kanalsanierung

Auf der Leh 17  
D-66271 Kleinblittersdorf  
Fon/Fax: +49-700-8799 2290  
Mobil: +49-170-188 40 74  
E-Mail: kj@kanal-gutachter.de  
Web: www.kanal-gutachter.de

Zweigstelle:  
Cäcilienstraße 58  
D-47839 Krefeld  
+49-700-8799 2290  
+49-170-188 40 74  
kj@kanal-gutachter.de  
www.kanal-software.de

Dipl.-Ing. Karl Jansen

objekt- und problembezogene Sanierung zur Ausführung. Denn nicht alle auf dem Markt befindlichen Sanierungsmethoden sind konfektionsmässig bzw. Industriell angefertigt einsetzbar.

### 8. Sanierungsmöglichkeiten

Der Begriff Kanalsanierung ist nicht zu verwechseln mit der üblichen Bezeichnung der hydraulischen Sanierung.

Bei einer **Sanierung** (s. Pkt. 3) sprechen wir von einer **Wiederherstellung des Sollzustandes** bei Substanzerhaltung.

Die hydraulische Sanierung hat ausreichend demissionierte Rohre zum Ziel. Zu kleine Rohre werden dabei kompromisslos ausgewechselt (Substanzverlust bzw. –Aufgabe).

Aufgrund der vorgefundenen Randbedingungen und Sachzwänge ist eine problemgerechte Sanierungsmethode auszuwählen. Hierbei sind vorrangig konstruktive Gesichtspunkte zu berücksichtigen und umweltverträgliche Materialien anzuwenden.

Durch die Vernachlässigung der Materialkenndaten können zukünftige Schäden vorprogrammiert werden.

Die Verfahren zur Schadensbehebung können in drei Hauptgruppen eingeordnet werden:

- Instandsetzung bzw. Reparatur
- Sanierung
- Erneuerung

(Folie Schadensbehebung Anlage 1)

Maßgebende Kriterien für ihre Anwendung sind der Schadensumfang, wobei unterschieden wird in

- lokal begrenzte,
- lokal begrenzt wiederholte und
- in Streckenschäden.

Jeder dieser Hauptgruppen wird eine Reihe von Spezialverfahren zugeordnet. Bei deren Auswahl folgende Randbedingungen zu beachten sind:

1. Örtliche Situation
2. Lage im Entwässerungsnetz
3. Art des Kanals
4. Konstruktionsdetails
5. Abwasserhältnisse (früher, heute, zukünftig)
6. Äußere Lasten (früher, heute, zukünftig)
7. Bisherige Maßnahmen zur Wartung, Reinigung, Inspektion und Schadensbehebung
8. Zustand

Die Instandsetzungen – bzw. Reparaturmethoden

- Injektions- oder Abdichtungsverfahren

zählen zu den Reparaturmethoden. Mit diesen Verfahren ist keine dauerhafte und langfristige Lösung möglich. Ebenso kann die statische Funktion mit einem solchen Verfahren nicht wieder hergestellt werden. (Folie Sanierungsverfahren).

Die Entscheidung für eine Reparatur fällt ausschließlich unter dem Aspekt der kurzfristig verfügbaren Geldmittel. Der momentane Kostenvorteil sollte nicht über Folgekosten durch Wiederholung der Maßnahme ca. alle 5 Jahre hinweg täuschen.

Sanierungsverfahren sind:

- Beschichtungsverfahren,

## Sachverständigenbüro für Kanalsanierung

Auf der Leh 17  
D-66271 Kleinblittersdorf  
Fon/Fax: +49-700-8799 2290  
Mobil: +49-170-188 40 74  
E-Mail: [kj@kanal-gutachter.de](mailto:kj@kanal-gutachter.de)  
Web: [www.kanal-gutachter.de](http://www.kanal-gutachter.de)

Zweigstelle:  
Cäcilienstraße 58  
D-47839 Krefeld  
+49-700-8799 2290  
+49-170-188 40 74  
[kj@kanal-gutachter.de](mailto:kj@kanal-gutachter.de)  
[www.kanal-software.de](http://www.kanal-software.de)

Dipl.-Ing. Karl Jansen

- Einzieh- bzw. Reliningverfahren
- Montageverfahren.

Im Einzelnen möchte ich nur auf die Einziehverfahren näher eingehen. Die Einziehverfahren gliedern sich in den Kurzrohr -, Langrohr -, Wickelrohr- und Schlauchverfahren. Bis auf das Schlauchverfahren wird der vorhandene Querschnitt erheblich reduziert. Diese Reduzierung ist zudem abhängig vom jeweiligen Schadensbild. Die Verschlechterung der hydraulischen Abflussverhältnisse ist unbedingt bei der Auswahl des Sanierungsverfahrens mit zubewerten.

Bei der Auswahl des Kurzrohr -, Langrohr -, oder Wickelrohrverfahrens muß auf jeden Fall die statische Tragfähigkeit des Inliners gewährleistet sein, da die Ringraumverfüllung nur bedingte Kräfte aufnehmen kann. Damit das eingebrachte Dämmmaterial zur Ausfüllung des Ringraumes nicht durch Undichtigkeiten des Altrohres unkontrolliert verschwindet, sind die gleichen Vorarbeiten wie beim Schlauchverfahren auszuführen. Neuere Entwicklungen können durch Expanderverfahren den Nachteil des früheren Ringraumes vermeiden. Diese Verfahren werden erst seit kurzem auf dem Markt angeboten.

Beim Schlauchverfahren ist die Verschlechterung der hydraulischen Abflussverhältnisse durch die eng anliegende Schlauchwand an das Altrrohr geringfügig. Verfahrensbedingt passt sich der Schlauch als statisch selbsttragendes Rohr im Rohr allen Gegebenheiten an.

Mit dem Schlauchverfahren kann die Forderung eines dichten Kanales kompromisslos gewährleistet werden. Mit den zuvor beschriebenen Sanierungsverfahren kann die Funktionsfähigkeit des zu sanierenden Kanales wiederhergestellt werden.

Saarbrücken, 31. Juli 1991

### Literaturverzeichnis

- (1) ATV-M 143/Teil 1 : Grundlagen für die Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Entwässerungskanälen, Juni 1988
- (2) Bayerlein : Praxishandbuch Sachverständigenrecht; Verlag C. H. Beck, München 1990
- (3) K.-H. Rieger : Die Selbstüberwachung als Vorsorge gegen undichte Abwasserkanäle; KA 4/91, S. 482 ff.
- (4) W. Schmecken : Umweltstrafrecht in den Kommunen (§ 324 StGB); GKU-Verlag, Düsseldorf (Februar 1991)
- (5) D. Stein : Instandhaltung von Kanalisationen  
W. Niederehe