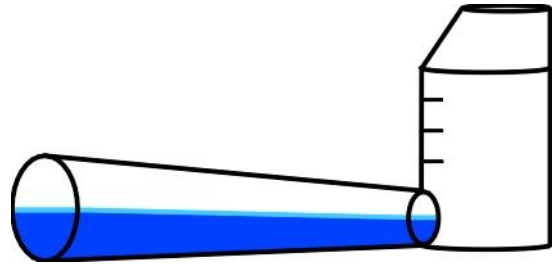


Hans-Ulrich Leps
Zert. Kanalsanierungsberater

H.-U. Leps · 12627 Berlin · Kastanienallee 60



Grundlagen des Kanalbetriebes

Nutzung, Zustandsbestimmung, Instandhaltung
und Sanierung von Kanalnetzen

Berlin, 04. Juni 2015

H.-U. Leps · 12627 Berlin · Kastanienallee 60 · Tel.:030-99901783 · FAX: 030-9952110 · Mobil:0171-4314237
email: uli_leps@web.de · Ust.-Nr.: 33/418/60144 · Bankverbindung: IBAN: DE88500333002631030400 · BIC: SCFBDE33XXX
Santander Bank · Konto-Nr.: 2631030400 · BLZ: 50033300

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Gesetzliche Grundlagen	4
2.1	Bundesgesetze.....	4
2.2	Landeswassergesetze.....	4
2.3	Abwasserverordnung.....	4
2.4	VAwS.....	5
2.5	Eigenkontroll- und Selbstüberwachungsverordnungen.....	5
2.6	DIN 1986, Teil 30.....	5
2.7	Kommunalrecht.....	5
2.8	Anweisungswesen, Überwachungs- und Betriebsrecht.....	5
3.	Anlagen der Kanalisation	5
3.1	Kanäle.....	6
3.2	Druckleitungen.....	6
3.3	Düker.....	6
3.4	Schächte und Bauwerke.....	7
3.5	Abscheider.....	7
3.6	Regenüberläufe.....	7
3.7	Retentionsanlagen.....	7
3.8	Niederschlagswasserbehandlungsanlagen.....	8
4.	Untersuchung der Kanäle, Leitungen, Schächte und Bauwerke	8
4.1	Optische Inspektion und Begehung.....	8
4.2	Dichtheitsprüfungen.....	9
4.3	Bestimmung des Kanalzustandes.....	9
4.3.1	Zustandserfassung des Kanals.....	9
4.3.2	Zustandsklassifizierung baulich/betrieblich.....	9
4.3.3	Zustandsbewertung baulich/betrieblich.....	9
4.3.4	Zustandsbeurteilung baulich/betrieblich.....	9
4.4	Überwachung von Entwässerungsanlagen.....	10
4.5	Einleiterüberwachung.....	10
5.	Wartung und Instandhaltung	10
5.1.	Reinigung.....	10
5.1.1	Geschichtliches.....	10
5.1.2	Die Notwendigkeit der Kanalreinigung.....	11
5.1.2.1	Selbstreinigungsvermögen.....	11
5.1.2.2	Technische Faktoren als Anlass für die Kanalreinigung.....	11
5.1.2.3	Bestandteile der Schmutzwasserfracht.....	11
5.1.2.4	Gesetzliche Vorschriften, Normen und Regeln (Auswahl).....	12
5.2	Ziele der Reinigung.....	12
5.2.1	Unterscheidung der Reinigungseinsätze.....	12
5.2.2	Maßstab für den Reinigungserfolg.....	13
5.3	Grundlagen.....	13
5.3.1	Grundlegende Voraussetzungen für die Durchführung der Arbeiten.....	13
5.3.1.1	Beschaffenheit der zu entfernenden Stoffe und Fremdkörper.....	13
5.3.1.2	Arten und Formen der Kanäle.....	13
5.3.1.2.1	Nennweiten.....	13
5.3.1.2.2	Formen.....	13
5.3.1.2.3	Materialien.....	13
5.3.1.2.4	Medium.....	14
5.3.1.2.5	Betriebsweisen.....	14
5.3.1.2.6	Pläne und Bestandsunterlagen.....	14
5.3.1.2.7	Betriebsvorschriften und –verhältnisse.....	14
5.3.2	Besonderheiten der Grundstücksentwässerungsanlagen.....	15
5.4	Verfahren der Kanalreinigung.....	15
5.4.1	Geschichtliches.....	15
5.4.2	Entfernen profilvermindernder Faktoren.....	16
5.4.3	Hochdruckreinigung.....	16
5.4.3.1	Techniken und Geräte.....	16
5.4.3.1.1	HD-Spülfahrzeuge.....	16

5.4.3.1.2	kombinierte HD-Spül- und Saugfahrzeuge.....	16
5.4.3.2	Düsen und hydraulisch angetriebene Geräte.....	17
5.4.3.3	mechanische Geräte.....	17
5.4.4	Roboter (Auswahl).....	17
5.5	Sondertechniken und –geräte.....	17
5.6	Anforderungen.....	17
5.6.1	Anforderungen an die Firma.....	17
5.6.2	Anforderungen an das Personal.....	18
5.6.3	Anforderungen an die Geräte.....	18
5.7	Fehler.....	18
5.8	Praktische Erfahrungen und Tipps.....	18
5.9	Entsorgung der Reinigungsrückstände.....	19
5.10	Rattenbekämpfung.....	19
6.	Instandsetzung von Entwässerungssystemen.....	19
6.1	Geschichtliches.....	21
6.2	Schadensursachen.....	21
6.3	Sanierung.....	21
6.3.1	Vorarbeiten zur Sanierung.....	21
6.3.1.1	Untersuchung.....	21
6.3.1.2	Reinigung.....	22
6.3.1.3	Beseitigen profilvermindernder Faktoren.....	22
6.3.1.4	Verfahrensbedingte Vorarbeiten.....	22
6.3.2	Reparatur.....	22
6.3.3	Renovierung (Renovation).....	23
6.3.3.1	Anschlussanierung.....	23
6.3.4.	Erneuerung.....	23
6.4	Anforderungen an die Firma und das Personal.....	23
6.5.	Anforderungen an die Geräte.....	24
6.7	Fehler.....	24
7.	Arbeitssicherheit, Unfallverhütung, Hygiene.....	24
7.1	Verantwortung für Arbeitssicherheit.....	24
7.2	Gefahren.....	25
7.3	Verhaltensregeln.....	25
7.4	Schutz- und Rettungsausrüstung.....	25
7.5	Normen (Auswahl).....	26

Literatur, Quellen

Ausgewählte Abkürzungen

1. Einleitung

Anlagen zur bewussten und schadlosen Ableitung von Abwässern verschiedener Art sind Bestandteil unserer Kultur. Verschmutztes Wasser wird in Kanälen und Rohrleitungen zielgerichtet abgeleitet und Reinigungsanlagen zugeführt, bevor es in den natürlichen Kreislauf zurückkehrt. Der Betrieb von Anlagen zur Ableitung und Behandlung von Abwässern unterliegt gesetzlichen und technischen Regeln. Nur normgerechte, intakte Anlagen sind in der Lage, den mit ihnen verbundenen Zweck zu erfüllen und damit den gesellschaftlichen Erfordernissen Rechnung zu tragen. Kanalisationen verursachen den Großteil der Investitionen für die Abwasserbeseitigung. Der Erhalt der Funktionsfähigkeit ist daher eine verantwortungsvolle Aufgabe für den Netzbetreiber auch im Sinne des praktischen Umweltschutzes wie auch für den sorgsamen Umgang mit dem eingesetzten Kapital. In den nachfolgenden Ausführungen sollen einzelne Aspekte des Regelwerkes sowie des Anlagenbetriebes näher betrachtet werden.

2. Gesetzliche Grundlagen

Gesetzliche Grundlagen für den Betrieb von Kanalisationsanlagen bestehen sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene. In Verwaltungsvorschriften und Ordnungen sind Regelungen auf kommunaler getroffen.

2.1 Bundesgesetze

Kernstück der bundeseinheitlichen Gesetzgebung im Wasserrecht ist das Gesetz über die Ordnung des Wasserhaushaltes – Wasserhaushaltsgesetz WHG. Darüber hinaus enthalten das Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege - Bundesnaturschutzgesetz BNatschG und das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnlichen Vorgängen - Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG Regelungen zum Schutz von Natur und Umwelt. Das Wasserhaushaltsgesetz ist in der aktuellen Fassung seit 1. März 2010 in Kraft. Erstmals übernimmt es nicht mehr nur wie bisher die Rahmenregelung, sondern die Vollregelung. D.h., dass konkrete Bestimmungen zu aktiven Handlungen enthalten sind, die bisher Ländersache bzw. Angelegenheit örtlicher Behörden waren. Wichtigstes Anliegen des Wasserhaushaltsgesetzes ist der Schutz der natürlichen Ressource Wasser. Im WHG sind Verhaltensregeln für den Umgang mit Wasser und den natürlichen Gewässern fixiert.

2.2 Landeswassergesetze

Jedes Bundesland einschließlich der Städte Berlin, Bremen und Hamburg verfügt über ein eigenes Wassergesetz. In diesen Gesetzen werden auf der Grundlage des Wasserhaushaltsgesetzes Regelungen getroffen, die dem Schutz des Wassers und der Gewässer unter Berücksichtigung landestypischer Besonderheiten und Interessen dienen. So wurde im Wassergesetz des Landes Nordrhein-Westfalen erstmals in Deutschland die Prüfung und ggf. Abdichtung von Grundstücksentwässerungsanlagen gesetzlich gefordert, allerdings inzwischen wieder revidiert. Im Bayrischen Landeswassergesetz sind Regelungen zur Floßfahrt enthalten, während das Bremische Landeswassergesetz Regelungen zur Fischerei enthält.

2.3 Abwasserverordnung

Die Verordnung über das Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer - Abwasserverordnung AbwV – legt die Mindestanforderungen fest, die beim Einleiten von Abwasser in ein Gewässer zu erfüllen sind [AbwV § 1]. In den 57 Anhängen zur Verordnung wird das Abwasser nach seiner Herkunft eingeordnet. Bei den Herkunftsbereichen handelt es sich beispielsweise um die chemische Industrie [Anhang 22], um fleischverarbeitende Betriebe [Anhang 10], um metallverarbeitende Bereiche [Anhänge 24, 29, 39 und 40], die Erdölverarbeitung [Anhang 45], mineralölkaltiges Abwasser [Anhang 49] und den häuslichen bzw. kommunalen Sektor [Anhang 1]. Für jeden Bereich sind Grenzwerte der Schadstoffkonzentrationen geregelt. Die Mess- und Analyseverfahren sind ebenfalls festgelegt.

2.4 VAwS

Verordnungen über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen bestehen in allen Bundesländern sowie den Städten Berlin, Bremen und Hamburg und regeln auf Landesebene den Umgang mit Anlagen, in denen Stoffe nach §19 WHG verarbeitet, gelagert, abgefüllt oder in anderer Weise bewegt werden. Einzelne Länder haben differenzierte Geltungsbereiche für ihre VAwS. So sind wassergefährdende Stoffe wie Jauche, Gülle und Silagesickersäfte in der VAwS des Landes Nordrhein-Westfalen nicht Gegenstand der Verordnung. Zur Verordnung ist i.d.R. auch eine Durchführungsbestimmung bzw. Ausführungsvorschrift erlassen, in der die praktischen Handlungen zur Umsetzung der Verordnung geregelt sind.

2.5 Eigenkontroll- und Selbstüberwachungsverordnungen

Neun Bundesländer haben Eigenkontroll- bzw. Selbstüberwachungsverordnungen (EKVO, SÜVO) erlassen. Im Land Brandenburg besteht eine entsprechende Verwaltungsvorschrift. In Bremen, Hamburg, Berlin und Niedersachsen existiert keine EKVO bzw. SÜVO. Die entsprechenden Regeln sind in diesen Ländern in den Landeswassergesetzen bzw. in der Landesbauordnung enthalten. Darin ist geregelt, wie und in welchen Zeiträumen öffentliche und private Netzbetreiber Kanalnetze, für die sie verantwortlich sind, zu prüfen und instand zu halten sind. Anlagen der Regenwasserkanalisation sind i.d.R. von den Prüfvorschriften ausgenommen bzw. werden gesondert behandelt.

2.6 DIN 1986, Teil 30

Bundeseinheitlich regelt die DIN 1986, Teil 30 „Entwässerungsanlagen von Gebäuden und Grundstücken - Instandhaltung“ die Prüfung von Grundstückentwässerungsanlagen. Ziel der Norm ist der Schutz der Anlagen sowie des Bodens und des Grundwassers und damit das Trinkwasser vor Verunreinigungen zu schützen sowie durch die Dichtheit der Anlagen den Betriebsaufwand in Kläranlagen zu reduzieren. In der Norm ist der 31.12.2015 als Termin für den Abschluss der Dichtheitsprüfungen festgesetzt.

2.7 Kommunalrecht

Die Gemeinden sind zur Abwasserbeseitigung im Rahmen der Selbstverwaltung verpflichtet und regeln die Abwasserbeseitigung durch Satzungen. Darin haben sie die Möglichkeit, auf der Grundlage des WHG und des LWG besondere Bestimmungen zu erlassen, beispielsweise

- Beschaffenheit des in die Kanalisation eingeleiteten Mediums
 - Ausschlüsse bestimmter Stoffe, die nicht eingeleitet werden dürfen
 - besondere Grenzwerte, die das Abwasser bei der Einleitung nicht überschreiten darf
 - Art und Weise von Rückstausicherungen
 - das Niveau der Rückstauenebene
- und so weiter.

2.8 Anweisungswesen, Überwachungs- und Betriebsrecht

Der Ausbau der Wasserbehörden kann in drei Ebenen erfolgen: oberste Wasserbehörde sind Ministerien, obere Wasserbehörde die Landesbehörden oder Regierungspräsidien und untere Wasserbehörde die Behörden der Kreise und kreisfreien Städte oder die Staatlichen Ämter für Umwelt und Natur StAUN, wie es z. B. in Mecklenburg-Vorpommern der Fall ist. Genehmigungs- und Kontrollbehörde ist i.d.R. die untere Wasserbehörde. Die untere Wasserbehörde prüft die Umsetzung der gesetzlichen Normen wie z. B. der DIN 1986, T 30. Damit ist sie die vollziehende Behörde des Wasserrechts.

Die gesetzlichen Grundlagen WHG und LWG bilden die Basis für Zulassungs- und Anzeigeverfahren sowie Kontroll- und Überwachungsaufgaben der unteren Wasserbehörde. Die untere Wasserbehörde kann auf der Basis der gesetzlichen Bestimmungen Anweisungen über den Betrieb von Anlagen erteilen. Sie kann Betriebserlaubnisse erteilen oder entziehen, z. B. bei groben Verstößen gegen rechtliche Bestimmungen oder die Nichtbefolgung von Anweisungen.

Beispielsweise kann sie kann die Betriebserlaubnis für eine Anlage unter der Voraussetzung erteilen, dass die Anlage die Prüfkriterien der DIN EN 1610 erfüllt und kann die Betriebserlaubnis verweigern oder entziehen, solange diese Kriterien nicht erfüllt sind. Der Netzbetreiber kann den Nachweis in Form des Prüfprotokolls der Dichtheitsprüfung vorlegen, aus welchem hervorgeht, dass die Anlage bei einer normgerechten Prüfung die Prüfkriterien erfüllt hat.

3. Anlagen der Kanalisation

Kanalisationsanlagen (ital.: canale = Röhre, Rinne) dienen dem kontrollierten, zielgerichteten Abfluss von Abwässern unterschiedlicher Art. Sie bestehen hauptsächlich aus Rohrleitungen, Schächten und Bauwerken und sind vielfach zu komplexen Netzen zusammengeschlossen. Die Dimension der Kanäle bewegt sich in der Dimension von 100 mm bis zu mehreren Metern. Das Baumaterial ist so gewählt, dass es den aus dem Wassertransport und den von außen wirkenden Belastungen widersteht.

3.1 Kanäle

Abwasserkanäle sind seit dem Altertum bekannt. In Mitteleuropa entstanden hauptsächlich in der Mitte des 19. Jahrhunderts Schmutzwassernetze, die zum großen Teil heute noch den Kern der Entwässerung in den alten Stadtzentren bilden. Seither sind Kanäle nicht mehr aus der Abwasserentsorgung wegzudenken. Kanalnetze in Deutschland und in der ganzen Welt haben einen enormen Umfang angenommen. Allein in Deutschland liegen schätzungsweise 500 Tkm Kanal auf öffentlichem und ca. 1,3 Mio. km auf privatem Grund.

In Abwasserkanälen wird das Medium (Schmutzwasser, Regenwasser usw.) im natürlichen Gefälle abgeführt. In dieser Betriebsweise werden die Kanäle als Freispiegelkanäle bezeichnet. Während Kanäle in früherer Zeit vielfach aus zahlreichen verschiedenen Profilen (z. B. Kasten-, Ei-, Hauben-, Maulprofil usw.) hergestellt wurden, werden heute hauptsächlich Kreisprofile in den verschiedensten Dimensionen verbaut. Kanäle und die dazugehörigen Bauwerke bestehen unter anderem aus

- Natursteinen
- Mauerwerk
- Beton und Stahlbeton
- keramischen Werkstoffen wie z.B. Steinzeug
- Stahl, Grauguss und duktilem Guss
- Kunststoffen der verschiedensten Zusammensetzung
- Verbundwerkstoffen wie z.B. GFK

3.2 Druckleitungen

Zum Transport des Abwassers über große Entfernungen und zur Überwindung von Höhenunterschieden werden Druckleitungen eingesetzt. Das jeweilige Medium wird mit Hilfe von Pumpen mit Druck beaufschlagt und in geschlossenen, dichten Rohrleitungssystemen vom Anfangs- bis zum Endpunkt befördert. Druckleitungen bestehen vielfach aus Stahl, Grauguss, duktilem Guss und verschiedenen Kunststoffen wie PE oder GFK. Die Nennweiten bewegen sich in einem großen Spektrum von wenigen Zentimetern bis zu einem Meter und größer. Sie finden sowohl in der Wasserversorgung als auch in der Abwasserentsorgung Anwendung. Mit Schiebern können sie in einzelne Abschnitte unterteilt werden. Bei Transportleitungen über große Entfernungen werden in bestimmten Abständen Druckerhöhungs- bzw. Verdichterstationen eingebaut.

3.3 Düker

Düker dienen der Unter- oder Überquerung eines kreuzenden Hindernisses, z. B. eines Flusslaufes. Sie bestehen hauptsächlich aus den Dükerhäuptern, dem fallenden und dem aufsteigenden Ast und dem Dükerrohr. Unter bestimmten Voraussetzungen werden sie drucklos betrieben und finden ebenso wie Druckleitungen in der Ver- und Entsorgung Anwendung. Wie diese bestehen sie hauptsächlich aus Stahl, Grauguss, duktilem Guss und Kunststoffen. Die Dimensionen betragen von DN 100 bis zu DN 1000 und mehr.

3.4 Schächte und Bauwerke

Eine Spruchweisheit lautet: „*Jede Haltung hat zwei Enden und an jedem Ende steht ein Schacht.*“ Schächte bilden i.d.R. den Anfangs- und Endpunkt einer Haltung und dienen als Einstiegs- und Revisionsöffnung. Weiterhin werden in Schächten Änderungen der Nennweite, des Profils und der Richtung realisiert. Schächte existieren ebenso wie Kanäle in verschiedenen Nennweiten. Auf privaten Wohngrundstücken sind vielfach Revisions- oder Übergabeschächte aus Kunststoff in der Nennweite DN 400 vorhanden. Im gewerblichen und im kommunalen bzw. öffentlichen Bereich bestehen Schächte hauptsächlich aus Beton in der Nennweite DN 1000. Die genannten Größen sind genormt. Neben diesen genormten Schächten existieren auch Schächte in anderen Nennweiten und polygone Bauwerke, in denen beispielsweise mehrere Kanäle zusammengeführt werden. Bauwerke können die verschiedensten Funktionen erfüllen. Neben Zusammenführungsbauwerken sind Anschlussbauwerke, Sammelräume vor Abwasserpumpwerken, Regenwasserrückhaltebecken, Abscheider und Regenwasserüberläufe die häufigsten. Auf die beiden letzteren wird in den folgenden Punkten näher eingegangen.

3.5 Abscheider

In Abscheidern werden Wasser und darin enthaltene Fremdstoffe voneinander getrennt. Am bekanntesten sind Ölabscheider, Leichtflüssigkeits-, Benzin- und Fettabscheider. In der Industrie finden aber auch Schwerstoff- und Feststoffabscheider Anwendung. Je nach Funktion und Ausstattung werden außerdem besondere Bauformen unterschieden, z. B. Koaleszenzabscheider. Der Bau und Einsatz von Abscheidern ist in Gesetzen und Normen verbindlich geregelt. Die Hauptaufgabe dieser Bauwerke besteht im Schutz der Umwelt im Allgemeinen und der natürlichen Gewässer im Besonderen vor Schadstoffen. Deshalb sind sie regelmäßig von Sachkundigen zu kontrollieren und zu warten. Ihre sichere Funktion ist stets zu gewährleisten. Defekte sind umgehend zu beseitigen.

3.6 Regenüberläufe

Man unterscheidet Abwassersysteme unter anderem nach dem Medium, das damit abgeleitet wird. In Trennsystemen wird klärungsbedürftiges Abwasser und nicht klärungsbedürftiges Oberflächenwasser getrennt gefördert. In Mischsystemen erfolgt die gemeinsame Ableitung von Schmutz- und Regenwasser. Das hat zur Folge, dass bei Regenereignissen innerhalb kurzer Zeit das transportierte Wasservolumen um ein Vielfaches steigt. Deshalb sind Mischkanäle so dimensioniert, dass sie die plötzlich anfallenden großen Wassermengen aufnehmen können. Dennoch reicht ihre Kapazität bei Extremereignissen unter Umständen nicht aus. Deshalb hat man in Regen- und Mischwasserkanälen an einzelnen Punkten Überläufe geschaffen, an denen überschüssiges Wasser direkt in den Vorfluter abgeleitet werden kann, so dass die Wassermengen nicht unkontrolliert über Schacht- oder andere Öffnungen auf Straßen bzw. die Geländeoberfläche austreten können, wo sie für Überflutungen führen. Die Nutzung von Regenüberläufen im Mischsystem ist aus ökologischer Sicht nicht unproblematisch, weil Schmutzwasser ungeklärt in den natürlichen Kreislauf gelangt. Jedoch ist der Verdünnungsgrad so hoch, dass akute Gefahren minimiert werden. Dennoch ist man im Interesse des Umweltschutzes bestrebt, den Einsatz von Regenüberläufen bzw. Abschlagsbauwerken in MW-Netzen zu unterbinden. In einzelnen Städten hat man deshalb auch begonnen, die Überlaufschwelle von Abschlagsanlagen zu erhöhen. Regenüberlaufbecken und Regenrückhaltebecken bzw. Stauraumkanäle kommen jedoch auch vor Kläranlagen zum Einsatz, die im Mischsystem nicht in der Lage sind, die stark schwankenden Wassermengen aufzunehmen und zu verarbeiten.

3.7 Retentionsanlagen

Der natürliche Abfluss des Regenwassers ist großen Schwankungen unterworfen, welche durch die unterschiedlichen Niederschlagsmengen verursacht werden. Damit verbunden sind ein hoher Füllungsgrad von Kanalnetzen bei Starkregenfällen und eine hohe Erosion in Abflusszonen natürlicher Vorfluter. Um die Abflussmengen zurückzuhalten und zu regulieren, baut man in Kanalnetze, aber auch in natürliche Gewässer Retentionsanlagen (lat.: *retinere* = „zurückhalten“) ein. Das bekannteste Beispiel sind Talsperren, die in Flussläufe eingebaut werden, um beispielsweise den Schmelzwasserabfluss zu steuern und nutzbar zu machen.

Retentionsanlagen sind auch für Regenwasserkanäle in privaten und kommunalen Netzen verfügbar. Sie werden mit Füllstandsgebern und Klappen ausgestattet, um bei entsprechendem Füllungsgrad den Durchfluss zu steuern und dosiert an das Kanalnetz weiterzuleiten. Im Komplex mit der Steuerung des Abflusses können Retentionsanlagen auch zur Reinigung von Niederschlagswasser eingesetzt werden.

3.8 Niederschlagswasserbehandlungsanlagen

Heute fällt ein erheblicher Teil des Regens auf versiegelte Flächen. Die Folge davon ist, dass dieses Wasser nicht versickern kann, sondern über Kanäle abgeleitet werden muss. Ein wesentlicher Teil der versiegelten Flächen sind Verkehrs- und Industrieflächen, auf denen Stoffe anfallen, die aus dem Wasser entfernt werden müssen, bevor es in die natürlichen Vorfluter eingeleitet werden kann. In zunehmendem Maß entstehen Bodenfilteranlagen, die das aus Verkehrsflächen (Autobahnen, Kreuzungen mehrspuriger Straßen usw.) stammende Niederschlagswasser reinigen und teilweise gesteuert über das Kanalnetz an die natürlichen Vorfluter abgeben. Prinzipiell wird in diesen Anlagen ein Pflanzenbeet mit belastetem Niederschlagswasser überflutet. Es versickert und wird dabei von den Pflanzen von düngenden Chemikalien befreit. Über tiefere Filterschichten werden weitere Fremdstoffe herausgefiltert, bis das Wasser über Drainageleitungen dem Kanal zugeleitet wird. Der Prozess kann gesteuert ablaufen, indem Wassermengen reguliert werden. Auf diese Weise sind Retentionsbodenfilter realisierbar.

4. Untersuchung der Kanäle, Leitungen, Schächte und Bauwerke

Im WHG ist gefordert, dass Anlagen so zu betreiben sind, dass von ihnen keinerlei Gefahren für andere ausgehen. Das bedeutet, dass Informationen über ihren Zustand vorliegen müssen.

Dazu sind sie zu untersuchen. Für die Zustandsbestimmung stehen verschiedenen Methoden zur Verfügung.

4.1 Optische Inspektion und Begehung

Hauptweg der Zustandsbestimmung vorhandener und in Betrieb befindlicher Kanäle, Leitungen, Schächte und Bauwerk ist die optische Inspektion. Sie wird nach Fertigstellung neuer Anlagen und aus unterschiedlichen Anlässen während der Betriebszeit durchgeführt. Die optische Inspektion kann sowohl durch Begehung von Großprofilkanälen, Schächten und Bauwerken als auch mit ferngesteuerten TV-Inspektionskameras in nicht begehbaren Kanälen ausgeführt werden. Auch Schächte werden inzwischen mit ferngesteuerten TV-Inspektionskameras untersucht.

Die Art und Weise der optischen Inspektion von Kanälen und den dazugehörigen Bauwerken ist auf europäischer Ebene in der DIN EN 13508 geregelt. Diese Norm enthält auch die Bezeichnungen und Beschreibungen der Schäden, die für die Zustandsbestimmung relevant sind. Auf nationaler Ebene gilt das Merkblatt DWA-M 149-5: Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Optische Inspektion. Im Ergebnis der optischen Inspektion werden TV-Inspektions-Videos und schriftliche Protokolle erstellt. Diese Dokumentation wird dem Auftraggeber bzw. Eigentümer der untersuchten Anlage übergeben. Für die optische Inspektion steht eine Vielzahl unterschiedlicher Kamerasysteme verschiedener Hersteller zur Verfügung. Die Palette reicht von ferngesteuerten selbstfahrenden Kameras über Schiebekameras bis hin zu abbiegefähigen Satellitensystemen, die von ferngesteuerten Kameras zur Untersuchung von Hausanschlussleitungen abgesetzt werden können. Stand der Technik sind hochauflösende Farbkameras mit Schwenkkopf und aufrecht stehendem Bild. Außerdem sind Kugelscanner verfügbar, die durch einen hohen Digitalisierungsgrad der Untersuchungsergebnisse gekennzeichnet sind. Die gesamte Dokumentation erfolgt weitgehend digital. Videos werden auf DVD's aufgezeichnet.

4.2 Dichtheitsprüfungen

Neben der optischen Inspektion sind Dichtheitsprüfungen eine weitere Hauptmethode zur Bestimmung des Zustandes der Kanäle, Leitungen, Schächte und Bauwerke. Es ist eine indirekte Prüfmethode: anhand des Verhaltens eines Prüfmediums (Wasser, Luft) werden Rückschlüsse auf den Zustand der geprüften Anlage gezogen. Die Art der Dichtheitsprüfung richtet sich nach der Art der Anlage, die zu prüfen ist. Neu gebaute Freispiegelkanäle und Schächte für die Regen-, Schmutz- und Mischwasserentsorgung werden nach der DIN EN 1610 geprüft.

Druckleitungen sind unter Berücksichtigung des geförderten Mediums und des Betriebsdrucks nach der DIN EN 805 zu prüfen. Zu dieser Europa-Norm wurde das deutsche Regelwerk aktualisiert. So sind Trinkwasserdruckleitungen nach DVGW-Arbeitsblatt W-400 Teile 1 – 3 zu bauen, zu prüfen und zu betreiben und instand zu halten.

Im Ergebnis der Dichtheitsprüfung wird ein Prüfprotokoll erstellt, aus dem die relevanten Daten der geprüften Anlage und das Ergebnis der Prüfung hervorgehen. Es ist zu beachten, dass bei der Prüfung nach DIN EN 1610 Toleranzen zulässig sind. Die geprüfte Anlage gilt auch dann als dicht, wenn ein Druckabfall oder ein Wasserverlust innerhalb einer bestimmten Zeit unter Berücksichtigung bestimmter Faktoren (Material, Nennweite, benetzte Oberfläche) nicht überschritten wird. Eine Besonderheit stellen Anlagen dar, die nach VAWS zu überwachen und zu prüfen sind, z. B. Entwässerungsanlagen von Tankstellen, Abscheider u. ä.. Bei ihrer Prüfung hat ein Sachverständiger anwesend zu sein. Die Dichtheitsprüfungen erfolgen mit Wasser. Toleranzen werden i.d.R. nicht zugelassen.

4.3 Bestimmung des Kanalzustandes

Das DWA-Merkblatt 149-3 von 2007 kennt vier Prozesse bzw. Blickwinkel, mit denen der Zustand des Kanals bestimmen bzw. unter denen er zu betrachten ist.

4.3.1 Zustandserfassung des Kanals

Die Zustandserfassung beinhaltet alle Maßnahmen zur Feststellung des baulichen, betrieblichen, hydraulischen und umweltrelevanten Ist-Zustandes von Entwässerungssystemen. Hauptweg ist sind die hier bereits genannten TV-Inspektionen und Dichtheitsprüfungen.

Die Zustandserfassung ist die Grundlage für alle weiteren Schritte der Betrachtung des Kanalzustands.

4.3.2 Zustandsklassifizierung baulich/betrieblich

Die Einstufung der Inspektionsergebnisse durch Vergleich mit den gestellten Anforderungen nennt man nach DWA-M 149-3 2007 Zustandsklassifizierung. Bildhaft ausgedrückt werden Zensuren für einzelne erkannte Schadstellen, eine gesamte Haltung und eine gesamtes System vergeben.

Die Schadensklassen, Haltungs- und Schachtzahlen und die Systemzahlen sind u. a. ein Ausdruck der Schwere der Schäden. Aus ihnen wird in der Praxis auch die Dringlichkeit der durchzuführenden Maßnahmen zu Rehabilitation abgeleitet

4.3.3 Zustandsbewertung baulich/betrieblich

Unter Zustandsbewertung versteht man die Verknüpfung der Ergebnisse der Klassifizierung mit maßgeblichen Einflussfaktoren. Beispielsweise wird die untersuchte und klassifizierte Haltung jetzt unter Berücksichtigung von Betriebsverhältnissen betrachtet. Die Bedeutung im Entwässerungssystem, Lage im Verkehr, Verkehrssicherungspflichten und andere Gesichtspunkte werden im Rahmen der Bewertung in Beziehung zu der Ergebnissen der Klassifizierung gesetzt.

4.3.4 Zustandsbeurteilung baulich/betrieblich

Die Einstufung der Ergebnisse der Inspektion nach dem Handlungsbedarf aufgrund der gestellten Anforderungen sowie maßgeblicher Einflussfaktoren wird Zustandsbeurteilung genannt. Sie besteht aus den Teilschritten Zustandsklassifizierung und Zustandsbewertung.

Die Übergänge zur Zustandsbewertung sind fließend. Es ist denkbar, dass Arbeitsschritte der Zustandsbeurteilung bereits im Rahmen der Zustandsbewertung vorgenommen werden.

4.4 Überwachung von Entwässerungsanlagen

Neben der Überwachung der baulichen Beschaffenheit der Kanäle, Leitungen, Schächte und Bauwerke ist es auch möglich, die Betriebsverhältnisse zu überwachen.

In der Praxis sind folgende Faktoren von besonderer Bedeutung:

- Fließgeschwindigkeit
- Durchflussmengen
- Füllungsgrad
- Schmutzfracht

Diese Parameter können an bestimmten ausgewählten Punkten, an denen die einzelnen Werte von Bedeutung sind, mit speziellen Geräten bzw. Sensoren gemessen und erfasst werden.

4.5 Einleiterüberwachung

In zunehmendem Maß wird von Behörden, insbesondere der Unteren Wasserbehörde, der Nachweis der Gewässerverträglichkeit bei Anträgen auf Verlängerung von Einleiterlaubnissen verlangt. Das heißt, dass der Einleiter nachweisen muss, dass seine einzuleitenden Abwässer die festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten.

An entsprechenden Messstellen können dazu mit entsprechenden Messgeräten und Sensoren die Inhaltsstoffe der eingeleiteten Abwässer detektiert werden. Ein typisches Beispiel ist der Probeentnahmeschacht nach Leichtflüssigkeitsabscheidern auf Tankstellen und anderen Abfüllanlagen für Kraftstoffe und Kraftfahrzeugwerkstätten sowie Industrie- und Produktionsanlagen, in denen mit wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird.

5. **Wartung und Instandhaltung**

5.1. Reinigung

Die Reinigung ist wesentlicher Bestandteil des Kanalbetriebs und beinhaltet in erster Linie das manuelle, mechanische und hydrodynamische Entfernen nicht verfestigter Sedimente (Ablagerungen) und loser Fremdkörper aus den Kanälen und Schächten. Die Reinigung von Kanälen beschäftigt in zahlreichen Firmen eine Vielzahl von Kolleginnen und Kollegen. Abscheider und Gräben sowie Trinkwasserleitungen und –brunnen sollen in diesem Vortrag nicht Gegenstand der Betrachtungen sein.

5.1.1 Geschichtliches

Historische Bedeutung hat die "kloaka maxima" in Rom, die vor etwa 2500 Jahren gebaut wurde. Als allgegenwärtige Probleme stellten sich bei der Nutzung eines Kanals – also seinem Betrieb – folgende Umstände und Faktoren heraus:

1. Mitgeführte Feststoffe sind vielfach schwerer als Wasser. Das führt zur Bildung von losen Ablagerungen und damit zur Querschnittsverminderung, daraus resultiert eine Reduzierung der Leistungsfähigkeit.

2. Das mit Fäkalkeimen belastete Wasser war die Ursache für Infektionskrankheiten wie z. B. Cholera und einen allgegenwärtigen Gestank.

Aus diesem Grund schlug im Jahre 1816 in Berlin der Bauschreiber Johann Christian Dedicke vor, die ca. 50 cm breiten und 60 cm tiefen Rinnsteine, die für den kanalisiertem Ablauf der Abwässer geschaffen worden waren, regelmäßig zu spülen. Das Problem war damit jedoch nicht zu bewältigen. So kam es dazu, dass der Bauingenieur James Hobrecht gemeinsam mit dem Arzt Rudolf Virchow um 1870 mit der Planung des Entwässerungsnetzes in Berlin beauftragt wurde. Hobrecht arbeitete später in Moskau und Tokio am selben Problem.

5.1.2 Die Notwendigkeit der Kanalreinigung

5.1.2.1 Selbstreinigungsvermögen

Kanäle sind unter bestimmten Voraussetzungen und in gewissen Grenzen in der Lage, sich selbst zu reinigen. Das Vermögen zur Selbstreinigung hängt vor allem von folgenden Faktoren ab:

1. Gefälle
2. Fließgeschwindigkeit
3. Beschaffenheit der zu transportierenden Stoffe
4. Reibungsbeiwert des Rohrmaterials
5. Sohlschubspannung, auch als Schleppspannung bezeichnet

Die Sohlschubspannung ist ein wichtiger Parameter, in den Gefälle, hydraulischer Radius, durchflossener Querschnitt und benetzter Umfang bereits eingeflossen sind. In dem Maß, wie sich die vorgenannten Faktoren zueinander ändern, wird auch das Selbstreinigungsvermögen der Kanäle beeinflusst. So kommt es praktisch zum Erliegen, wenn die Fließgeschwindigkeit zum Erliegen kommt.

5.1.2.2 Technische Faktoren als Anlass für die Kanalreinigung

Wie bereits erwähnt, sind im Abwasser mitgeführte Feststoffe oft schwerer als Wasser (siehe. Pkt. 1.1), was zur Bildung von losen Ablagerungen und damit zur Querschnittsverminderung führt. Die Folge ist die Reduzierung der Leistungsfähigkeit, die Zunahme der Geruchsbelastung und das Entstehen einer Gesundheitsgefährdung (auch Seuchengefahr nach Naturkatastrophen, z. B. Überschwemmungen).

Ein wesentlicher Grund für die Reinigung von Kanälen ist somit die Hygiene: verschmutzte Kanäle führen zu hoher Geruchsbelästigung und zu Gesundheitsgefährdungen (Cholera, Typhus, Ungezieferbefall usw.). Mitgeführte Fette und Öle und mit ihnen andere Stoffe haften an der Rohrwand von Abwasserkanälen. Daraus resultiert die Bildung von Anhaftungen oberhalb der Wasserlinie, was ebenfalls zur Querschnittsverminderung führt. Die Zerfallsprozesse der organischen Stoffe verursachen einen besonders penetranten Geruch. Die Verringerung der Fließgeschwindigkeit führt zu vermindertem Selbstreinigungsvermögen bis hin zum Versagen der Funktion: es kommt zur Verstopfung (Querschnittsverminderung 100%).

Schmutz an der Rohrwand und Ablagerungen auf der Sohle behindern die Zustandsbestimmung, deshalb ist die Reinigung Voraussetzung für die aussagefähige Untersuchung bzw. TV-Inspektion. Schmutz und Fremdkörper behindern den Einsatz der Geräte für die Sanierung: Packer, Roboter usw. haben annähernd das Kaliber des Kanals, Inliner und Kurzliner können nur auf die vollständig gereinigte Rohrwand gesetzt werden.

Ein maßgeblicher technischer Grund für Kanalreinigung ist heute die korrosive Wirkung von chemischen Reaktionsprodukten, die eine Zustandsverschlechterung vor allem von Betonbauteilen verursacht: biogene Schwefelsäure-Korrosion BSK ist die Hauptursache für die Beschädigung von Betonschächten schlechthin.

5.1.2.3 Bestandteile der Schmutzwasserfracht

Im Abwasser enthaltene Feststoffe lassen sich nach DIN 38409 in absetzbare Stoffe (ASS) und abfiltrierbare Stoffe (AFS) einteilen. Prinzipiell können die Stoffe im Spül- und Räumgut wie folgt unterschieden werden:

1. mineralische Bestandteile wie z. B. Sand, Kies, Geröll usw.
 2. organische Bestandteile wie z. B. Pflanzenteile, Nahrungsmittelreste, Fäkalien usw.
 3. Mischungen und Verbindungen aus organischen und mineralischen Stoffen
 4. Fremdkörper wie z. B. Bauabfälle, Besteckteile aus Metall, Sportgeräte, Holzstücke, Spielzeug usw.
 5. Chemikalien und chemische Reaktionsprodukte aus den Prozessen im Kanal
- Fremdkörper im Abwasser bergen vielfach Verletzungsgefahr in sich. Deshalb ist besondere Vorsicht geboten.

5.1.2.4 Gesetzliche Vorschriften, Normen und Regeln (Auswahl)

Bundeseinheitlich gilt das bereits erwähnte Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes – Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Es ist die Basis aller anderen gesetzlichen Vorschriften, Verordnungen und Normen. Es gelten unter anderem folgende ausgewählte Normen und Vorschriften (Auswahl):

- DIN EN 752 Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, T 7: Betrieb und Unterhalt
- DIN EN 14654-1 Management und Überwachung von Reinigungsmaßnahmen in Abwasserkanälen und -leitungen - Teil 1: Reinigung von Kanälen; Deutsche Fassung EN 14654-1:2005
- DWA-M 174 DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.): Betriebsaufwand für die Kanalisation - Hinweise zum Personal-, Fahrzeug- und Gerätebedarf; DWA-M 174, 2005
- DWA-A 147, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.): Betriebsaufwand für die Kanalisation - Betriebsaufgaben und Häufigkeiten; DWA-A 147, 2005
T 1: Betriebsaufgaben und Intervalle
T 2: Personal-, Fahrzeug- und Gerätebedarf
- RAL-GZ 961 Herstellung und Instandhaltung von Entwässerungsleitungen und -kanälen – Gütesicherung Kanalbau, Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., Beuth Verlag, 2006
- STLB-Bau LB 009 Standardleistungsbuch für das Bauwesen - STLB-Bau Leistungsbereich LB 009 – "Abwasserkanalarbeiten"; (unterliegt der ständigen Aktualisierung) ehemals: Standardleistungsbuch für das Bauwesen; Bauen im Bestand (BiB); Leistungsbereich 309; "Reinigung und Inspektion von Abwasserkanälen und -leitungen" (November 1996)
- Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen – Landeswassergesetz - LWG § 61

5.2 Ziele der Reinigung

Die DIN 14645-1 unterscheidet nach vorausschauenden und reaktiven Zielen. Die hauptsächlichen Ziele der Reinigung von Kanälen und Leitungen und der dazugehörigen Bauwerke sind:

- die Gewährleistung der sicheren Kanalfunktion
- die Gewährleistung des Gesundheitsschutzes und der Hygiene
- die Gewährleistung des Umweltschutzes
- der Schutz der Bausubstanz (Beton)
- Gewährleistung der Untersuchung, Wartung, Instandhaltung und Sanierung von Kanälen

5.2.1 Unterscheidung der Reinigungseinsätze

Reinigungseinsätze können grundsätzlich wie folgt unterschieden werden:

1. Havarieeinsatz - vorzugsweise bei Verstopfungen

Ziel ist die Beseitigung des Abflusshindernisses und die Wiederherstellung der Kanalfunktion.

Diese Einsätze erfolgen vielfach ohne Kamerabegleitung, die Ergebniskontrolle erfolgt über das Abflussvermögen.

2. Reinigung vor der Zustands- und Bestandserfassung

Ziel ist, eine freie Sicht auf die Rohrwand zu gewährleisten. Sie sollte möglichst 24 Stunden vor dem Kameraeinsatz erfolgen, weil eventuelle Undichtigkeiten danach besser sichtbar sind.

3. Unterhaltsreinigung als vorbeugende, in regelmäßigen Abständen ausgeführte Reinigung zur Gewährleistung eines bestimmten Sollzustandes

3. Reinigung vor Sanierungsarbeiten

Es wird der größtmögliche, technisch erforderliche Reinigungsgrad gefordert. Alle profilvermindernden Faktoren und trennenden Schichten sind zu entfernen. Kamerakontrolle ist unverzichtbar. Im Regelwerk wird dieser Reinigungseinsatz als Spezialreinigung bezeichnet.

5.2.2 Maßstab für den Reinigungserfolg

Maßstab für den Erfolg einer Reinigung ist immer das vorgegebene Reinigungsziel. So kann in der Praxis nicht von einer erfolgreichen Reinigung gesprochen werden, wenn der TV-Inspekteur im Anschluss an die Reinigung wegen loser Ablagerungen oder trüben Schmutzwassers die Rohrsohle nicht sehen kann, obwohl mit der TV-Inspektionskamera den Zustand des Kanals untersuchen soll. Andererseits ist im Ergebnis eines Einsatzes zur Beseitigung einer Verstopfung nur die Wiederherstellung der Kanalfunktion zu erwarten, nicht jedoch die Beseitigung sämtlicher Fremdbeläge auf der Rohrwand.

5.3 Grundlagen

5.3.1 Grundlegende Voraussetzungen für die Durchführung der Arbeiten

Für eine erfolgreiche Kanalreinigung sind folgende grundlegende Voraussetzungen und Kenntnisse von wesentlicher Bedeutung, weil sie die Basis für die Auswahl des Reinigungsverfahrens bilden:

5.3.1.1 Beschaffenheit der zu entfernenden Stoffe und Fremdkörper

Es ist für die Gerätewahl von entscheidender Bedeutung, ob lose Ablagerungen aus mineralischen oder organischen Stoffen durch HD-Spülung zu entfernen sind oder ob ein Wurzeleinwuchs zu beseitigen ist.

5.3.1.2 Arten und Formen der Kanäle

Wesentliche Unterscheidungsmerkmale für die Kanäle sind Nennweite, Form, Material und Medium.

5.3.1.2.1 Nennweiten

DN - Nennweite - gibt den Innendurchmesser in Millimetern an, bei Kunststoffrohren den Außendurchmesser.

Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal ist die Begehbarkeit:

- nicht begehbar: kleiner als DN 800
- begehbar: DN 800 und größer (Sicherheitsregeln der TBG für Bauarbeiten unter Tage – BGR 160)
- bei Längen über 50 bis 100 m: DN 1000 bei Kreisprofil, 1000 x 600 bei Kastenprofil
- bei Längen über 100 m DN 1200 bei Kreisprofil, 1200 x 600 bei Kastenprofil
- Schächte ab DN 800

Einzelne Netzbetreiber haben besondere Bestimmungen erlassen. Dort sind diese Festlegungen einzuhalten.

5.3.1.2.2 Formen

Profilformen: z. B.: Kreis-, Ei-, Kasten-, Maul-, Drachen-, Hauben-, Rinnen- Profile

Untergruppen: breite-, gestreckte-, überhöhte Kreis-, Ei-, Maul- Profile

weitere Untergruppen: mit einseitigem- mit beidseitigem Auftritt

Sonder- Profile

Bauwerke, auch polygone

5.3.1.2.3 Materialien

Das Material beeinflusst in gewissen Grenzen die Auswahl der Reinigungstechnik. Die folgenden Materialien finden im Kanalbau Verwendung:

- Naturstein
- Mauerwerk
- Beton und Ortbeton
- Stahlbeton
- Keramik - Steinzeug

- Stahl
 - Grauguss - GG
 - duktiler Guss - GGG
 - PVC - Polyvinylchlorid
 - PE - Polyethylen
 - PE HD - Polyethylen high density
 - PP - Polypropylen
 - GFK – Glasfaserverstärkter Kunststoff
- Weitere Materialien sind im Sinne des technischen Fortschritts möglich.

5.3.1.2.4 Medium

Als Medium wird allgemein die Art des abgeführten Abwassers bezeichnet. Aus der Art des Mediums resultiert der Entsorgungsweg der festen und flüssigen Abfälle. Die Art der Entsorgung ist nachzuweisen (Nachweisordnung). Man unterscheidet vor allem:

- Schmutzwasser SW
- Regenwasser RW
- Mischwasser MW
- wassergefährdende Stoffe

5.3.1.2.5 Betriebsweisen

Man unterscheidet hauptsächlich Freispiegelleitungen, Druckleitungen, Drainagekanäle und Düker.

5.3.1.2.6 Pläne und Bestandsunterlagen

Aus den Plänen und Bestandsunterlagen sollen die wichtigsten Angaben zu den zu reinigenden Kanälen hervorgehen. Diese Unterlagen ermöglichen auch das Auffinden der Kanäle vor Ort und die Unterscheidung von anderen, in unmittelbarer Nähe verlaufenden Kanälen und Leitungen. Aus den Plänen sollte mindestens hervorgehen:

- Darstellung des Verlaufs der Kanäle, Leitungen
- Lage der Schächte
- Bezeichnung der Schächte und Haltungen
- Länge der Haltungen, des Hauptkanals/Sammler, Rinnen, Fallrohre und Anschlussleitungen
- Lage im Verkehrsraum
- Fließrichtung
- Nennweiten der Kanäle, Leitungen und Schächte
- Material
- Medium

5.3.1.2.7 Betriebsvorschriften und -verhältnisse

Bei der Reinigung sind vielfach die besonderen Betriebsverhältnisse und die dazu erlassenen Vorschriften der Netzbetreiber (Auftraggeber) zu beachten:

- Dienstanweisungen (z. B. Festlegung des Kanalbetriebes über Termine und periodische Reinigungszyklen)
- Belastung der Kanäle (Wassermengen zu Spitzenzeiten)
- Schmutzfracht, vor allem bei RW-Kanälen
- Rohrmaterialien
- sanierte Kanalabschnitte und Schächte

5.3.2 Besonderheiten der Grundstücksentwässerungsanlagen

Grundstücksentwässerungsanlagen (GEA) sind die Entwässerungsanlagen, die sich außerhalb des öffentlichen Raumes auf privatem Grund und Boden befinden und die Abwässer privater Nutzer ableiten. Es handelt sich also beispielsweise um Wohngrundstücke, Gewerbeflächen und Produktionsbetriebe. In Deutschland geht man zurzeit von mehr als 1,3 Mio. km Gesamtlänge der Grundstücksentwässerungsanlagen aus. Ein großer Teil dieser Anlagen ist seit der Erstellung noch nicht untersucht worden.

Die exakte Abgrenzung der GEA ist von Gemeinde zu Gemeinde unterschiedlich. Teilweise ist der noch auf dem Grundstück befindliche Übergabeschacht die Grenze, andernorts ist es die Grundstücksgrenze und wieder woanders ist es der Anschlusspunkt an den öffentlichen Kanal. Grundstücksentwässerungsanlagen weisen folgende für die Reinigung wesentliche Besonderheiten auf:

- Aus der Lage auf privatem Grund resultieren bestimmte Rechtsverhältnisse. Es gilt neben anderen Gesetzen Grundstücksrecht. Wegerecht und Grunddienstbarkeiten sowie Nachbarschaftsverhältnisse sind zu beachten.
- Schächte und Revisionsöffnungen sind mit Spülfahrzeugen vielfach nicht anfahrbar. Geräte müssen an den Arbeitsort getragen werden. Vor Ort sind Platzverhältnisse vielfach eingeschränkt.
- Anstelle eines DIN-Deckels findet man vielfach normwidrige Schachtabdeckungen.
- Häufig findet man Leitungen mit Nennweiten kleiner als DN 100, insbesondere im Sanitärbereich. Dadurch wird der Geräteeinsatz eingeschränkt.
- Revisionschächte sind vielfach in der Dimension DN 400 zu finden. Auch dadurch wird der Geräteeinsatz beeinflusst.
- Oft liegen innerhalb einer Haltung Querschnittsveränderungen ohne Schacht (Übergangsstücke, Reduktionen usw.) vor.
- Nicht selten sind einzelne und mehrfache Richtungsänderungen bis zu 90° innerhalb einer Haltung ohne Schacht anzutreffen.
- Mitunter stößt man auf Abzweige und Stutzen in gleicher oder kleinerer Nennweite in der Haltung, mit der die GEA des Nachbargrundstückes angeschlossen ist.
- Eingebaute Rückstauklappen und Hebeanlagen beeinflussen häufig den Geräteeinsatz.
- Vielfach ist den Grundstückseigentümern der exakte Verlauf der Leitungen unbekannt.
- Oftmals fehlt die Möglichkeit, das Spülgut abzusaugen oder anders zu bergen.

5.4 Verfahren der Kanalreinigung

5.4.1 Geschichtliches

Rinnsteine, die Vorläufer der Kanäle, sammelten das Abwasser, das aus den „Gossen“ kam, und führten es den Vorflutern (Flüssen) zu. Im Grunde waren es schlecht gemauerte offene Jauchegräben, aus denen es buchstäblich zum Himmel stank. Die sich ablagernden Feststoffe wurden manuell mit Schaufeln, Besen und Eimern gehoben, auf Fuhrwerke geladen und abtransportiert. Im Jahre 1816 schlug der Bauschreiber Dedicke vor, in Berlin regelmäßige Spülungen der Rinnsteine vorzunehmen. Um dies zu realisieren, sollte 1830 eine Dampfmaschine errichtet werden, die die Rinnsteine spülen und gleichzeitig den Lustgarten bewässern sollte. Man errichtete eine Wasserhebemaschine, welche Spreewasser durch die Rinnsteine spülen sollte. Das Problem wurde damit jedoch nicht zufrieden stellend gelöst und in den 70er Jahren des 19. JH entwickelte James Hobrecht gemeinsam mit dem Arzt Rudolf Virchow ein Kanalnetz aus unterirdisch verlegten Rohren, in denen das Abwasser Pumpwerken zugeführt wurde, von wo man es auf Rieselfelder pumpte. Zur Reinigung dieser Kanäle benötigte man neue Verfahren und Geräte. Zum Einsatz kamen Bürsten, Schilde und Spülbälle, die an Seilen durch den Kanal gezogen wurden: Seilriefen an der Rohreinbindung bei alten Keramik-Kanälen zeugen noch heute von dieser Arbeit (mechanischer Verschleiß). Spülschilde setzte man vor allem in Großprofilen ein. Ihr Antrieb erfolgte mit der Flut, geführt und gesichert mit Seil. Noch heute gibt es in einzelnen Großprofilen diese Vorrichtungen. Mit der Schwallspülung erfolgte erneut der Einsatz des Wassers als Werkzeug. Der Kanal wurde abgesperrt, bis er einen bestimmten Füllungsgrad erreicht hat. Die Freigabe erfolgt im Augenblick des gewünschten Wasserstandes. Der hohe Volumenstrom und die Fließgeschwindigkeit mobilisierten die Ablagerungen und wurden für den Feststofftransport genutzt. Heute sind neue Geräte für die zielgerichtete Schwallspülung verfügbar (Ejektoren). In der Mitte der 50er Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde in Duisburg erstmals die Wasserhoch-

druckreinigung eingesetzt. Deshalb wird diese Methode auch als Duisburger Verfahren bezeichnet. Die HD-Reinigung, auf die unter Pkt. 5.3 näher eingegangen wird, hat sich weltweit durchgesetzt.

5.4.2 Entfernen profilvermindernder Faktoren

Nach einigen Jahren des Betriebs gelangten neben Feststoffen auch Baumwurzeln über die Rohrverbindungen und andere Undichtigkeiten in den Kanal. Man entwickelte verschiedene Wurzelschneider und Wurzelreißer zum Beseitigen der Wurzeln, die den Abfluss erheblich behindern konnten und damals wie heute ein Problem darstellen können.

Feste Ablagerungen verschiedenster Art aus Mörtel, Beton, verfestigten Sedimenten oder mineralischen Inkrustationen, die durch Grundwasserinfiltration entstanden, entfernte man früher und auch heute noch in Großprofilen manuell mit entsprechendem Werkzeug. In nicht begehbaren Kanälen setzt man heute Roboter und mit Wasserhochdruck angetriebene hydrodynamische Fräsgeräte (z. B. Kettenschleudern, Schlagbohrfräsen u.a.) ein.

Das Entfernen profilvermindernder Faktoren ist oft die Voraussetzung dafür, eine Reinigung mit HD-Spülgeräten durchführen zu können.

5.4.3 Hochdruckreinigung

Heute werden ca. 90% der Reinigungsarbeiten in Kanälen und Schächten mit Wasserhochdruck unter Einsatz von Spülfahrzeugen oder kombinierten Spül- und Saugfahrzeugen ausgeführt. Der auf den Fahrzeugen erzeugte Wasserdruck beträgt je nach Typ und Ausstattung zwischen ca. 80 bar und ca. 230 bar (an der Pumpe). An einem flexiblen Hochdruckschlauch (DN 13 bis 32) wird eine Düse in der erforderlichen Ausführung fest verschraubt. Mit entsprechendem Volumenstrom von bis zu 600 l/min werden Schlauch und mit ihm die Düse nach dem Rückstoßprinzip in die Haltung gefahren und mit der dem Reinigungszweck angepassten Geschwindigkeit zurückgezogen, wobei Ablagerungen in der Rohrsohle und Anhaftungen an der Rohrwand mobilisiert werden. Das gelöste Spülgut wird zum Anfangsschacht gefördert. Oft sind mehrmalige Spülgänge notwendig, um das geforderte Ergebnis zu erreichen. Beim Einsatz von kombinierten Spül- und Saugfahrzeugen wird das geförderte Spülgut sofort in den Kessel des Fahrzeuges aufgesaugt und kann anschließend zur fachgerechten Entsorgung transportiert werden.

Neben der Reinigung mit Wasserhoch- bzw. höchstdruck (bis ca. 3000 bar) kann die Reinigung von Bauwerkswänden auch mit festem Strahlgut (Hochofenschlacke) oder Wasser- Granulatgemisch und Drücken um 400 bar erfolgen.

5.4.3.1 Techniken und Geräte

5.4.3.1.1 HD-Spülfahrzeuge, auch funkferngesteuert

In der Praxis sind unterschiedlich ausgestattete Fahrzeuge verfügbar, die durch die Hersteller den jeweiligen Anforderungen angepasst werden können. Anwendung finden unter anderem

- „Spülbusse“
- Spezialspüler mit hohen Druck- und Wasserleistungen
 - mit zusätzlicher Handlanze für die Schachtreinigung
 - Einsatz von DN 50 bis DN 2200

5.4.3.1.2 kombinierte HD-Spül- und Saugfahrzeuge

Entscheidendes Merkmal dieser Fahrzeuge ist das Spülen des Kanals mit Wasserhochdruck bei gleichzeitigem Absaugen des Spülgutes. Es sind Fahrzeuge verfügbar mit Wasseraufbereitung zur Wiedergewinnung des Spülwassers. Daraus resultiert eine Ersparnis an Trinkwasser und Zeit. Es sind Fahrzeuge in unterschiedlicher Ausstattung und Größe verfügbar, die Palette reicht von - 2-achsigen Fahrzeugen mit Leistungen zwischen ca. 80 bar bis ca. 150 bar Pumpendruck und ca. 100 Liter Wasser je Minute bis hin zu - 4- oder 5-achsigen Fahrzeugen mit Leistungen bis zu ca. 230 bar Pumpendruck und ca. 605 Liter Wasser je Minute, einem Luftansaugvolumen von über 7000 m³ Luft je Stunde und Schlauchlängen über 1000 m

5.4.3.2 Düsen und hydraulisch angetriebene Geräte

Düsen erzeugen den für die Reinigung erforderlichen leistungsfähigen Wasserstrahl. Sie sind in vielfältigen Formen verfügbar. Man kennt u.a.

- Radialdüsen
- Flach- und Flachkeildüsen
- Düsen zur Verstopfungsbeseitigung - Vorstrahldüsen („Stocherdüsen“)
- Drehstrahl- oder Rotationsmanteldüsen
- Sonderdüsen: z.B. „Sehende Düse“, „Umkehrdüse“, „Keildüse“, „Sohldüse“ etc.

Hydraulisch angetriebene Geräte dienen dazu, Ablagerungen zu beseitigen, die mit den Düsen nicht entfernt werden könnten. Zur Verfügung stehen unter anderem

- Kettenschleudern
- Schlagbohrdüsen
- Molche

5.4.3.3 mechanische Geräte

Zur Beseitigung von Fremdkörpern aus Kanälen und Leitungen, in denen der Einsatz von Wasserhochdrucktechnik nicht möglich ist oder keinen Erfolg verspricht, sind mechanische Geräte verfügbar, z. B.:

- Spiralen mit vielfältigen Köpfen
 - Stahlfedermolche
 - Wurzelreißer
 - Wurzelschneider
- und andere

Der Einsatz von mechanischen Geräten setzt gute Fachkenntnisse und „Fingerspitzengefühl“ des Monteurs voraus. Da die Geräte selbst nicht mit einer Kamera ausgerüstet sind, muss der Monteur das Verhalten seines Gerätes genau kennen und die Anzeichen für die Abläufe in der Leitung richtig werten und entsprechend reagieren. Die Arbeiten sollten stets unter Beobachtung einer separaten Kamera erfolgen.

5.4.4 Roboter (Auswahl)

Als Roboter bezeichnet man grundsätzlich ferngesteuerte, fahrbare Geräteträger, die über eigene Kameratechnik verfügen und damit unter TV-Beobachtung arbeiten. Zum Entfernen profilvermindernder Faktoren sind unter anderem einsetzbar die Modelle

- KA-TE- Roboter (hauptsächlich in Vorbereitung auf und während der Sanierung)
- Sika- Roboter (hauptsächlich in Vorbereitung auf und während der Sanierung)
- Primo- Roboter (hauptsächlich in Vorbereitung auf und während der Sanierung)
- Hächler-Roboter (hauptsächlich in Vorbereitung auf und während der Sanierung)

u.a.

5.5 Sondertechniken und -geräte

Für besondere Anwendungsfälle, in denen Standardleistungen nicht erfolgversprechend sind, sind Sondertechniken und Geräte verfügbar, zum Beispiel Wasser-Höchstdrucktechnik mit Drücken über 400 bar bis 4000 bar, Sandstrahlen mit festem Strahlgut (Hochofenschlacke), Strahlen mit Wasser-Granulat-Gemisch, die Druckrohrreinigung (auch TWDL und ADL) mit Molchen, die kombinierte Luft-Wasser-Spülung und die Schwallspülung.

5.6 Anforderungen

5.6.1 Anforderungen an die Firma

Der Erfolg der Arbeiten ist u.a. von der Leistungsfähigkeit der ausführenden Firma abhängig.

Mit dem RAL-Gütezeichen R sind bestimmte Anforderungen an

- Qualifikation des Personals,
- Qualität der Arbeitsausführung
- Fachkunde und Zuverlässigkeit
- Einhaltung des Arbeitsschutzes

verbunden, die neben Referenzen als Nachweis für Fachkunde und Zuverlässigkeit dienen können.

5.6.2 Anforderungen an das Personal

Die wichtigste Anforderung für die fachgerechte Ausführung der Arbeiten ist die fachliche Qualifikation der Monteure. Darüber hinaus müssen die Kollegen auch die körperliche Eignung nach arbeitsmedizinischen Kriterien nachweisen.

TBG-Gruppen G11: Schwefelwasserstoff

G20: Lärm

G24: Hauterkrankungen

G25: Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten

G26.3: Atemschutzgeräte

G41: Arbeiten mit Absturzgefahr

G42: Infektionskrankheiten

5.6.3 Anforderungen an die Geräte

Eingesetzte Geräte sollten dem Stand der Technik entsprechen. Sie müssen mängelfrei sein.

Besonders zu achten ist auf Einhaltung der Prüfvorschriften, insbesondere für Gaswarngeräte, Absperrorgane und alle anderen Sicherheitseinrichtungen.

Werden Prüfintervalle von Düsen nicht eingehalten, ist mit Druckabfall und verminderter Leistungsfähigkeit zu rechnen. Fahrzeuge selbst sind auf Einhaltung der Emissionswerte und Geruchsbelastung zu überprüfen. GGVS-Fahrzeuge unterliegen besonderen Prüfvorschriften.

5.7 Fehler

Die Ursachen nicht fachgerechter Durchführung sind vielfach

- falsche Gerätewahl (z.B. Drehstrahldüse oder Kettenschleuder)
- Düsen zu klein oder zu groß
- Volumenstrom und Arbeitsdruck falsch gewählt
- fehlende Vorflut (kein Spülguttransport)
- Absperrorgan nicht gesichert
- fehlende Anliegerinformation: Schäden durch Rückstau und Druckstoß bis in die Sanitärbereiche (Toilettendeckel!)
- falsche Bedienung von Fahrzeugen und Geräten

Die Folgen nicht fachgerechter Durchführung sind in der Regel

- mangelhafte, ungenügende Reinigung
- Beschädigung von Kanalteilen (außenliegende Abstürze, Schachtgerinne)
- Beschädigung von Fahrzeugen und Geräten
- Lösen von Scherben aus dem Verbund: heller Sand = Alarmsignal
- Unfälle, Verletzungen

Die Konsequenzen der vorgenannten Probleme sind

- immer finanzielle Verluste
- oftmals juristische Streitigkeiten
- ggf. strafrechtliche Konsequenzen

5.8 Praktische Erfahrungen und Tipps

- Düsen mit kleinem Strahlwinkel ziehen den Schlauch besser als solche mit großem Strahlwinkel
- deshalb: Schlauch mit Düse mit kleinem Strahlwinkel bis zum Endschaft ziehen, dort Düse wechseln

- Schlauch nicht schneller in die Haltung laufen lassen, als er gezogen wird
- Ausnahme: Großprofile mit starken Ablagerungen und schwerer Düse („Sohlenräumer“)
- bei Reinigungsarbeiten zum Entfernen fester Ablagerungen immer Kamerabegleitung einbeziehen
- die maximale Saugtiefe der Kombis und Saugfahrzeuge beträgt selten mehr als 8 m, wenn nur Wasser gesaugt wird, bei Feststoffen noch weniger, mitunter nur etwa 5 m, größere Saugtiefen sind nur mit Hilfsmitteln erreichbar
- Toilettendeckel können mit einem wassergefüllten Eimer beschwert werden, um ihr Hochspringen bei plötzlichen Druckstößen und fehlender Rückstausicherung zu verhindern
- Aerosol-Bildung am Endschacht kann vermindert werden, wenn der Druck kurz vor Erreichen des Schachtes reduziert wird
- der effektive Druck an der Düse nimmt mit zunehmender Schlauchlänge ab -> nicht benötigte Längen abkuppeln
- der effektive Druck vermindert sich auch in dem Maß, je mehr auf der Haspel aufgewickelt ist -> nach Möglichkeit Haspeln mit großem Kerndurchmesser nutzen
- die eingeschraubten Düseneinsätze sind Verschleißteile – die Bohrungen werden mit der Zeit größer und der effektive Druck an der Düse nimmt ab -> Düsen regelmäßig mit Düsenlehre prüfen

5.9 Entsorgung der Reinigungsrückstände

Bei der Reinigung von Kanälen, Leitungen, Schächten und Bauwerken anfallendes Spülgut ist ausnahmslos Abfall und entsprechend den gesetzlichen Vorschriften zu entsorgen. Es gilt das Europäische Abfallverzeichnis, in welchem Abfälle nach Herkunft und Inhaltsstoffen klassifiziert sind. Abfälle aus Kanalisationen und Fäkalschlamm sind entsprechend des Kreislaufwirtschaftsgesetzes zu entsorgen. Die Entsorgung ist entsprechend der Nachweisordnung zu dokumentieren und lückenlos nachzuweisen. Abfälle werden von dazu zugelassenen Unternehmen zu einer Anlage transportiert, wo sie in der dafür vorgesehenen Art behandelt werden. Spülgut aus anderen Anlagen, die nicht dem kommunalen Abwasser zuzuordnen sind und die mit gefährlichen Inhaltsstoffen belastet sind, sind zu analysieren. Auf der Grundlage der Analyse wird der weitere Entsorgungsweg - z. B. zu einer speziellen Aufbereitungsanlage - festgelegt. Entgegen einer althergebrachten Auffassung gehen die Abfälle nicht in das Eigentum des Reinigungsunternehmens über. Nach Kreislaufwirtschaftsgesetz und Nachweisverordnung bleiben Abfälle bis zu ihrer ordnungsgemäßen Entsorgung im Besitz des Erzeugers, der bis zum Nachweis der Entsorgung die Verantwortung dafür behält.

5.10 Rattenbekämpfung

Ratten in der Kanalisation stellen ein erhebliches Gefährdungspotenzial als Überträger von gefährlichen Infektionskrankheiten dar. Deshalb ist Rattenbefall zu unterbinden. Der wichtigste Schritt ist dabei die Vorbeugung. Ratten halten sich nur dort auf, wo sie neben anderen Voraussetzungen ausreichend Futter finden. Andere Voraussetzungen mögen noch so gut sein – ohne ausreichende Nahrung kann sich keine Population ausbilden. Der Kanal bleibt dann höchstens Wanderweg.

Deshalb ist es wichtig, dass keine fressbaren Stoffe in die Kanalisation gelangen. Reste aus der Zubereitung von Speisen wie z. B. Gemüseabfälle oder Speisereste dürfen nicht über Toiletten entsorgt werden.

Die Reinigung von Kanälen spielt wie bereits erwähnt eine wichtige Rolle bei der Gewährleistung von Gesundheitsschutz und Hygiene. In regelmäßig gereinigten Kanälen finden Ratten kaum Möglichkeiten für eine ausreichende Nahrungsversorgung.

Ist der Rattenbefall eingetreten, werden vielfach Giftköder angewendet, um die Population zu verringern.

6. Instandsetzung von Entwässerungssystemen

Durch den natürlichen Alterungsprozess, mechanische Überlastungen und andere Ursachen wird die Substanz der Kanäle, Rohrleitungen und Schächte beeinträchtigt, so dass Maßnahmen zur Wiederherstellung des Sollzustandes notwendig werden.

In den zurückliegenden Jahren wurde eine Vielzahl von Verfahren zur Beseitigung von Schäden an vorhandenen Ver- und Entsorgungskanälen und -leitungen entwickelt und weiterentwickelt, so dass es praktisch kaum möglich ist, alle Verfahren in diesem Rahmen vollständig zu beschreiben. Die nachfolgenden Betrachtungen sollen auf der Grundlage des Regelwerkes einen Überblick über die

Möglichkeiten zur Sanierung von Kanälen, Rohrleitungen und Schächten geben. Auf dieser Basis kann im Bedarfsfall eine eingehende Betrachtung einzelner Probleme erfolgen.

6.1 Geschichtliches

Die Sanierung von Kanälen, Rohrleitungen und Schächten ist ein verhältnismäßig junger Zweig des Bauwesens. In Deutschland begann man zunächst in Bergbaugebieten, durch Setzung verursachte Schäden an Schächten und begehbaren Großprofilen in geschlossener Bauweise zu beseitigen. Die technisch zum Teil äußerst anspruchsvollen Verfahren zur Sanierung nicht begehbare Profile wurden später in den 70er und 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts entwickelt. Diese Entwicklung schreitet bei wachsendem Sanierungsbedarf stetig voran.

6.2 Schadensursachen

Als Schadensursache kommt eine Vielzahl von Faktoren in Betracht, die teilweise allein, teilweise jedoch auch im Komplex auftreten und negativ auf die Substanz der Kanäle, Rohrleitungen und Schächte einwirken. Häufige Schadensursachen sind zum Beispiel:

- Fehler beim Bau
- Lageveränderungen
- Undichtigkeiten
- Punktlasten
- chemische und biochemische Korrosion
- Erosion durch transportierte Feststoffe
- Kavitation
- unangemessene Betriebsbedingungen und andere mehr.

Fehler beim Bau können zum Beispiel sein

- nicht fachgerechte Verdichtung
 - undichte Bauwerksanschlüsse
 - ungenügendes Gefälle
 - falsche Materialwahl
- u. s. w.

Fehler beim Bau wirken sich mitunter erst nach Jahren oder gar Jahrzehnten aus. Mitunter sind auch Planungsfehler und mangelnde Kontrolle bei der Ausführung für Fehler beim Bau mitverantwortlich.

Die Folge von Baufehlern sind hauptsächlich Undichtigkeiten, die an Rohrverbindungen, Schachtan-schlüssen und Stützen auftreten können sowie Lageabweichungen, die ihrerseits weitere Schäden zur Folge haben. Das Resultat der Undichtigkeiten ist Grundwasserinfiltration in die Kanäle, Rohrleitungen und Schächte bei gleichzeitigem Ausspülen der Feinanteile aus der Bettung, die dadurch Volumen verliert. Die daraus resultierenden Lageabweichungen führen unter anderem zu Punktlasten im Bereich von Rohrverbindungen und in der weiteren Folge zu Riss- und Scherbenbildungen und zum Bruch.

Lageveränderungen infolge von Undichtigkeiten sind neben punktueller mechanischer Überlastung die Hauptursache für Riss- und Scherbenbildungen in Kanälen aus keramischen Werkstoffen und Beton. Man unterscheidet grundsätzlich

- horizontale Versätze
- vertikale Versätze
- axiale Verschiebungen
- Ausbiegungen = Abwinklungen

Ein falsches Gefälle führt einerseits zu vermindertem Selbstreinigungsvermögen durch reduzierte Sohlschubspannung in Sammelkanälen und andererseits zu vermindertem Selbstreinigungsvermögen in Hausanschlussleitungen durch zu hohe Fließgeschwindigkeit. Wie auch im Bereich von Rohrabsenkungen können sich dort Ablagerungen bilden, die einen erhöhten Reinigungsaufwand erforderlich machen.

Punktlasten werden hauptsächlich verursacht durch

- Lageabweichungen, die zum Kontakt von Spitz- und Muffenende an den Rohrverbindungen führen
- rohrschädigende Fremdkörper
- fehlerhaften Geräteinsatz bei Tiefbauarbeiten

Die Folge sind punktuelle Verformungen in biegeweichen und Brüche in biegesteifen Rohren.

Chemische Korrosion ist hauptsächlich in Betrieben der chemischen Industrie von Bedeutung. Ihr wird durch entsprechende Materialwahl entgegengewirkt.

Biochemische Korrosion gewinnt zunehmende Bedeutung in kommunalen Entwässerungsnetzen und im privaten Sektor. Im Mittelpunkt steht dabei biogene Schwefelsäurekorrosion BSK, die unter bestimmten Voraussetzungen hauptsächlich Schächte und Sammelräume aus Beton massiv schädigt. Erosion durch die schleifende Wirkung transportierter Feststoffe findet man vor allem in Regen- und Mischwasserkanälen aus Beton. Sichtbares Zeichen sind hauptsächlich Fehlstellen in der Sohle.

Kavitation, die auch an Schiffspropellern und Turbinenläufern vorkommt, wird durch hohe Fließgeschwindigkeit und in Verbindung mit dem Druck vorwiegend in Druckrohren verursacht.

Unangemessene Betriebsverhältnisse sind zum Beispiel

- lange Verweildauer von Abwässern in den Kanälen und Rohrleitungen
- Rückstauereignisse durch hydraulische Überlastung
- Einwirkung aggressiver Chemikalien auf ungeschützte Rohrmaterialien
- fehlende Kontrolle, Wartung und Instandhaltung

6.3 Sanierung

Sanierung ist die Gesamtheit der Maßnahmen zur Wiederherstellung oder Verbesserung von vorhandenen Entwässerungssystemen (DIN EN 752) und wird in drei Kategorien unterteilt:

- Reparatur
- Renovierung (Renovation)
- Erneuerung

Auf diese Kategorien wird in den Punkten 6.3.2, 6.3.3 und 6.3.4 näher eingegangen.

6.3.1 Vorarbeiten zur Sanierung

6.3.1.1 Untersuchung

Hauptgrundlage für die Vorbereitung von Sanierungsarbeiten ist die Beschaffung der Informationsbasis.

Aus Planunterlagen sind technische Daten (Stammdaten) zu den Kanälen, Rohrleitungen und Schächten zu entnehmen. Durch Untersuchung der Anlagen ist der Zustand zu bestimmen. Die Inspektion erfordert in der Regel Vorarbeiten wie Reinigung und Beseitigung profilvermindernder Faktoren, die die Sicht auf die Rohrwand und den Geräteinsatz verhindern.

Neben der TV-Inspektion kommen auch Spiegelung und Begehung zur Anwendung.

Die Spiegelung hat den erheblichen Nachteil, dass nur in das Profil einragende Faktoren auf größere Entfernung erkannt werden können. Auch Verschmutzungen sind sichtbar und können hinsichtlich ihrer Ausdehnung eingeschätzt werden. Risse und Scherben sind mit zunehmender Entfernung vom Schacht nicht mehr sichtbar. Das Ergebnis einer Spiegelung kann ohne besonderen Aufwand nicht dokumentiert werden und erfordert Erfahrung und Geschick vom Anwender sowie vorzugsweise sonniges Wetter.

Die Begehung erfolgt in Großprofilen und Schächten. Art und Weise der TV-Inspektion und die Dokumentation sind in der DIN EN 13508 und dem Merkblatt DWA-M 149-5 geregelt.

6.3.1.2 Reinigung

Die Reinigung wurde im Kapitel 5 bereits als wesentlicher Bestandteil des Kanalbetriebs beschrieben. Die Reinigung vor der Sanierung ist besonders sorgfältig auszuführen. Für bestimmte Sanierungsverfahren ist die Oberflächenvorbehandlung besonders vorgeschrieben.

So verlangt die VSB-Empfehlung Nr. 2 „Kurzlinertechnik“, die in das DWA-Regelwerk eingeflossen ist, die Vorbereitung der Rohroberfläche in dem Maß, dass eine vollflächige Verklebung des Kurzliners, der aus einem kunstharzgetränktem Glasfaservlies besteht, möglich ist. D.h., dass sämtliche Fremdbeläge und trennenden Schichten zu entfernen sind. Die Anforderungen an die Reinigung vor dem Schlauchlining sind besonders hoch, weil Fehler nicht mehr oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand zu korrigieren sind. Nicht umsonst bezeichnet das Regelwerk die Reinigung vor der Sanierung als Spezialreinigung.

6.3.1.3 Beseitigen profilvermindernder Faktoren

Störende Hindernisse wie z.B. Wurzeln, einragende Stützen, feste Ablagerungen und Inkrustationen können mit standardmäßiger Hochdruckreinigung vielfach nicht entfernt werden.

Neben Feststoffen gelangen auch Baumwurzeln über die Rohrverbindungen und über Risse in den Kanal. Durch Undichtigkeiten entstehen teilweise massive Inkrustationen, infiltriertes Material aus der Bettungszone kann Sedimente bilden.

Diese und andere profilvermindernde Faktoren verschiedenster Art aus Mörtel, Beton, verfestigten Ablagerungen oder einragendem Dichtmaterial entfernte man früher und auch heute noch in Großprofilen manuell mit entsprechendem Werkzeug. In nicht begehbaren Kanälen setzt man heute Roboter und mit Wasserhochdruck angetriebene hydrodynamische Fräsgeräte (z. B. Schlagbohrfräsen) ein.

Das Entfernen profilvermindernder Faktoren vielfach eine elementare Voraussetzung für den Einsatz der Sanierungsverfahren.

6.3.1.4 Verfahrensbedingte Vorarbeiten

Für eine Vielzahl von Sanierungsverfahren sind besondere Vorarbeiten erforderlich. Das können unter anderem sein:

- Wasserhaltung/Aufrechterhalten der Vorflut
 - besondere Oberflächenvorbereitung (z. B. Sandstrahlen)
 - Einbau von Gerüsten in Großprofilen und Bauwerken
- u.s.w.

Insbesondere das Aufrechterhalten der Vorflut stellt besondere Anforderungen an Planung und Vorbereitung. Mögliche Wassermengen müssen exakt ermittelt werden. Eine fehlerhafte Beurteilung des Aufwandes für das Aufrechterhalten der Vorflut kann über Erfolg oder Misserfolg einer Sanierungsmaßnahme entscheiden. Die Interimslösung für die Abwasserentsorgung ist eine Spezialleistung.

6.3.2 Reparatur

Reparaturen zur Beseitigung örtlich begrenzter Schäden können sowohl in offener als auch geschlossener Bauweise ausgeführt werden. Reparaturverfahren, die in geschlossener Bauweise angewendet werden, sind beispielsweise

- Roboterverfahren (z.B. Ka-Te, Primo, KASRO, Sika, Cosmic, ITS, Hächler u.a.)
- Einbau von Kurzlinern (z.B. Partliner, Pointliner, TUBITO, HST-Short-Flex u.a.)
- Muffeneinzelabdichtung
- Reparatur von Mauerwerk in Großkanälen
- die Reparatur eines Schachtgerinnes
- das Beheben eines örtlich begrenzten Schadens in offener Bauweise

Innerhalb der Gruppen der Roboter- und Kurzlinerverfahren gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Modelle und Marken. Es ist zu beachten, dass insbesondere bei Kurzlinerverfahren Namensrechte bestehen, deren Verletzung rechtliche Konsequenzen nach sich ziehen kann. Kurzliner bestehen prinzipiell aus einem mit Kunstharz getränktem korrosionsbeständigen ECR-Glasfasergewebe.

Zu den Reparaturverfahren zählen außerdem flüssigkeits- und gelbasierende Abdichtungsverfahren wie das Flutungsverfahren und die Muffeneinzelsanierung. Dabei werden mehrkomponentige Flüssigkeiten bzw. Gele unter hydrostatischem Druck oder mittels Pumpendruck durch undichte Rohrverbindungen und andere Undichtigkeiten in den umgebenden Boden gedrückt, wo sie gemeinsam mit dem Boden ein Konglomerat bilden, das die Abdichtung von außen bewirkt.

In offener Bauweise kommen Reparaturen praktisch an allen Anlagen zur Beseitigung örtlich begrenzter Schäden in Betracht. Typische Beispiele sind die Auswechslung schadhafter Stutzen bzw. Abzweige oder die Auswechslung einzelner schadhafter Rohre.

6.3.3 Renovierung (Renovation)

Renovierung umfasst alle Maßnahmen zur Verbesserung der Funktionsfähigkeit von Abwasserleitungen und -kanälen unter vollständiger oder teilweiser Einbeziehung ihrer ursprünglichen Substanz.

Wesentliches Merkmal ist in der Regel die Schadensbeseitigung von Schacht bis Schacht. Im Rahmen der Renovierung findet heute hauptsächlich das Schlauchlining – auch als Schlauchrelining oder Relining bezeichnet – Anwendung. Dabei wird ein mit Kunstharz getränkter Glasfasergewebe- oder Polyesternadelfilzschlauch in die defekten Haltungen eingebracht und dort unter Druck mit oder ohne Wärmezufuhr zum einem glatten, muffenlosen Rohr ausgehärtet. Auf diese Art kann eine Vielzahl von Schäden in einem Arbeitsgang behoben werden.

Zu den Renovierungsverfahren zählt neben dem Schlauchlining die Gruppe der „Close-Fit“-Verfahren, bei denen ein vorverformter Liner aus Polyethylen oder modifiziertem PVC (PVCU) in die Haltung eingebracht und dort unter Wärmezufuhr bei Ausnutzung des Memory-Effektes rückverformt wird, wodurch er Formschluss mit der Wand des Altrohres erhält.

Renoviert werden neben Entsorgungskanälen im kommunalen und privaten Bereich auch Versorgungsleitungen. Für die Sanierung von Trinkwasserdruckleitungen und Gasdruckleitungen stehen ebenfalls Renovierungsverfahren wie z.B. das Schlauchlining und Auskleidungsverfahren mit Zementmörteln zur Verfügung.

6.3.3.1. Anschlusssanierung

Grundsätzlich ist es im Rahmen der Renovierung erforderlich, Abzweige und Stutzen nach Aushärtung bzw. Erkalten des Liners wieder zu öffnen und dicht und sicher gegen Hinterlaufen mit dem Liner und der Anschlussleitung zu verbinden. Dafür stehen in der Praxis Hutprofile und andere Formteile aus Polyester-nadelfilz und anderen Kunststoffen zur Verfügung. Sie werden ferngesteuert unter Kamerabeobachtung in den einzubindenden Anschluss eingebracht und dort entweder bis zur Aushärtung fixiert oder mit entsprechenden Schweißgeräten mit dem Liner verschweißt.

6.3.4. Erneuerung

Erneuerung im Sinne der Sanierung bedeutet die Herstellung neuer Abwasserleitungen, -kanäle und -schächte in der bisherigen oder einer anderen Linienführung oder Position, wobei die neuen Anlagen die Funktion der ursprünglichen Abwasserleitungen, -kanäle und -schächte einbeziehen.

Wesentliches Merkmal ist der Ersatz der Altanlage. Darin besteht die Differenzierung zum Neubau. Erneuerung erfolgt in der Regel in offener Bauweise. In zunehmenden Maß kommen jedoch auch Verfahren der geschlossenen Bauweise zum Einsatz wie z. B. Berstlining, Pipeeating und Crushlining.

6.4 Anforderungen an die Firma und das Personal

Sanierungsleistungen sind in aller Regel Spezialleistungen, für die sich bestimmte Firmen qualifiziert und ausgerüstet haben. Eine Vielzahl von Verfahren ist inzwischen von der Gütegemeinschaft Kanalbau registriert und mit einem Gütezeichen versehen. Entsprechende Verfahrenshandbücher enthalten die Verfahrensbeschreibung, die für die Ausführung verbindlich ist.

Bei der Entscheidung über den Einsatz einer Firma sollten jedoch stets auch die Referenzen geprüft werden. Die Firma sollte nachweisen, dass sie die geforderten Arbeiten mit eigenen Kräften und Mittel bereits erfolgreich ausgeführt hat.

Aufgrund der spezifischen Bedingungen des Arbeitsplatzes in der Sanierung von Kanälen, Rohrleitungen und Schächten werden neben der Qualifizierung auch hohe Anforderungen an die körperliche Eignung der Monteure nach arbeitsmedizinischen Anforderungen gestellt, die denen entsprechen, die unter Pkt. 5.6.2 genannt sind.

6.5. Anforderungen an die Geräte

Auf der Grundlage des Regelwerkes und der Normen und Vorschriften haben die Geräte, Werkzeuge und Anlagen für die Ausführung der Arbeiten folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Stand der Technik
- mängelfreie Geräte
- Einhaltung der Prüfvorschriften, insbesondere Gaswarngeräte, Absperrorgane und alle anderen Sicherheitseinrichtungen
- Einhaltung der Prüfintervalle für Düsen: Druck an der Düse entscheidend für Leistungsfähigkeit
- Prüfung der Fahrzeug auf Einhaltung der Emissionswerte und Geruchsbelastung

6.7 Fehler

Die Ursachen nicht fachgerechter Durchführung sind vielfach eine

- falsche Bewertung des Schadens
- falsche Bewertung der Randbedingungen
- falsche Wahl des Sanierungsverfahrens
- falsche Durchführung der Arbeiten

Die Folgen nicht fachgerechter Durchführung sind in der Regel

- mangelhafte Sanierungsergebnisse
- Beschädigung von Kanalteilen
- Beschädigung von Geräten, Fahrzeugen und Anlagen
- Unfälle, Verletzungen

Die Konsequenzen der vorgenannten Probleme sind:

- immer finanzielle Verluste
- oftmals juristische Streitigkeiten
- ggf. strafrechtliche Konsequenzen

7. Arbeitssicherheit, Unfallverhütung, Hygiene

7.1 Verantwortung für Arbeitssicherheit

Arbeitsunfälle sind fast ausnahmslos das Resultat der Nichtbeachtung von Sicherheitsvorschriften und verursachen jährlich enormen wirtschaftlichen Schaden und menschliches Leid. Allzu oft enden Arbeitsunfälle tragisch mit dem Tod des Verursachers, aber auch von Unbeteiligten. Hauptanliegen der Unfallverhütungsvorschriften (UVV) ist die Erhaltung der Gesundheit und der Arbeitskraft des Beschäftigten und die Verhinderung von wirtschaftlichen Schäden. Arbeiten in abwassertechnischen Anlagen werden der Kategorie „gefährliche Arbeiten“ zugeordnet.

Die Verantwortung für die Arbeitssicherheit trägt nach dem Arbeitsschutzgesetz der Betriebsleiter oder Geschäftsführer, aber auch der Beschäftigte bzw. Angestellte. Der Betriebsleiter kann einen Teil seiner Pflichten auf Unterstellte – z.B. einen Abteilungsleiter oder einen Meister – übertragen. Dann geht dieser Teil der Verantwortung auf die beauftragten Unterstellten über.

7.2 Gefahren

Mögliche Gefahren, die bei Arbeiten am und im Kanal auftreten können:

- Gefahren durch Straßen- und Schienenverkehr
- Absturzgefahr
- Rutsch- und Sturzgefahr (im begehbaren Großprofil, Schacht bzw. Bauwerk)
- Infektionsgefahr
- Gefahr durch Sauerstoffmangel (O_2)
- Gefahr durch giftige Kanalatmosphäre (H_2S , CO , CO_2 , NH_3)
- Explosionsgefahr (CH_4)
- Gefahr durch strömendes oder stauendes Wasser (Flut) im Kanal oder Schacht
- Gefahr durch bewegliche Teile (Hochdruckschläuche, Düsen, Ausleger an HD-Kombis usw.)
- Gefahr durch elektrischen Strom (an Anlagen und im Kanal)
- Gefahr durch hohe Abwassertemperaturen (im Bereich von Industrie- und Produktionsanlagen)

7.3 Verhaltensregeln

Um Gefahren rechtzeitig zu begegnen und Unfällen vorbeugend zu verhindern, ist die Einhaltung folgender wichtiger Verhaltensregeln notwendig:

- Teilnahme an der Arbeitsschutzbelehrung
 - Einhalten der Arbeitsschutzvorschriften
 - Tragen der persönlichen Schutzausrüstung
 - Arbeitsstelle sichern
 - gegen Verschieben sichere Gitterroste einsetzen
 - Kanal belüften
 - Sicherungsposten stellen und einweisen
 - nur sichere, geprüfte Werkzeuge, Geräte und Anlagen benutzen
 - Kanalatmosphäre messen (4 Gase)
 - vor dem Einsteigen/Begehen anseilen
- u. s. w.

Gegen die Gefahr von Infektionen können seitens der Bausubstanz keine Maßnahmen vorgenommen werden. Es ist praktisch unmöglich, den Kanal zu desinfizieren. Deshalb ist die Prävention vor Infektionen durch das konsequente Tragen von Schutzbekleidung einschließlich der Handschuhe und die Anwendung von Desinfektionsmitteln zur Reinigung der Hände zu gewährleisten. Der Verzehr von Nahrungsmitteln, das Trinken und das Rauchen sind im Arbeitsbereich zu unterlassen. Zur Ersten Hilfe ist an Bord der Sanierungsfahrzeuge neben Handdesinfektionsmitteln Augenspüllösung bereit zu stellen. Gegen einzelne Erkrankungen (Hepatitis) sind Schutzimpfungen verfügbar, die den Arbeitskräften angeboten werden müssen.

7.4 Schutz- und Rettungsausrüstung

Auch die nachfolgend genannten Geräte und Ausrüstungen müssen mängelfrei sein und selbst den Vorschriften entsprechen, damit sie wirksam sind und keine Gefahren von ihnen ausgehen:

- Deckelhebevorrichtungen
- Gaswarngerät
- explosionsgeschützte Handlampen und Geräte (alt.: Pressluft und Wasser statt Strom)
- Sicherheitsgurte und -leinen
- Rettungshubgerät = Dreibock mit Rettungsgurten
- Atemschutzgeräte
- Sauerstoffseltretter
- Lüftungsaggregate
- persönliche Schutzausrüstung: Helm, Handschuhe, Stiefel, Schutzbekleidung, Warnweste oder – Jacke, Schutzbrille
- Verbandkasten gemäß DIN 13 157 , Desinfektionsmittel, Augenspüllösung
- Verkehrssicherung: Kegel, Baken, Lampen, Absperrgitter

Vor dem Einstieg in Anlagen des Entwässerungssystems ist immer die Kanal- bzw. Schachtatmosphäre zu überprüfen. Mit einem entsprechenden Messgerät sind der Sauerstoffgehalt und das Vorhandensein giftiger Gase zu ermitteln.

Der Einstieg in Schächte und Bauwerke von Entwässerungssystemen hat immer gesichert zu erfolgen. Ab einer Schachttiefe von einem Meter ist ein Sicherheitsgurt anzulegen, der permanent mit einem Rettungshubgerät („Dreibock“) zu verbinden ist.

Sollte es trotz aller Vorsichtsmaßnahmen zu einem Gasunfall gekommen sein, kann der verunfallte Kollege mit dem Rettungshubgerät aus dem Kanal gefahrlos geborgen werden. Es ist strikt untersagt, ohne entsprechende Rettungsausrüstung nachzusteigen, um im Kanal Erste Hilfe zu leisten. Es ist in jedem Fall Hilfe zu rufen, in erster Linie die Feuerwehr, da sie für derartige Unfälle speziell ausgerüstet ist. Ein Nachsteigen ist nur unter der Voraussetzung erlaubt, dass ein Druckluftatmungsgerät vorhanden ist und eingesetzt werden kann.

7.5 Normen (Auswahl)

Gesundheit und körperliche Unversehrtheit sind für alle Menschen das wichtigste Gut. Sie sind die Grundlage ihrer Leistungsfähigkeit und Arbeitskraft und damit Grundlage ihrer Existenz. Der Schutz der Arbeitskraft steht im Mittelpunkt des Gesetzes über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG) vom 7. August 1996 (BGBl. I S. 1246) zuletzt geändert durch Artikel 15 (89) des Ges. vom 5. Februar 2009 (BGBl. I S. 160).

Dieses Gesetz bildet die Grundlage für die spezifischen Vorschriften und Regeln, die für die besonderen Verhältnisse bei Arbeiten in und an Anlagen der Kanalisation gelten.

- Unfallverhütungsvorschrift BGV C 5: Abwassertechnische Anlagen
- BGR 126: Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen
- BGR 236: Rohrleitungsbauarbeiten
- BG G 42: Tätigkeiten mit Infektionsgefährdung
- BGI 802: Handlungsanleitung für die Arbeit mit provisorischen Rohrabsperngeräten
- GUV 3.9: Arbeit mit Flüssigkeitsstrahlern
- GUV 12.9: Richtlinien für Flüssigkeitsstrahler
- ZH 1/406: Richtlinien für Flüssigkeitsstrahler
- GUV 5.1: Fahrzeuge
- GUV 7.4: Abwassertechnische Anlagen
- GUV 17.6: Sicherheitsregeln für die Arbeit in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen

Literatur- und Quellenverzeichnis

- Leps, Hans-Ulrich Aufzeichnungen und Fotodokumente aus der praktischen Tätigkeit als Fachberater für Kanalsanierung und Mitarbeiter in ausführenden Fachfirmen
- Stein, Dietrich Instandhaltung von Kanalisationen, 3. Auflage, Ernst & Sohn, 1999
- Schmidt, Bernhard Fachvortrag Kanalbetrieb und Reinigung Weiterbildungslehrgang Zertifizierter Kanalsanierungsberater, 2003,
- Kaufmann, Olaf Sicherheit und Arbeitsschutz, 5. Schlauchlinertag, Kassel, 15.03.2007
- Geib, Matthias
Wielenberg, Martin
Lenz, Joachim (Hrsg.) Reinigung von Abwasserkanälen durch Hochdruckspülung
2. Auflage, Vulkan-Verlag, 2002

Unfallverhütungsvorschrift BGV C 5 (bisherige VBG 54) Abwassertechnische Anlagen vom 1. Oktober 1995 mit Durchführungsanweisungen vom Oktober 1995
Sicherheitsregeln für Bauarbeiten unter Tage (BGR 160),
Sicherheitsregeln für Steigeisen und Steigeisengänge (GUV 16.11/ BGR 177),
Sicherheitsregeln für Rohrleitungsbauarbeiten (ZH 1/559),
Regeln für den Einsatz von Schutzkleidung (GUV 20.19/BGR 189),
Regeln für den Einsatz von Atemschutzgeräten (GUV 20.14 /BGR 190),
Regeln für den Einsatz von Fußschutz (GUV 20.16 / BGR 191),
Regeln für den Einsatz von Augen- und Gesichtsschutz (GUV 20.13 / BGR 152),
Regeln für den Einsatz von Gehörschützern (GUV 20.33 /BGR 194),
Regeln für den Einsatz von Schutzhandschuhen (GUV 20.17/ BGR 195),
Regeln für den Einsatz von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz (GUV 10.4/BGR 198),
Regeln für den Einsatz von persönlichen Schutzausrüstungen zum Halten und Retten (GUV 20.28/ BGR 199).
BG-Information "Gaswarneinrichtungen für den Explosionsschutz" (BGI 518)
Sicherheitsregeln der TBG für Bauarbeiten unter Tage (BGR 160)
DWA-M 174 DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.): Betriebsaufwand für die Kanalisation - Hinweise zum Personal-, Fahrzeug- und Gerätebedarf; DWA-M 174, 2005
DWA-A 147 DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.): Betriebsaufwand für die Kanalisation - Betriebsaufgaben und Häufigkeiten; DWA-A 147, 2005
DIN EN 14654-1 Management und Überwachung von Reinigungsmaßnahmen in Abwasserkanälen und -leitungen - Teil 1: Reinigung von Kanälen; Deutsche Fassung EN 14654-1:2005
RAL-GZ 961 Herstellung und Instandhaltung von Entwässerungsleitungen und -kanälen – Gütesicherung Kanalbau, Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., Beuth Verlag, 2006
IKT Institut für unterirdische Infrastruktur Gelsenkirchen: Kanalreinigung – Düsen, Drücke, Hochdruckstrahlen, Langbericht 2004
VSB Empfehlung Nr. 2 – ZTV Kurzlinertechnik

www.laurentianum.de/berlin/leber204.htm

www.arbeitshilfen-abwasser.de/HTML/kapitel/A10-1Instandhaltungsfristen.html#501139

Ausgewählte und verwendete Abkürzungen

ADL: Abwasserdruckleitung

ATV: Abwassertechnische Vereinigung

BGBI: Bundesgesetzblatt

BGBI I S: Bundesgesetzblatt Teil I Seite...

BG G: Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz

BGI: Berufsgenossenschaftliche Information

BGR: Berufsgenossenschaftliche Regel

DIN: Deutsches Institut für Normung

DVGW: Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachs

DVWK: Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau

DWA: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

EN: Europäische Norm

GSTT: German society of trenchless technologies:
Deutsche Gesellschaft für grabenlose Technologien (~ für grabenloses Bauen)

HD: Hochdruck

IKT: Institut für unterirdische Infrastruktur Gelsenkirchen

RAL: Reichsausschuss für Lieferbedingungen

TWDL: Trinkwasserdruckleitung

VDRK: Verband der Rohr- und Kanal-Technik-Unternehmen e. V.

VSB: Verband zertifizierter Sanierungs-Berater e.V.

ZTV: Zusätzliche technische Vertragsbedingung