

ANWENDUNG EINER SCHACHT-ZOOM-KAMERA ALS INNOVATIVE METHODE FÜR DIE BAULICHE UND BETRIEBLICHE INSPEKTION VON KANÄLEN

**Diplomarbeit
zur Erlangung des akademischen Grades
Diplomingenieur**

eingereicht von:
PAMPERL, ERWIN

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Raimund HABERL

Mitbetreuer: Univ. Ass. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Thomas ERTL

Vorwort

Diese Arbeit wurde am Institut für Siedlungswasserbau, Industrierewasserwirtschaft und Gewässerschutz an der Universität für Bodenkultur Wien unter der Leitung von Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Raimund HABERL durchgeführt. Herzlichen Dank für die Korrektur der Arbeit sowie die Zurverfügungstellung der Institutsräumlichkeiten.

Besonderer Dank gilt Herrn Univ. Ass. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Thomas ERTL sowie Herrn Dipl.-Ing. Hanns PLIHAL und Herrn Dipl.-Ing. Florian KRETSCHMER für ihre Unterstützung bei der Durchführung der Messungen und der Verfassung dieser Arbeit.

Danken möchte ich an dieser Stelle auch Herrn Dipl.-Ing. Josef SILIGAN und seinem Team (Linz AG Abwasser) für die Möglichkeit, Messungen in der Kanalisation durchführen zu können. Weiterer Dank gilt Herrn Ing. Christian HARTL (R-TEC) für die für die Messungen zur Verfügung gestellten Kamera.

Der größte Dank gilt meiner Familie und meinen Freunden für ihre Geduld und Unterstützung auf meinem Weg durch mein Studium. Ohne sie wäre ich jetzt nicht am Ziel angelangt.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Zielsetzung und Aufgabenstellung	3
3.	Allgemeine Grundlagen	4
3.1	Rechtliche Grundlagen	4
3.1.1	Rechtsvorschriften der Europäischen Union	4
3.1.1.1	EU-Wasserrahmenrichtlinie – 2000/60/EG	4
3.1.1.2	EU-Richtlinie zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung – 2006/118/EG	5
3.1.1.3	Kommunale Abwasserrichtlinie der EU – 91/271/EWG	5
3.1.2	Rechtsvorschriften des Bundes	6
3.1.2.1	Wasserrechtsgesetz 1959 – WRG (2006)	6
3.1.2.2	Allgemeine Abwasseremissionsverordnung – AAEV (1996)	8
3.1.3	Rechtsvorschriften der Bundesländer	9
3.2	Normen und Regelwerke	10
3.2.1	EN 752 (2008)	10
3.2.2	ON EN 1610 (1998)	14
3.2.3	ON B 2503 (2009)	14
3.2.4	ON EN 13508-2 (2003)	15
3.2.5	ON EN 14654 (2006)	15
3.2.6	ÖWWV Regelblatt 22 (1989)	15
3.2.7	ÖWAV Regelblatt 34 (2003)	16
3.2.8	ÖWAV Regelblatt 29 (1994)	16
3.2.9	DWA M 149-5 (2010)	16
3.2.10	DWA A 147 (2005)	16
3.2.11	ATV M197 (2004)	16
3.3	Grundlagen des Kanalbetriebs	16
3.3.1	Kanalreinigung	17
3.3.1.1	Reinigungsintervalle	18
3.3.1.2	Hochdruckreinigung von Kanälen	19
3.3.1.3	Entsorgung des Kanalräumgutes	22
3.3.2	Kanalinspektion	24
3.3.2.1	Zustandserfassung durch indirekte optische Inspektion	25
3.3.2.2	Akustische Kanalinspektion	29
3.3.2.3	Zustandserkennung	30
3.3.2.4	Zustandsbeschreibung und Zustandsklassifizierung	31
3.3.2.5	Inspektionsintervalle	35
4.	Material und Methoden	36
4.1	Schacht-Zoom-Kamera	36
4.1.1	QuickView®-Kamera	37
4.1.1.1	Spezifikationen	37
4.1.1.2	Distanzmessung	39
4.1.2	Weitere Hersteller von Schacht-Zoom-Kameras	40
4.1.2.1	Aries HC3000 Zoom Pole Camera	40
4.1.2.2	CTZoom Technologies	41
4.1.2.3	CUES Inc.	43
4.1.2.4	Aqua Data Inc., AquaZoom	44
4.1.2.5	RITEC Schachtkamera	44
4.1.2.6	STV-Inspektionskamera	45
4.1.2.7	Zusammenfassender Vergleich von Schacht-Zoom-Kameras	45
4.1.3	Erfahrungen und Einsatzgebiete von Schacht-Zoom-Kameras	46
4.2	Versuchsprogramm und Versuchsdurchführung	46

4.2.1	Vorversuche im Technikum	47
4.2.2	Testinspektion (August 2009)	47
4.2.2.1	Versuchsprogramm	47
4.2.2.2	Ziel der Untersuchungen	48
4.2.2.3	Versuchsdurchführung	49
4.2.3	Inspektionen in 2 Umlandgemeinden im OÖ Zentralraum (November 2009)	50
4.2.3.1	Beschreibung der Untersuchungsgebiete	50
4.2.3.2	Erfassung verschiedener Zustände - Untersuchungen in Gemeinde 1	50
4.2.3.3	Inspektion hinsichtlich Ablagerungen – Untersuchungen in Gemeinde 2	52
4.2.3.4	Bilddokumentation der Inspektionen	57
5.	Auswertungen und Ergebnisse	59
5.1	Ergebnisse der Vorversuche im Technikum	59
5.1.1	Zustandserkennung	59
5.1.2	Distanzmessung	59
5.1.3	Bilddokumentation	59
5.2	Ergebnisse der Testinspektion (August 2009)	60
5.3	Ergebnisse der Inspektionen	62
5.3.1	Zustandserkennung	62
5.3.1.1	Auswertung der Erkennungsraten	63
5.3.1.2	Ergebnisse der Zustandsauswertung	71
5.3.1.3	Ergebnisse der Distanzmessung	87
5.3.2	Ergebnisse der Ablagerungsauswertung	91
5.3.2.1	Ergebnisse der Räumgutabschätzung	91
5.3.2.2	Mögliche Fehlerquellen bei der Räumgutabschätzung	94
5.3.2.3	Zusammenfassung Beurteilung der Ablagerungssituation	95
5.4	Ergebnisse der akustischen Inspektion (Ertl et al. 2010)	96
5.4.1	Zustandsauswertung	96
5.4.2	Distanzmessung	97
5.4.3	Zusammenfassung	98
5.5	Kosten-Nutzen-Analyse	98
5.5.1	Inspektionsfortschritt	98
5.5.1.1	Untersuchungen im Feld	98
5.5.1.2	Nachbearbeitung der Videoaufzeichnungen	100
5.5.2	Kostenaufstellung	100
5.5.3	Kostenvergleich bedarfsorientierte – präventive Reinigungsstrategien	101
6.	Interpretation und Diskussion der Ergebnisse	103
6.1	Zustandserkennung	103
6.2	Inspektion hinsichtlich Verschmutzungsgrad des Kanals	104
6.3	Kosten-Nutzen-Analyse	104
6.4	Akustische Inspektion	104
6.5	Vor- und Nachteile der Schacht-Zoom-Kamera	105
6.5.1	Vorteile	105
6.5.2	Nachteile	105
6.6	Vorschläge für Verbesserungen	105
6.7	Anwendungen und Einsatzgebiete der Schacht-Zoom-Kamera	106
7.	Zusammenfassung	107
8.	Ausblick	109
9.	Literaturverzeichnis	110

10. Anhang	113
10.1 Abbildungsverzeichnis	114
10.2 Tabellenverzeichnis	118
10.3 Bilddokumentation Untersuchungen Gemeinde 2	119
10.4 Tabellen Distanzmessungen	183
10.5 Tabellen - Räumgutermittlung	185
11. Lebenslauf	189

Kurzfassung

Eine wesentliche Planungsgrundlage für alle Aspekte eines effizienten Kanalbetriebs sind umfassende Informationen über den baulichen, betrieblichen, hydraulischen und umweltrelevanten Zustand des Kanalsystems. Um die Funktionsfähigkeit von Abwassersystemen dauerhaft zu gewährleisten, sind daher regelmäßige Kontrollen erforderlich. Der Zustand des Kanals wird heute u. a. mittels TV-Inspektion mit fahrbarer Kamera erfasst. Diese liefert bei fachgerechter Durchführung sehr gute bauliche und teilweise auch betriebliche und hydraulische Informationen über den Kanal. Neben dieser klassischen TV-Inspektion stehen heute aber auch andere Inspektionsmethoden zur Verfügung.

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Anwendung einer Schacht-Zoom-Kamera für die bauliche und betriebliche Zustandserfassung von Kanälen. Die prinzipielle Technologie der Schacht-Zoom-Kamera wird erläutert und die derzeit am Markt befindlichen Geräte werden analysiert. Der Hauptteil der Arbeit befasst sich mit der Durchführung umfangreicher Inspektionen mit einer Schacht-Zoom-Kamera, welche auf einer Länge von etwa 6.300 m Kanal durchgeführt wurden. Ziel dieser Inspektionen war es, zu testen, inwieweit sich die Schacht-Zoom-Kamera für eine bauliche und betriebliche Zustandserfassung von Kanalsystemen eignet. Weiters wurde eine Kosten-Nutzen-Analyse für die Einbindung der Kamera in eine bedarfsorientierte Reinigungsstrategie durchgeführt.

Zusammenfassend lässt sich aus der vorliegenden Arbeit folgern, dass die Schacht-Zoom-Kamera mit einer Gesamterkennungsrate von etwa 50% nur bedingt für eine bauliche Zustandserfassung geeignet ist und eine konventionelle TV-Inspektion nicht ersetzen kann. Die Inspektionsmethode eignet sich jedoch gut, um betriebliche Parameter wie z. B. den Verschmutzungsgrad, einragende Hindernisse oder Infiltrationen im Kanal festzustellen und zu bewerten und die Kanalreinigungsstrategie entsprechend anzupassen. Weiters stellt diese Art der Inspektion eine einfache, schnelle und kostengünstige Methode dar, mit welcher besonders Bögen und Senken im Kanal besser als durch eine klassische TV-Inspektion erkennbar sind. Weiters wird ein guter Überblick über den Kanal gegeben.

Schlüsselwörter: Kanalbetrieb, Kanalinspektion, Kanalreinigung, Schacht-Zoom-Kamera, baulicher Zustand, betrieblicher Zustand

Abstract

Basis for all aspects of efficient sewer operation and maintenance is the profound knowledge of the structural, operational, hydraulic and environmental condition of the sewer system. To ensure durable functional capability of the sewerage, periodical inspections are essential. Today, condition assessment of sewers is inter alia carried out by CCTV-Inspections. Professionally accomplished, this method of sewer inspection delivers good structural and partial operational and hydraulic information about the sewer. Apart from the classical CCTV-Inspection there are other inspection methods and technologies available today.

This diploma thesis deals with the structural and operational condition assessment of sewers using a manhole-zoom-camera. The technology of the manhole-zoom-camera is explained in principle, followed by an analysis of products currently available on the market. The main part of this thesis is investigating the application of the manhole-zoom-camera on extensive practical inspections on a length of 6.300 m of sewer pipes. The objective of these inspections was the examination of the applicability of the manhole-zoom-camera to assess structural and operational conditions of sewer systems. Furthermore, a cost-benefit-analysis for the integration of the camera into a proactive sewer cleaning strategy was made.

The thesis concludes that due to the limited detection rate of about 50% the manhole-zoom-camera is only partly useable for structural condition assessment and cannot replace the classical CCTV-Inspection. However, the manhole-zoom-camera is suitable for the detection of operational parameters, e. g. deposits in the invert of the pipeline, obstacles in the cross section or water infiltration. Accordingly, the sewer cleaning strategy can be adapted based on the detection of the deposits. Furthermore this type of inspection is simple, quick and cost-efficient. Especially sewer bends and pipe depressions can be identified easier, compared with the classical CCTV-Inspection. Moreover, the manhole-zoom-camera gives a good overview of the sewer.

1. Einleitung

Nachhaltiger Betrieb und Instandhaltung von Kanälen erfordert regelmäßige Informationen über den baulichen, betrieblichen, hydraulischen und umweltrelevanten Zustand des Kanalsystems. Um die Funktionsfähigkeit von Abwassersystemen dauerhaft zu gewährleisten, sind daher regelmäßige Kontrollen und Instandhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Der Zustand des Kanals wird heute u. a. mittels TV-Inspektion erfasst. Diese liefert bei fachgerechter Durchführung sehr gute bauliche und teilweise auch betriebliche und hydraulische Informationen über den Kanal, allerdings ist die Durchführung einer TV-Inspektion zeitaufwändig und mit entsprechenden Kosten verbunden. Weiterentwickelte Methoden der Kanal TV-Inspektion (Scan-Technologien, automatische Zustandserkennungssysteme, etc.) sind ebenfalls am Markt verfügbar, basieren jedoch ebenfalls auf dem Prinzip der Kanal TV-Inspektion, die ein Befahren des Kanals unumgänglich macht.

Eine periodische Überprüfung bzw. Inspektion der Kanalisationssysteme wird in Österreich derzeit etwa alle 10 Jahre durchgeführt. Die Kanalreinigung, die ebenfalls nützliche Informationen über den betrieblichen Zustand des Kanals liefern kann, wird normalerweise in kürzeren Intervallen durchgeführt.

Eine flächendeckende Kanalreinigung ist jedoch personal- und kostenintensiv und stellt einen hohen Verbrauch an Ressourcen dar. Zudem ist eine Kanalreinigung in regelmäßigen Abständen in den meisten Fällen nicht notwendig und das Rohrmaterial wird bei falscher Durchführung der Kanalreinigung einer zusätzlichen Belastung durch das Reinigungsverfahren ausgesetzt. Die Kanalreinigung sollte daher dahingehend optimiert werden, dass nur ausgewählte, reinigungsbedürftige Kanäle gespült werden, oder die Reinigungsintervalle aufgrund von vorhandenem Betriebswissen verlängert werden. Die Voraussetzung für diese bedarfsorientierte Kanalreinigungsstrategie ist die Kenntnis der Bildung von Ablagerungen im Kanal. Die Beurteilung von Ablagerungen kann durch einfache Methoden wie die Inaugenscheinnahme des Schachtgerinnes oder den optischen Kanalspiegel erfolgen. Diese Methoden liefern jedoch keine bzw. nur geringe Informationen über den baulichen Zustand des Kanals selbst. Eine Beurteilung der Ablagerungen im Kanal durch eine TV-Inspektion ist grundsätzlich möglich, jedoch wird vor der Untersuchung der Kanal im Normalfall gereinigt, um eine genaue bauliche Zustandserfassung zu ermöglichen.

Bei der Verwendung einer Schacht-Zoom-Kamera wird der Kanal über eine im Schacht positionierte Zoom-Kamera inspiziert. Die wesentlich aufwändigere konventionelle TV-Inspektion der einzelnen Haltungen entfällt damit. Es stellt sich die Frage, ob mit dieser innovativen Methode bauliche und betriebliche Zustände ausreichend genau erfasst und die Inspektionsergebnisse in weiterer Folge als brauchbare und ausreichende Planungsgrundlage für verschiedene Aspekte des Kanalbetriebs (Sanierungsplanung, bedarfsorientierte Reinigung, etc.) dienen können.

Der Hauptteil dieser Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Schacht-Zoom-Kamera als digitale Weiterentwicklung des optischen Kanalspiegels. Die prinzipielle Technologie dieser Inspektionsmethode wird näher erläutert und es wurden umfangreiche Untersuchungen und Inspektionen mit einer Schacht-Zoom-Kamera vorgenommen, wobei etwa 6.300 m Kanal untersucht wurden. Die Durchführung der Inspektionen erfolgte hinsichtlich verschiedener Gesichtspunkte.

Im ersten Schritt wurde die Erkennung von Zuständen untersucht. Dabei wurden vorhandene TV-Inspektionen als Referenz verwendet und den Untersuchungen der Schacht-Zoom-Kamera gegenübergestellt. Es wurde untersucht, ob verschiedene bauliche und betriebliche Zustände mit der Schacht-Zoom-Kamera erfasst werden können. Im zweiten Schritt wurde untersucht, inwieweit der Verschmutzungsgrad von Kanälen mit der Schacht-Zoom-Kamera beurteilt werden kann und daraus die zu erwartenden Räumgutmengen bei einer Kanalreinigung

Einleitung

abgeschätzt werden können. Weiters wurde der Inspektionsfortschritt und die sich daraus ergebenden Kosten bei der Anwendung einer Schacht-Zoom-Kamera ermittelt.

Parallel zu den Untersuchungen mit der Schacht-Zoom-Kamera wurden in Zusammenarbeit mit der Universität Bradford teilweise akustische Messungen mit einem Prototyp der akustischen Kanalinspektion durchgeführt. Die akustische Kanalinspektion ist eine neuartige Methode der Kanalinspektion und ist in der Anwendung ähnlich der Schacht-Zoom-Kamera, weswegen diese beiden Methoden gut gemeinsam zur Anwendung kommen können. Wie bei der Schacht-Zoom-Kamera erfolgt die Messung mit dem akustischen Sensor vom Schacht aus ohne Einstieg in den Kanal.

Der Bearbeitungszeitraum dieser Arbeit erstreckte sich von August 2009 bis Juli 2010.

2. Zielsetzung und Aufgabenstellung

Durch diese Diplomarbeit soll untersucht werden, ob die Schacht-Zoom-Kamera (auch elektronischer Spiegel genannt) ausreichend relevante Informationen über den baulichen und betrieblichen Zustand der Kanalisation für weitergehende Aktivitäten bei Wartung und Überprüfung mit zweckmäßigem Ressourcenaufwand liefert.

Es ist der Einsatz der Schacht-Zoom-Kamera im Kanalbetrieb getestet worden und der Ressourceneinsatz mit alternativen Vorgangsweisen unter Berücksichtigung der Qualität der Resultate verglichen werden.

Hierzu wurden 5 Punkte als Aufgabenstellung zur Überprüfung der oben genannten Zielsetzung definiert:

1. Definition und Spezifikation der Schacht-Zoom-Kamera (des „elektronischen Spiegels“), Ableitung der zu testenden Hard- und Software.
2. Anwendung der Schacht-Zoom-Kamera im Kanalbetrieb.
3. Was sind ausreichend relevante Informationen für weitergehende Tätigkeiten, wie z. B. Reinigung, TV-Inspektion und Sanierung?
4. Zweckmäßiger Ressourceneinsatz: Vergleich mit den alternativen Vorgangsweisen, Methoden und Techniken unter der Berücksichtigung der Qualität der Resultate.
5. Zusammenfassende Aussage über die Anwendungsmöglichkeiten.

Zur Erfüllung der Aufgabenstellung wurden umfangreiche Messungen in zwei Umlandgemeinden von Linz durchgeführt und in Summe 6.300 m Kanal untersucht. Parallel wurden in Zusammenarbeit mit der Universität Bradford akustische Messungen mit einem Prototyp zur akustischen Inspektion durchgeführt.

Im ersten Teil der Arbeit werden allgemeine Grundlagen sowie vorhandene rechtliche und technische Regelwerke in Zusammenhang mit Bau- und Betrieb von Kanalisationen zusammengefasst. Weiters wird ein Überblick über die Durchführung der Inspektion sowie der Reinigung von Kanälen gegeben.

Im zweiten Teil der Arbeit werden die für die Untersuchungen verwendete Schacht-Zoom-Kamera (QuickView®) und deren technische Spezifikationen näher erläutert, sowie die am Markt befindlichen alternativen Anbieter recherchiert. Weiters erfolgt eine Versuchsbeschreibung der durchgeführten Messungen.

Im dritten Teil wird auf die Möglichkeit der Zustandserfassung mit Hilfe der Schacht-Zoom-Kamera durch Vergleichsaufnahmen einer TV-Inspektion näher eingegangen. Weiters erfolgt ein Vergleich der abgeschätzten Ablagerungsmengen mit den tatsächlich entfernten Ablagerungen und eine Kosten-Nutzen-Analyse für eine Einbindung der Schacht-Zoom-Kamera in eine bedarfsorientierte Kanalreinigungsstrategie. Die Ergebnisse der akustischen Kanalinspektion werden zusammengefasst.

Abschließend werden die Vor- und Nachteile der Schacht-Zoom-Kamera gegenübergestellt und Empfehlungen über den Einsatz der beiden getesteten innovativen Methoden gegeben.

3. Allgemeine Grundlagen

In diesem Kapitel werden rechtliche Grundlagen, welche in Zusammenhang mit der Abwasserentsorgung stehen, sowie technische Grundlagen über den Bau und Betrieb von Kanalisationsanlagen, erläutert. Weiters wird ein Überblick über die Grundlagen des Kanalbetriebs und der Inspektion sowie der Reinigung von Kanalisationen gegeben.

3.1 Rechtliche Grundlagen

Um einen Überblick über die Rechtsmaterie des Kanalwesens zu erlangen, müssen mehrere Rechtsblöcke betrachtet werden. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die relevanten Gesetze in den unterschiedlichen Ebenen der Rechtsblöcke.

Wasserrelevante Rechtsmaterie	Baurecht	Umweltrecht	Strafrecht	
Richtlinien 2000/60/EG 2006/118/EG 91/271/EWG				EU
Wasserrechtsgesetz (WRG) Allg. Abwasseremissionsverordnung (AAEV)		Umweltförderungsgesetz Förderungsrichtlinien	Strafgesetzbuch §180, §181 Wasserrechtsgesetz (WRG) §137	Bund
Kanalgesetze, Richtlinien	Bauordnungen			Land
Kanalgebührenordnungen				Kommunen

Abbildung 1 Relevante Rechtsblöcke für Kanäle in Österreich (POLLINGER, 2009)

3.1.1 Rechtsvorschriften der Europäischen Union

„Mit dem Beitritt Österreichs 1995 zur Europäischen Union wurde eine Reihe von Richtlinien wirksam bzw. wurden in der Zeit nach dem Beitritt beschlossen, die in direktem oder indirektem Zusammenhang mit der Abwasserableitung und -behandlung stehen. Diese Richtlinien haben Verfassungsstatus und müssen durch entsprechende Gesetze in Österreich umgesetzt werden.“ (HABERL, 2008)

3.1.1.1 EU-Wasserrahmenrichtlinie – 2000/60/EG

Richtlinie 2000/60/EG (WRRL) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.

Hauptziel dieser Richtlinie ist die Schaffung eines umfassenden Rahmens für den Schutz aller Grundwässer und Oberflächengewässer einschließlich der Küstengewässer. Nach dieser Richtlinie haben die Mitgliedsstaaten Maßnahmenprogramme zu entwickeln, welche das Ziel der schrittweisen Verwirklichung eines „guten Zustandes“ der Gewässer innerhalb eines vereinbarten Zeitraumes verfolgt. Es soll durch die Maßnahmenprogramme eine langfristige Verschlechterung von Güte und Menge des Süßwassers vermieden werden. Dazu sind alle

sechs Jahre Flussbewirtschaftungspläne zu erstellen, welche Zusammenfassungen über den Zustand der Gewässer enthalten.

3.1.1.2 EU-Richtlinie zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung – 2006/118/EG

Richtlinie 2006/118/EG - des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung.

Diese Richtlinie definiert das Grundwasser als wichtige, wertvolle Ressource, die geschützt werden muss, um eine gesicherte Versorgung der Menschen mit sauberem Trinkwasser auch in Zukunft sicherstellen zu können. Sollte das Grundwasser in bestimmten Gebieten bereits Schadstoffkonzentrationen enthalten, die der menschlichen Gesundheit schaden, so ist diese zu verringern.

„(1) Das Grundwasser ist eine wertvolle natürliche Ressource, die als solche vor Verschlechterung und vor chemischer Verschmutzung geschützt werden sollte. Dies ist von besonderer Bedeutung für grundwasserabhängige Ökosysteme und für die Nutzung von Grundwasser für die Versorgung mit Wasser für den menschlichen Gebrauch.

(2) Grundwasser ist das empfindlichste und in der Europäischen Union größte Süßwasservorkommen und vor allem auch eine Hauptquelle für die öffentliche Trinkwasserversorgung in vielen Regionen.

(5) Im Interesse des Schutzes der Umwelt und insbesondere der menschlichen Gesundheit müssen nachteilige Konzentrationen von Schadstoffen im Grundwasser vermieden, verhindert oder verringert werden.“ (EU, 2006)

3.1.1.3 Kommunale Abwasserrichtlinie der EU – 91/271/EWG

Richtlinie 91/271/EWG - des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser.

Ziel dieser Richtlinie ist die Verringerung der Verschmutzung von Oberflächengewässern durch sauerstoffzehrende Substanzen aus dem Abwasserherkunftsbereich. Es werden die unterschiedlichen Abwassertypen definiert und Fristen gesetzt, bis zu welchem Zeitpunkt Gemeinden mit bestimmten Einwohnerwerten an eine Kanalisation anzuschließen sind und das Abwasser einer Zweitbehandlung unterzogen werden muss.

„Artikel 1

Diese Richtlinie betrifft das Sammeln, Behandeln und Einleiten von kommunalem Abwasser und das Behandeln und Einleiten von Abwasser bestimmter Industriebranchen. Ziel dieser Richtlinie ist es, die Umwelt vor den schädlichen Auswirkungen dieses Abwassers zu schützen.

Artikel 3

(1) Die Mitgliedstaaten tragen dafür Sorge, dass alle Gemeinden bis zu folgenden Zeitpunkten mit einer Kanalisation ausgestattet werden:

- bis zum 31. Dezember 2000 in Gemeinden mit mehr als 15000 Einwohnerwerten (EW),
- bis zum 31. Dezember 2005 in Gemeinden von 2000 bis 15000 EW.

Die Mitgliedstaaten tragen dafür Sorge, dass in Gemeinden mit mehr als 10000 EW, die Abwasser in Gewässer einleiten, die als "empfindliche Gebiete" im Sinne von Artikel 5 zu betrachten sind, Kanalisationen bis zum 31. Dezember 1998 vorhanden sind. Ist die Einrichtung einer Kanalisation nicht gerechtfertigt, weil sie entweder keinen Nutzen für die Umwelt mit sich bringen würde oder mit übermäßigen Kosten verbunden wäre, so sind individuelle Systeme oder andere geeignete Maßnahmen erforderlich, die das gleiche Umweltschutzniveau gewährleisten.

Artikel 4

(1) „Die Mitgliedstaaten stellen sicher, dass in Kanalisationen eingeleitetes kommunales Abwasser vor dem Einleiten in Gewässer bis zu folgenden Zeitpunkten einer Zweitbehandlung oder einer gleichwertigen Behandlung unterzogen wird:

- bis zum 31. Dezember 2000 in Gemeinden mit mehr als 15000 EW;
- bis zum 31. Dezember 2005 in Gemeinden von 10000 bis 15000 EW;
- bis zum 31. Dezember 2005 in Gemeinden von 2000 bis 10000 EW, welche in Binnengewässer und Ästuar einleiten.“ (EU, 1991)

3.1.2 Rechtsvorschriften des Bundes

3.1.2.1 Wasserrechtsgesetz 1959 – WRG (2006)

Kanalisationsanlagen unterliegen den Bestimmungen des Wasserrechtsgesetzes 1959 (WRG 1959, BGBl. Nr. 215/1959) in der jeweils geltenden Fassung. Die Einleitung in Gewässer sowie die Versickerung von Abwässern ist nur nach wasserrechtlicher Bewilligung zulässig. Eine Reinigung der Abwässer nach dem Stand der Technik ist gefordert.

„Ziele

§ 30 (1) *Alle Gewässer einschließlich des Grundwassers sind im Rahmen des öffentlichen Interesses und nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen so reinzuhalten und zu schützen, dass die Gesundheit von Mensch und Tier nicht gefährdet werden kann, dass eine nachhaltige Wassernutzung auf der Grundlage eines langfristigen Schutzes der vorhandenen Ressourcen gefördert wird, dass eine Verbesserung der aquatischen Umwelt, u.a. durch spezifische Maßnahmen zur schrittweisen Reduzierung von Einleitungen, Emissionen und Verlusten von gefährlichen Schadstoffen gewährleistet wird. Insbesondere ist Grundwasser sowie Quellwasser so reinzuhalten, dass es als Trinkwasser verwendet werden kann. Grundwasser ist so zu schützen, dass eine schrittweise Reduzierung der Verschmutzung des Grundwassers und Verhinderung der weiteren Verschmutzung sichergestellt wird.*

Allgemeine Sorge für die Reinhaltung

§ 31 (1) *Jedermann, dessen Anlagen, Maßnahmen oder Unterlassung eine Einwirkung auf Gewässer herbeiführen können, hat mit der im Sinne des §1297, zutreffendenfalls mit der im Sinne des §1299 des allgemeinen bürgerlichen Gesetzbuches gebotenen Sorgfalt seine Anlagen so herzustellen, instandezuhalten und zu betreiben oder sich so zu verhalten, dass eine Gewässerverunreinigung vermieden wird, die den Bestimmungen des §30 zuwiderläuft und nicht durch eine wasserrechtliche Bewilligung gedeckt ist.“ (WRG, 2006)*

Kanalanlagen sind im Sinne der Sorgfaltspflicht und des Gewässerschutzes dicht herzustellen, in dichtem Zustand zu erhalten und entsprechend sach- und fachgerecht zu warten, dass die Reinhaltungsziele gemäß §30 WRG 1959 eingehalten werden können.

„Indirekteinleiter

§ 32b. (1) *Wer Einleitungen in eine wasserrechtlich bewilligte Kanalisationsanlage eines anderen vornimmt, hat die gemäß § 33b Abs. 3 vom Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft erlassenen Emissionsbegrenzungen einzuhalten. Abweichungen von diesen Anforderungen können vom Kanalisationsunternehmen zugelassen werden, soweit dieses sein bewilligtes Maß der Wasserbenutzung einhält. Einleitungen bedürfen der Zustimmung des Kanalisationsunternehmens.*

(2) *Wer mit Zustimmung des Kanalisationsunternehmens Abwasser, dessen Beschaffenheit nicht nur geringfügig von der des häuslichen abweicht, in eine wasserrechtlich bewilligte Kanalisation einbringt, hat vor Beginn der Ableitung dem Kanalisationsunternehmen die einzubringenden Stoffe, die Frachten, die Abwassermenge sowie andere Einleitungs- und Überwachungsgegebenheiten mitzuteilen. Eine wasserrechtliche Bewilligung ist nicht erforderlich. Der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft*

kann durch Verordnung jene erforderlichen Daten festlegen, die eine Mitteilung an das Kanalisationsunternehmen zu beinhalten hat.

(3) Der Indirekteinleiter hat dem Kanalisationsunternehmen in Abständen von längstens zwei Jahren einen Nachweis über die Beschaffenheit der Abwässer durch einen Befugten zu erbringen. Das Kanalisationsunternehmen bleibt dafür verantwortlich, dass seine wasserrechtliche Bewilligung zur Einbringung in den Vorfluter nicht überschritten wird.

(4) Das Kanalisationsunternehmen hat ein Verzeichnis der gemäß Abs. 2 mitgeteilten Einleiter zu führen und dieses in jährlichen Intervallen zu aktualisieren. Darüber ist der Wasserrechtsbehörde zu berichten. Den Inhalt und die Häufigkeit dieser Berichte hat der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft durch Verordnung festzulegen.

(5) Der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft hat durch Verordnung jene Herkunftsbereiche für Abwasser sowie Mengenschwellen festzulegen, für die auf Grund ihrer Gefährlichkeit, des Abwasseranfalles oder auf Grund gemeinschaftsrechtlicher Bestimmungen ein Verfahren (§ 114) erforderlich ist. In dieser Verordnung ist auch eine Mitteilungspflicht an das Kanalisationsunternehmen im Sinne des Abs. 2 festzulegen. Auf bewilligungspflichtige Indirekteinleitungen finden die für Wasserbenutzungen (Wasserbenutzungsanlagen) geltenden Bestimmungen dieses Bundesgesetzes sinngemäß Anwendung.

(6) Der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft kann ferner durch Verordnung nähere Festlegungen über die Überwachung der Emissionsbegrenzungen für Einleitungen gemäß Abs. 1 und 5 treffen.

Instandhaltung

§ 50. (1) Sofern keine rechtsgültigen Verpflichtungen anderer bestehen, haben die Wasserberechtigten ihre Wasserbenutzungsanlagen einschließlich der dazugehörigen Kanäle, künstlichen Gerinne, Wasseransammlungen sowie sonstigen Vorrichtungen in dem der Bewilligung entsprechenden Zustand und, wenn dieser nicht erweislich ist, derart zu erhalten und zu bedienen, dass keine Verletzung öffentlicher Interessen oder fremder Rechte stattfindet. Ebenso obliegt den Wasserberechtigten die Instandhaltung der Gewässerstrecken im unmittelbaren Anlagenbereich.

(7) Eine Verletzung öffentlicher Interessen im Sinne des Abs. 1 ist auch die offensichtliche Vernachlässigung von Anlagen, deren Errichtung oder Erhaltung aus öffentlichen Mitteln unterstützt wurde.

(8) Sofern durch die Räumung oder Spülung von Kanälen, Stauräumen, Ausgleichsbecken und durch ähnliche Maßnahmen die Beschaffenheit von Gewässern beeinträchtigt wird, ist hierfür die wasserrechtliche Bewilligung nach § 32 einzuholen.

Stand der Technik

§ 12a. (1) Der Stand der Technik im Sinne dieses Bundesgesetzes ist der auf den einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhende Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, deren Funktionstüchtigkeit erprobt und erwiesen ist. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere jene vergleichbaren Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, welche am wirksamsten zur Erreichung eines allgemeinen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt sind. Bei der Festlegung des Standes der Technik sind unter Beachtung der sich aus einer bestimmten Maßnahme ergebenden Kosten und ihres Nutzens und des Grundsatzes der Vorsorge und der Vorbeugung im allgemeinen wie auch im Einzelfall die Kriterien des Anhangs G zu berücksichtigen.“ (WRG, 2006)

3.1.2.2 Allgemeine Abwasseremissionsverordnung – AAEV (1996)

Die Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV, 1996) wurde aufgrund des § 33 WRG 1959 erlassen und regelt die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen. Die AAEV regelt unter anderem, welche Abwässer in Tenn- bzw. Mischsysteme eingeleitet werden dürfen (§ 3 Abs. 3 u. 4) und bestimmt, dass Kanalisationen gemäß § 50 und § 134 WRG 1959 in regelmäßigen Abständen kontrolliert, gewartet, sowie auf Bestand und Funktionsfähigkeit zu überprüfen sind.

„Geltungsbereich und Begriffsbestimmungen

§ 1 (1) Diese Verordnung gilt für die Einleitung von 1. Abwasser; 2. Mischwasser; in Fließgewässer oder öffentliche Kanalisationen. Die Bestimmungen dieser Verordnung betreffend Abwasser sind sinngemäß auf die in Z 2 bis 6 genannten Wässer anzuwenden.

Kommunales (häusliches) Abwasser:

Abwasser aus Küchen, Waschküchen, Waschräumen, Sanitär- oder ähnlich genutzten Räumen in Haushalten oder mit diesem hinsichtlich seiner Beschaffenheit vergleichbares Abwasser aus öffentlichen Gebäuden oder Gewerbe-, Industrie-, landwirtschaftlichen oder sonstigen Betrieben.

Kanalisation:

Gemäß § 32 WRG 1959 bewilligungspflichtige Anlage zur Sammlung und kontrollierten schadlosen Ableitung von Abwasser, Mischwasser oder Niederschlagswasser einschließlich der Sonderbauwerke (z. B. Pumpwerke, Regenüberläufe, Regenrückhaltebecken, Düker). Hausanschlüsse oder ähnliches zählen nicht zur Kanalisation.

Öffentliche Kanalisation:

Für Abwassereinleiter allgemein verfügbare Kanalisation, die von einer Körperschaft öffentlichen Rechts oder von einem in ihrem Auftrag handelnden Dritten auf Grund einer Bewilligung nach § 32 WRG 1959 betrieben wird.

Generelle wasserwirtschaftliche Anforderungen an die Abwasserbehandlung

(5) Kanalisationen sollen in regelmäßigen Zeitabständen kontrolliert, gewartet sowie auf Bestand und Funktionsfähigkeit überprüft werden (§§ 50 und 134 WRG 1959); die Ergebnisse der Überprüfungen sollen dokumentiert werden. In regelmäßigen Zeitabständen sollen Fehlanschlüsse und Fremdwasserzutritte aufgeklärt und beseitigt werden.

(13) Kanalisations- und Abwasserreinigungsanlagen sollen unter Einsatz von Verfahren, die dem Stand der Technik und der Qualitätssicherung entsprechen, errichtet werden. Sie sollen durch geschulte Personen unter Beachtung von Betriebs- und Wartungsanleitungen, die laufend auf dem Stand der Technik gehalten werden, derart betrieben und gewartet werden, dass

1. eine Beherrschung aller vorhersehbaren - auch außergewöhnlichen – Betriebszustände sichergestellt ist und
2. Maßnahmen zur Wartung aller Anlagenteile und Geräte so rechtzeitig erfolgen, dass ein Ausfall nicht zu befürchten ist und
3. für gefährdete Anlagenteile und Geräte, die einem besonderen Verschleiß unterworfen sind, ausreichend Ersatzteile vorrätig gehalten und organisatorische Maßnahmen zur raschen Reparatur getroffen werden und
4. durch Überwachung des Zulaufes und einzelner wesentlicher Verfahrensschritte der Abwasserreinigung sichergestellt ist, dass vorhersehbare außergewöhnliche Betriebszustände erkannt werden können und
5. eine Einhaltung behördlicher Auflagen für alle vorhersehbaren Betriebszustände sichergestellt ist.“ (AAEV, 1996)

3.1.3 Rechtsvorschriften der Bundesländer

(aus ERTL und FESSL, 2001)

Wien

Das Kanalräumungs- und Kanalgebührengesetz KKG 1978 (LGBl. 02/1978 zuletzt geändert durch LGBl. 08/2010) regelt unter anderem die Zuständigkeit für die Kanalräumung. Demnach obliegt die Räumung der öffentlichen Straßenkanäle dem Magistrat (MA 30). Die Räumung aller dem Straßenkanal vorgelagerten Hauskanalanlagen obliegt den Anlageneigentümern.

Niederösterreich

Das NÖ Kanalgesetz (LGBl. 8230 zuletzt geändert durch die 7. Novelle 2009) regelt unter anderem die Zuständigkeiten der Gemeinde und der Grundeigentümer sowie die Kanalgebühren. Die Baubehörde (der Bürgermeister) hat dafür Sorge zu tragen, dass sowohl Hauskanal, als auch Anschlussleitungen in einem ordnungsgemäßen Zustand gemäß der Bauordnung betrieben werden.

Die Überprüfung von Kanälen wird im wasserrechtlichen Bewilligungsverfahren vorgeschrieben. Die Kanalisation ist maximal 5 Jahre nach Inbetriebnahme mittels Kanalfernsehen (ausgenommen beschließbare Kanäle und Druck- und Unterdruckleitungen) auf Bestand, Funktionsfähigkeit und Fehlanschlüsse durch eine Fachfirma überprüfen zu lassen. Festgestellte Schäden und Mängel sind zu beheben. In weiterer Folge ist abhängig von Bauzustand und Alter der Kanalisation die Überprüfung zu wiederholen, wobei das Untersuchungsintervall 10 Jahre nicht überschreiten darf. Allenfalls festgestellte Mängel sind zu beheben. Sowohl Erstprüfung als auch Folgeprüfung müssen dokumentiert werden. Die Dokumentationen sind vom Betreiber aufzubewahren.

Oberösterreich

Mit dem OÖ Abwasserentsorgungsgesetz 2001 (LGBl. 27/2001) wird die Beseitigung von Abwasser geregelt.

Durch das Kanalwartungskonzept des Landes Oberösterreich (TRAUNER, 2009) wird die Eigen- und Fremdüberwachung bei Kanalanlagen in Oberösterreich geregelt. Es werden für Kanalbauwerke Inspektionsintervalle von maximal 10 Jahren vorgeschrieben. Dabei ist eine Schadensklassifizierung nach Richtlinie des Amtes der OÖ Landesregierung durchzuführen. Im Rahmen der Eigenüberwachung ist das Kanalsystem durch Kontrolle der Schachtbauwerke mindestens einmal jährlich einer einfachen Sichtprüfung zu unterziehen.

Salzburg

Die Richtlinie zur Überprüfung von Kanalanlagen (1993) soll als Hilfestellung dienen, wie und unter welchen Voraussetzungen die Überprüfung der Kanalanlagen durchzuführen ist und welche Aussagen die Überprüfungsberichte beinhalten sollen. Es wird auf die Inspektionsintervalle des ÖWWV-Regelblattes 22 (1989) verwiesen, wobei manche Punkte von diesem abweichen.

Alle Abwasseranlagen sind in regelmäßigen Intervallen (max. 5 Jahre) zu besichtigen. Bekannte Problemstrecken sind häufiger zu kontrollieren und nach Bedarf zu spülen. Ein geografisch sinnvoll zusammenhängendes Gebiet hat turnusmäßig alle 5 Jahre gesamtüberprüft zu werden. Sämtliche Stränge sind im Abstand von max. 15 Jahren durch eine Farbkamera zu befahren und im Abstand von höchstens 30 Jahren einer Drucküberprüfung nach ÖNORM B 2503 (2004) zu unterziehen.

Tirol

Das Gesetz über öffentliche Kanalisationen (Tiroler Kanalisationsgesetz, TiKG 2000, LGBl. 1/2001) regelt die Pflicht der Gemeinden, für Errichtung, Betrieb und Erhaltung der öffentlichen Kanalisation zu sorgen.

Steiermark

Die EU-Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser (91/271/EWG) wurde in der Steiermark mit dem Erlass des Gesetzes über die Ableitung von Wässern in bebautem Gebiet für das Land Steiermark (Kanalgesetz 1988, LGBl. 79/1988 zuletzt novelliert durch LGBl. 82/1998) umgesetzt.

Kärnten, Burgenland

In Kärnten und Burgenland sind laut ERTL und FESSL (2001) keine speziellen Richtlinien betreffend Kanalbetrieb vorhanden bzw. bekannt.

3.2 Normen und Regelwerke

3.2.1 EN 752 (2008)

Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden

Die EN 752 (2008) stellt den Rahmen für Planung, Bau, Betrieb, Unterhalt, Sanierung und Organisation von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden dar. Diese Norm wird in weiterer Folge durch Detailnormen ergänzt. Der Anwendungsbereich der EN 752 (2008) wird in Abbildung 2 dargestellt.

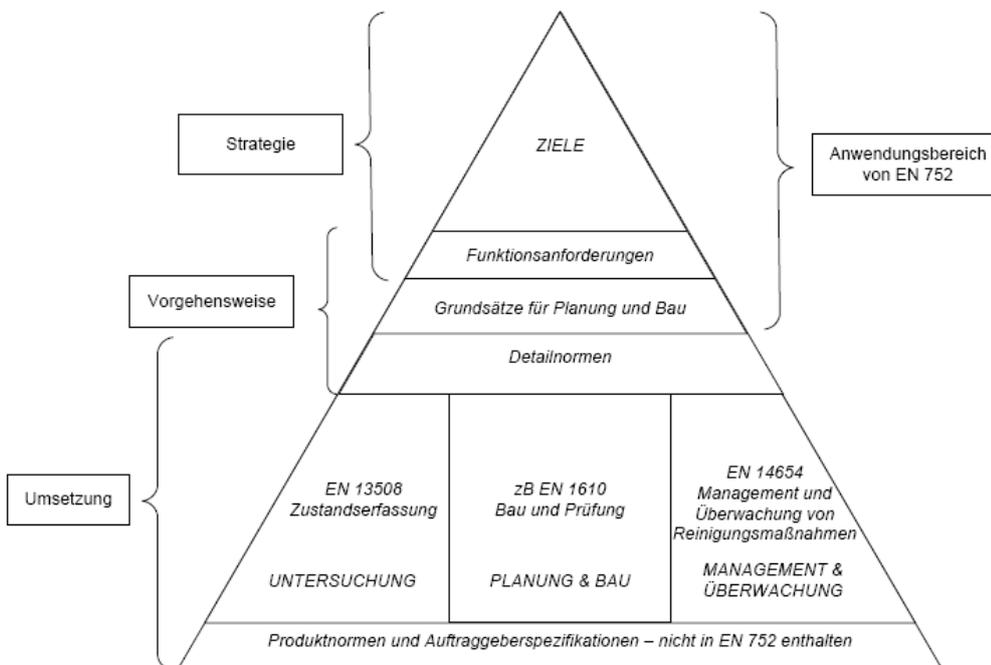


Abbildung 2 Anwendungsbereich der EN 752 (2008) (ERTL, 2007)

Nachfolgend sind Auszüge aus der EN 752 (2008) angeführt.

1. Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Ziele für Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden fest. Sie legt Funktionsanforderungen zum Erreichen dieser Ziele fest sowie Grundsätze für Strategie und Vorgehensweise in Bezug auf Planung, Bemessung, Bau, Betrieb, Unterhalt und Sanierung. Sie gilt für Entwässerungssysteme, welche hauptsächlich als Freispiegelsysteme betrieben werden, von dem Punkt an, wo das Abwasser das Gebäude bzw. die Dachentwässerung verlässt oder in einen Straßenablauf fließt, bis zu dem Punkt, wo das Abwasser in eine Kläranlage oder einen Vorfluter eingeleitet wird. Abwasserleitungen und -kanäle unterhalb von Gebäuden sind hierbei eingeschlossen, solange sie nicht Bestandteil der Gebäudeentwässerung sind.

4. Ziele

Die vier Ziele von Entwässerungssystemen sind:

- öffentliche Gesundheit und Sicherheit;
- Gesundheit und Sicherheit des Betriebspersonals;
- Umweltschutz
- nachhaltige Entwicklung.

5. Anforderungen

5.1 Funktionalanforderungen

Funktionalanforderungen gelten für das System von Abwasserleitungen und -kanälen, einschließlich der Regenüberläufe, Pumpanlagen und weiterer Komponenten, sowie für die Auswirkungen ihrer Einleitungen auf den Vorfluter und die Kläranlage. Die Anforderungen müssen unter Berücksichtigung des Gesamtsystems so festgelegt werden, dass bei Ergänzungen oder Änderungen des Systems die ursprünglichen Planungsziele weiterhin eingehalten werden.

Die Anforderungen sind ferner unter Berücksichtigung der nachhaltigen Entwicklung und der Gesamtnutzungskosten einschließlich der indirekten Kosten (z. B. Kosten durch Störungen im öffentlichen Bereich) so festzulegen, dass Entwässerungssysteme das Abwasser ableiten und abgeben, ohne unzulässige Umweltbeeinträchtigungen, Risiken für die öffentliche Gesundheit oder für das Betriebspersonal zu verursachen.

Jede Funktionalanforderung kann mehr als einem Ziel zugeordnet werden (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1 Beziehung zwischen Zielen und Funktionalanforderungen (EN 752, 2008)

Abschnitt	Öffentliche Gesundheit und Sicherheit	Gesundheit und Sicherheit des Betriebspersonals	Umweltschutz	Nachhaltige Entwicklung
5.1.2 Schutz vor Überflutung	XXX	XX	XXX	—
5.1.3 Unterhaltbarkeit	XX	XXX	XX	XX
5.1.4 Schutz des Oberflächenvorfluters	XXX	X	XXX	XX
5.1.5 Grundwasserschutz	XXX	—	XXX	XXX
5.1.6 Vermeidung von Gerüchen sowie giftigen, explosiven oder korrosiven Gasen	XXX	XXX	XXX	XXX
5.1.7 Vermeidung von Lärm und Erschütterungen	XX	XXX	X	X
5.1.8 Nachhaltige Verwendung von Produkten und Werkstoffen	—	—	XX	XXX
5.1.9 Nachhaltige Verwendung von Energie	—	—	XX	XXX
5.1.10 Baulicher Zustand und Nutzungsdauer	XXX	XXX	XXX	XXX
5.1.11 Aufrechterhaltung des Abflusses	XXX	—	XXX	X
5.1.12 Wasserdichtheit	XXX	X	XXX	XX
5.1.13 Angrenzende Bauten sowie Ver- und Entsorgungseinrichtungen nicht gefährden	XXX	XXX	X	XX
5.1.14 Beschaffenheit der Abwassereinleitungen in das System	XX	XXX	XXX	XX
ANMERKUNG	XXX X —	hoch niedrig kein Zusammenhang		

6. Integrales Kanalmanagement

Integrales Kanalmanagement ist der Prozess der Erreichung eines Verständnisses vorhandener oder vorgesehener Entwässerungssysteme sowie der Nutzung dieser Information zur Entwicklung von Strategien, um sicherzustellen, dass die hydraulische, umweltrelevante, bauliche und betriebliche Leistungsfähigkeit den festgelegten Leistungsanforderungen entspricht, unter Berücksichtigung der zukünftigen Bedingungen und wirtschaftlichen Effizienz.

Das Fließschema des integralen Kanalmanagements ist in Abbildung 3 dargestellt.

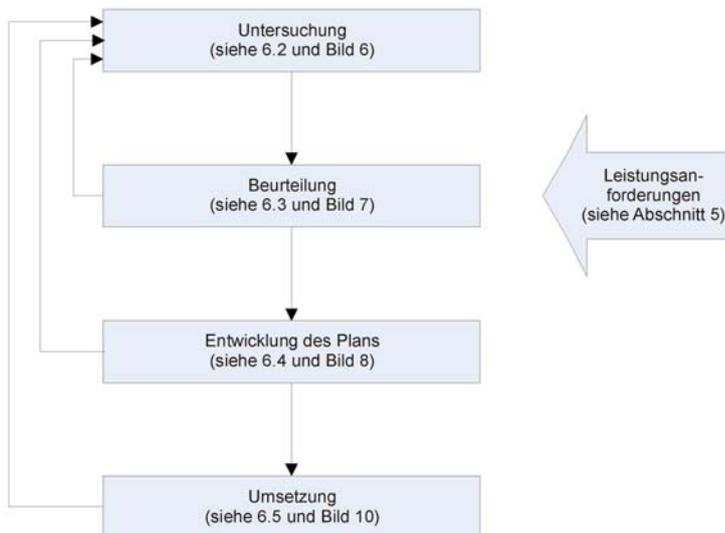


Abbildung 3 Fließschema des integralen Kanalmanagements (EN 752, 2008)

6.2 Untersuchung

Die Untersuchung ist der erste Schritt im integralen Kanalmanagement. Beschädigte, mangelhafte und hydraulisch überlastete Abwasserleitungen und -kanäle stellen eine potentielle Gefahrenquelle bezüglich Überflutung und Einstürzen sowie Verunreinigungen von Oberflächenvorfluter, Grundwasser und Boden dar. Die Probleme in bestehenden Entwässerungssystemen stehen häufig in Wechselbeziehung zueinander, und Verbesserungsmaßnahmen werden oft zur gleichzeitigen Lösung mehrerer Probleme geplant. Die Untersuchungen und die Planung von Sanierungsmaßnahmen sollten sich auf das gesamte Einzugsgebiet erstrecken, um somit alle Probleme und ihre Ursachen gemeinsam berücksichtigen zu können. In großen Entwässerungssystemen kann es erforderlich werden, bei der Untersuchung von geeigneten Teilsystemen auszugehen. Die in dieser Norm beschriebene Vorgehensweise (siehe Abbildung 4) lässt sich auf jedes Entwässerungssystem anwenden, jedoch sollten im Einzelfall Alter, Lage und Art des Systems, verwendete Werkstoffe sowie funktionelle und klimatische Faktoren berücksichtigt werden.

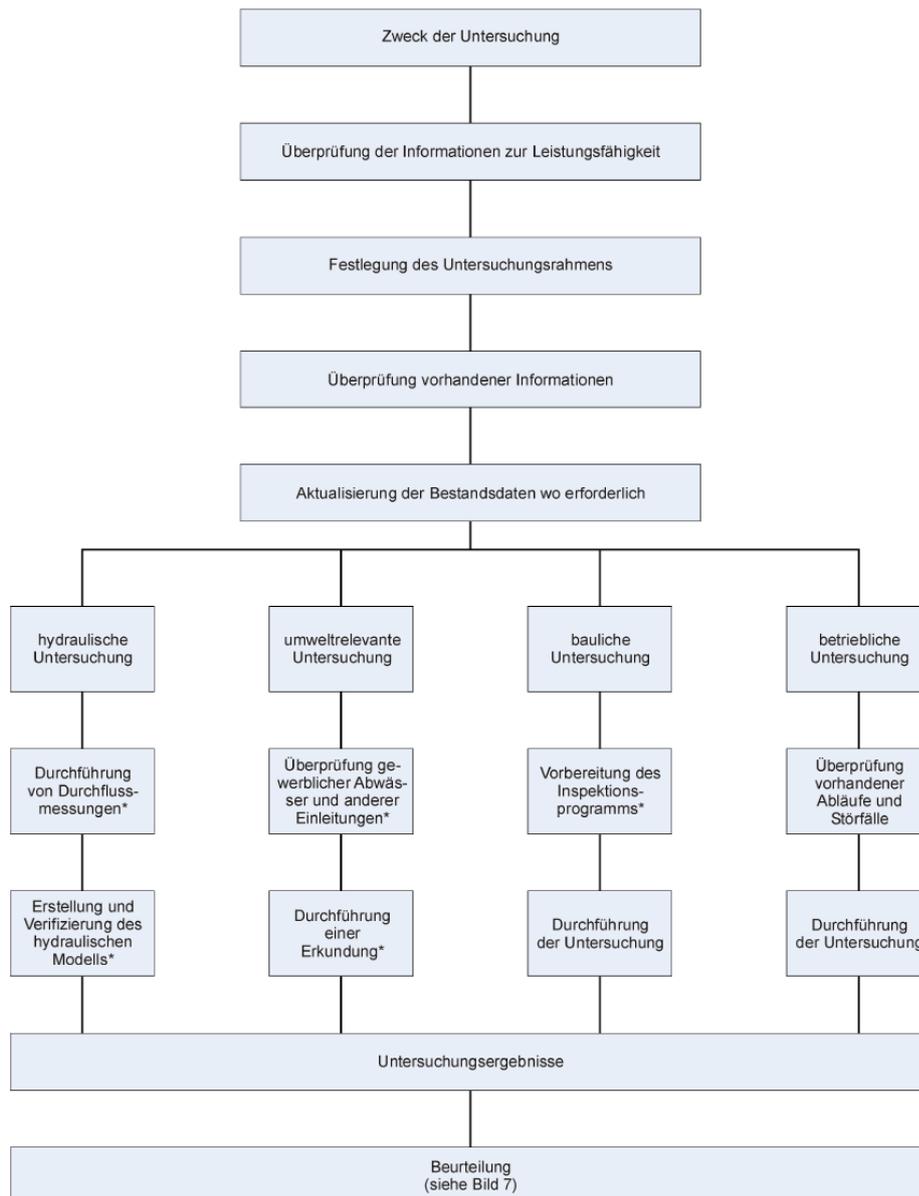


Abbildung 4 Fließschema der Untersuchung (EN 752, 2008)

6.3 Beurteilung

Die Leistungsfähigkeit eines Systems muss anhand der Leistungsanforderungen beurteilt werden. In Abbildung 5 ist das Fließschema für die Beurteilung dargestellt.

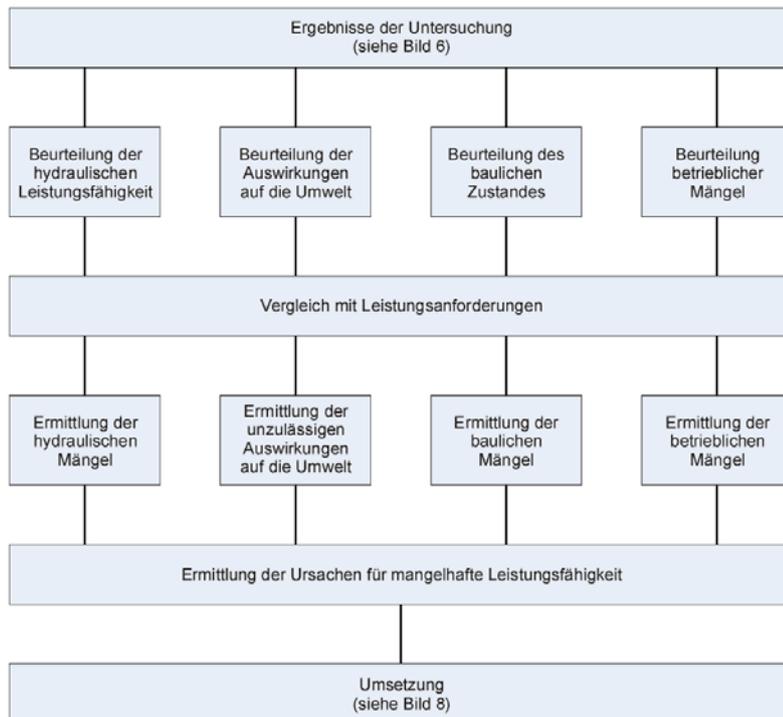


Abbildung 5 Fließschema für die Beurteilung

Nach der Inspektion des Systems ist aufgrund der Beurteilung der Ergebnisse festzustellen, wo ein Handlungsbedarf besteht. Dafür wurden mehrere Verfahren entwickelt. Einzelheiten dazu können von den in Anhang B aufgeführten Organisationen erhalten werden.

Die betriebliche Leistungsfähigkeit eines Systems, die durch die Anzahl der betrieblichen Störfälle oder von Versagen gemessen wird, sollte beurteilt werden." (EN, 752, 2008)

3.2.2 ON EN 1610 (1998)

Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen

Die ON EN 1610 (1998) beinhaltet Bestimmungen bezüglich der baulichen Ausführung von Abwasserleitungen und Kanälen.

3.2.3 ON B 2503 (2009)

Kanalanlagen - Ergänzende Richtlinien für die Planung, Ausführung und Prüfung

Die ON B 2503 (2009) enthält Bestimmungen bezüglich der Linienführung, Rückstauschutz, Zugänglichkeit, Wartung, Prüfung und Inspektion von Abwasserleitungen.

„6.1 Sichtprüfung

Nach Abschluss der Verlegung ist – unabhängig von der Dichtheitsprüfung – eine Sichtprüfung der neu errichteten Kanalanlage gemäß ÖNORM EN 1610:1998-07, Abschnitt 12.1 durchzuführen.

ANMERKUNG:

Anlässlich der Sichtprüfung (z. B. mit Kanal-TV) sollte bei der Prüfung der Richtung und Höhenlage die Beschickung der Kanalanlage mit einer geringen Menge (Rein-)Wassers erfolgen. Die sich dabei ausbildende Breite des Wasserspiegels erleichtert die Beurteilung von Bereichen mit zu geringem Gefälle und Gegengefälle.

6.2.1.1 Prüfgrundlagen

Die Prüfung auf Dichtheit von Freispiegelleitungen, ist entweder mit Luft (Verfahren "L") oder mit Wasser (Verfahren "W") wie in ÖNORM EN 1610:1998-07, Bilder 6 und 7 dargestellt,

durchzuführen. Das Prüfverfahren sollte durch den Auftraggeber bestimmt werden. Sollte der Auftraggeber auch eine Muffenprüfung vorschreiben, kann diese mit Luft oder Wasser durchgeführt werden; es muss für diese Prüfung jedoch mindestens ein 0,5 m langer Rohrabchnitt vor und nach der Muffe mitgeprüft werden.

8.2 Wartung/Inspektion

Pro Jahr ist in der Regel eine Inspektion der Leitungen und Schächte notwendig. Die Wartung ist je nach Erfordernis durchzuführen. Im Übrigen wird auf die Bestimmungen in ÖNORM EN 752-7 verwiesen. Im Falle der Anwendung von Hochdruckreinigung ist auf die spezifischen Eigenschaften der Rohre und Schächte Bedacht zu nehmen.“ (ON B 2503, 2009)

3.2.4 ON EN 13508-2 (2003)

Zustand von Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion (siehe auch Kapitel 3.3.2.4.1)

„1. Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für die Zustandserfassung von Entwässerungssystemen durch Inspektion, Grundlagenerfassung und Berücksichtigung von äußeren Bedingungen sowie weiteren Informationen.

Sie gilt für Entwässerungssysteme, welche hauptsächlich als Freispiegelsysteme betrieben werden, von dem Punkt an, wo das Abwasser das Gebäude bzw. die Dachentwässerung verlässt oder in einen Straßeneinlauf fließt, bis zu dem Punkt, wo das Wasser in eine Behandlungsanlage oder in einen Vorfluter eingeleitet wird. Abwasserleitungen und -kanäle unterhalb von Gebäuden sind hierbei eingeschlossen, solange sie nicht Bestandteil der Gebäudeentwässerung sind.

Dieser Teil der Europäischen Norm legt ein Kodiersystem für die Beschreibung der Beobachtungen fest, die im Inneren von Abwasserleitungen und -kanälen, Schächten und Inspektionsöffnungen bei der optischen Inspektion gemacht wurden. Gegebenfalls kann dieser Teil in Übereinstimmung mit den Anforderungen des Auftraggebers auch auf Druck- und Unterdrucksysteme angewendet werden.

Dieser Teil der Europäischen Norm enthält im Allgemeinen keine Anforderungen an die Durchführung von Inspektionen“ (ON EN 13508-2, 2003)

3.2.5 ON EN 14654 (2006)

Management und Überwachung von Reinigungsmaßnahmen in Abwasserkanälen und -leitungen, Teil 1: Reinigung von Kanälen

„1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm stellt die allgemeinen Verfahren zur Planung und Überwachung von Reinigungsarbeiten in Abwasserleitungen und -kanälen auf und legt Anforderungen an die Ausführung von Reinigungsarbeiten und Arbeitsverfahren fest. Sie gilt für Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, welche hauptsächlich als Freispiegelleitungen betrieben werden.“ (ON EN 14654-1, 2006)

3.2.6 ÖWWV Regelblatt 22 (1989)

Kanalwartung und Kanalerhaltung

Im ÖWWV Regelblatt 22 (1989) werden Empfehlungen zur Überprüfung, Reinigung und Erhaltung von Abwasserkanälen gegeben. Unter anderem werden Intervalle angegeben, in denen eine Reinigung und Inspektion der Kanäle erfolgen soll (siehe Kapitel 3.3.2.5 und Kapitel 3.3.1.1).

Das Regelblatt befindet sich derzeit in Überarbeitung (ÖWAV, 2008).

3.2.7 ÖWAV Regelblatt 34 (2003)

Hochdruckreinigung von Kanälen

Dieses Regelblatt beschreibt die Hochdruckreinigung von Kanälen bis zu einem Druck von 200 bar (siehe Kapitel 3.3.1.2).

3.2.8 ÖWAV Regelblatt 29 (1994)

Entsorgung von Räumgut aus kommunalen Abwasseranlagen

Das Regelblatt handelt von der Entsorgung von Räumgut aus kommunalen Abwasseranlagen. Dabei werden Herkunft, Zusammensetzung und Eigenschaften des Räumgutes beschrieben, sowie die Möglichkeiten und Ziele der Entsorgung aufgezeigt (siehe Kapitel 3.3.1.3).

3.2.9 DWA M 149-5 (2010)

Zustandserfassung und Beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Teil 5: Optische Inspektion

3.2.10 DWA A 147 (2005)

Betriebsaufwand für die Kanalisation – Betriebsaufgaben und Häufigkeiten

3.2.11 ATV M197 (2004)

Ausschreibung von Kanalreinigungsmaßnahmen mit dem Hochdruckspülverfahren

3.3 Grundlagen des Kanalbetriebs

„Der Kanalbetrieb setzt sich aus drei Arbeitsbereichen zusammen, die das reibungslose Betreiben eines Kanals gewährleisten sollen. Sie greifen unmittelbar in einander über.

Wartung: Erhalt des Sollzustandes

Inspektion: Feststellung des Istzustandes

Sanierung: Wiederherstellung des Sollzustandes“

(BÖLKE, 2004)

*„Der Hauptbestandteil der **Wartung** umfasst Reinigungsarbeiten in Kanälen, Schächten, Straßeneinläufen und sonstigen Sonderbauwerken. Neben der Steigerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit sollen durch die Reinigung organische Ablagerungen entfernt werden.“* (ERTL, 2007)

Eine Beschreibung der Ziele der Kanalreinigung sowie der verschiedenen Kanalreinigungsarten befindet sich in Kapitel 3.3.1.

*„Die **Inspektion** dient der Bestandsaufnahme des baulichen Zustands des Kanals und damit der Erfassung von Undichtigkeiten, Hindernissen, Lageabweichungen, Oberflächenschäden, Rissen, Scherbenbildungen, Brüchen, Deformationen, Zuläufen sowie Rohrverbindungen. Die Inspektion dient als Grundlage für die Kanalsanierung.“* (BÖLKE, 2004)

Die Verfahren der Kanalinspektion werden in Kapitel 3.3.2 beschrieben

Die **Kanalsanierung** gliedert sich in folgende drei Arbeitsbereiche:

- Reparatur: örtliche Wiederherstellung, Injektionsverfahren, Abdichtungsverfahren
- Renovierung: Beschichtungsverfahren, Liningverfahren, Montageverfahren

- Erneuerung: offene Bauweise, geschlossene Bauweise

3.3.1 Kanalreinigung

„Kanalisationen müssen gemäß dem Stand der Technik geplant, gebaut und betrieben werden. Die Kanalreinigung dient der Sicherstellung der Funktion des Bestandes der Kanalanlagen. Zweck der Kanalreinigung ist die

Entfernung von Ablagerungen zur Schaffung eines freien Durchganges im gesamten Kanalquerschnitt

Verhinderung von Geruchsemissionen und hygienischen Problemen

Vorbereitung von Kanalinspektionen und Sanierung“

(ÖWAV, 2003)

Nach dem Merkblatt ATV-DVWK- M 197 (ATV, 2004) wird nach folgenden Reinigungsarten unterschieden:

- Unterhaltungsreinigung in regelmäßigen Zeitabschnitten nach einem Spülplan oder bedarfsabhängig zur Entfernung der Ablagerungen in der Kanalsole
- Spezialreinigung im Vorlauf einer Kanalinspektion oder -sanierung zur Vorbereitung der Rohroberfläche (einschließlich Beseitigung der Sielhaut)
- Grundreinigung nach langen Wartungspausen zur Beseitigung größerer und mitunter verfestigter Ablagerungen.
- Sonderreinigung von Großprofilen, Sonderprofilen oder Dükern mit besonderen Erschwernissen im Hinblick auf die Wasserführung, Ablagerungssituation und Bauwerksgeometrie (Zugänglichkeit)

Weiters werden Verschmutzungsarten unterschieden nach:

- organischen Verschmutzungen (Fett, Sielhaut, Fäkalien)
- mineralischen Ablagerungen (Sand, Kies, Geröll, Steine)

Eine weitere Auflistung von Reinigungsarten gibt das ÖWAV Regelblatt 34 (ÖWAV, 2005). Diese unterscheidet sich geringfügig von der des Merkblatt ATV-DVWK- M 197 (ATV, 2004).

- Erstreinigung
- Anlassbezogene Reinigung: z. B. bei Verstopfungen
- Reinigung in regelmäßigen Zeitabstände
- Bedarfsorientierte Reinigung
- Reinigung für die TV-Inspektion
- Vorreinigung zur Sanierung
- Sonderreinigung: Sonderprofile, Großprofile

Nach Regelblatt 34 ist die bedarfsorientierte Reinigung einer Reinigung in regelmäßigen Abständen vorzuziehen. Dabei ist ein Spülplan auf der Grundlage des Kanalnetzes unter Berücksichtigung von Betriebserfahrungen zu erstellen. Eine derartige Reinigung setzt eine regelmäßige Kontrolle und Inspektion voraus.

Abbildung 6 gibt einen Überblick über die gängigen Verfahren der Kanalreinigung.

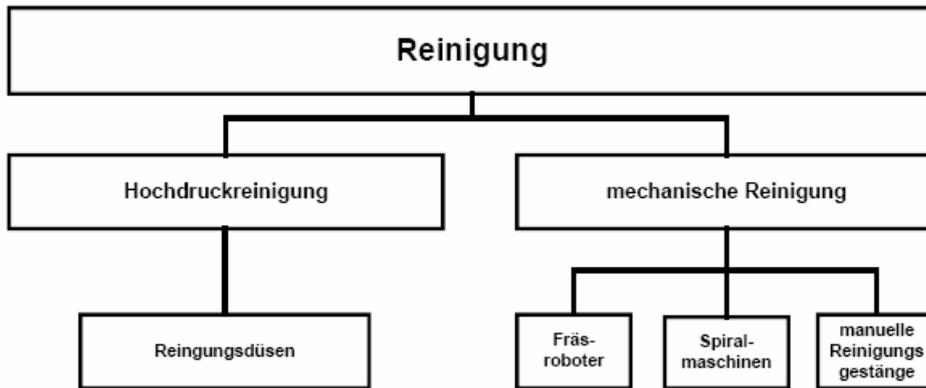


Abbildung 6 Überblick über die Verfahren der Kanalreinigung (IKT, 2003)

Nach ON EN 14654 (2006) werden folgende Reinigungsverfahren unterschieden:

- Hochdruckreinigung
- Kombinierte Hochdruckreinigung
- Reinigung mit Windenzug
- Reinigung mit Stangen
- Ferngesteuerte Ausrüstung (Kettenschleuder, Wurzelschneider)
- Schwallspülung
- Reinigungskugeln/ Spülschild/ Spülhant
- Manuelle oder mechanische Reinigung (in begehbaren Kanälen)

Für die Reinigung von Abwasserkanälen wird in der Regel das Verfahren der Hochdruckreinigung angewendet. In Fällen von Spezialreinigungen (z. B. Wurzelentfernungen) kommen auch mechanische Verfahren zum Einsatz. Im Kapitel 3.3.1.2 wird daher das Verfahren der Hochdruckreinigung näher beschrieben.

3.3.1.1 Reinigungsintervalle

„Die erforderlichen Reinigungsintervalle ergeben sich aufgrund zahlreicher Einflussfaktoren, wie z. B. der Art des Entwässerungsverfahrens, der Gefälle- und Abflussverhältnisse, der Abwasserzusammensetzung oder der Art der Ablagerungen. Außerdem müssen Auswirkungen auf die jeweilige Gewässersituation und den Kläranlagenbetrieb berücksichtigt werden. Wie bei der Inspektion soll auch die Wartung nach einem zuvor bestimmten Plan abgewickelt werden.“ (ERTL, 2007)

Neben den rechtlich geforderten Reinigungsintervallen (siehe Kapitel 3.1.2 und 3.1.3) werden im ÖWWV Regelblatt 22 (1989) und im DWA A 147 (2005) Vorschläge für Reinigungsintervalle gemacht. Diese sind nachstehend zusammengefasst:

ÖWWV-Regelblatt 22 (1989)

Nach ÖWWV Regelblatt 22 werden für die Reinigung von Kanalbauwerken folgende Intervalle vorgeschlagen:

- Kanäle: bei normalen Betriebsbedingungen (Fließgeschwindigkeiten bei TW Spitzenabfluss zwischen 0,5 und 1,0 m/s) einmal jährlich, sonst öfter
- Regenbecken und Regenüberläufe: zumindest nach jedem Anspringen
- Straßenabläufe: mindestens einmal jährlich je nach Fassungsvermögen
- Sand- und Schotterfänge: nach Erfahrung bzw. entsprechend dem bei der Überprüfung festgestellten Füllungsgrad

Das ÖWWV Regelblatt 22 befindet sich derzeit in Überarbeitung. Die darin angegebenen Intervalle werden von vielen Fachleuten als nicht mehr zeitgemäß angesehen. Im Entwurf des neuen Regelblattes 22 (ÖWAV, 2008) werden keine fixen Intervalle mehr angegeben, sondern es wird darauf verwiesen, dass die Reinigung nach einem bestimmten Plan bedarfsorientiert abgewickelt werden soll.

DWA A 147 (2005)

Die Häufigkeit der Kanal- und Schachtreinigung hängt von vielen Faktoren ab, deshalb werden Intervalle zwischen zwei mal pro Jahr und ein mal in 10 Jahren angegeben. Es wird unter anderem auf die bedarfsorientierten modernen Konzepte und Strategien der Kanalwartung hingewiesen.

3.3.1.2 Hochdruckreinigung von Kanälen

Das ÖWAV Regelblatt 34 (ÖWAV, 2003) dient als Grundlage für den Einsatz des Hochdruckreinigungsverfahrens bis ca. 200 bar. Die untergeordneten Kapitel bauen auf den Ausführungen dieses Regelblattes auf.

3.3.1.2.1 Parameter der Hochdruckspülung

Die Parameter der Hochdruckspülung sind:

- Spüldruck und Spülwassermenge
- Strahlwinkel zur Rohrwand
- Abstand der Düsenöffnung zur Rohrwand
- Größe der Düsenöffnung (Strahldurchmesser) und Einwirkdauer
- Summe der Einwirkungen: Jet Power Density

Diese Parameter müssen an die Randbedingungen des Kanals angepasst werden:

- Rohrmaterial
- Rohrdurchmesser/Profilgröße
- Reinigungsziel
- Art der Verschmutzung/Ablagerungen

3.3.1.2.2 Reinigungsmethodik

Die Reinigungsmethodik wird in 2 Schritte eingeteilt:

1. Schritt: Einfahren der Düse

Die an den jeweiligen Kanalquerschnitt und das Reinigungsziel angepasste Spüldüse wird am Spülschlauch montiert und in den Kanal abgelassen. Das Spülwasser wird nun mittels Hochdruckpumpe durch den Spülschlauch zur Spüldüse transportiert, wo der Wasserstrom nach hinten umgelenkt wird. Dadurch wird die Düse samt Spülschlauch durch den Kanal entgegen der Fließrichtung zum Zielschacht vorangetrieben.

2. Schritt: Zurückziehen der Düse

Nachdem die Düse den Zielschacht erreicht hat, wird sie gegen ihre Zugkraft durch Aufspulen des Spülschlauches langsam (in Fließrichtung des Abwassers) zum Arbeitsschacht zurückgezogen. Dabei erfolgt die eigentliche Reinigung. Durch die Wasserstrahlen werden die Ablagerungen an der Rohrwand gelöst und das Räumgut wird infolge der vergrößerten Schleppspannung als Suspension zum Arbeitsschacht gefördert. Die Rückzugsgeschwindigkeit ist ein wesentliches Kriterium für den Reinigungserfolg und muss stets kleiner als die beschleunigte Fließgeschwindigkeit des Abwassers gewählt werden.

Räumgutbergung

Sobald die Düse den Zielschacht erreicht hat, wird der Saugschlauch im Arbeitsschacht auf die Kanalsole abgelassen. Der Schlauch kann mit einer Schürze versehen sein, um das unbeabsichtigte Vorbeischwimmen von Ablagerungen zu vermeiden. Bei größeren Querschnitten wird der Einbau von Schwellen oder Stauvorrichtungen empfohlen.

Die angespülten Ablagerungen werden über den Saugschlauch als Kanalräumgut-Wassergemisch in das Reinigungsfahrzeug abgesaugt (siehe Abbildung 7).



Abbildung 7 Saugschlauch im Arbeitsschacht (ORTH et al. 2008)

3.3.1.2.3 Technische Einrichtungen und Geräte

Nachfolgend werden die für die Hochdruckreinigung erforderlichen technischen Einrichtungen und Geräte kurz erklärt

Fahrzeugtypen

- Spülwagen
- Saugwagen
- Kombinierte Spül- Saugfahrzeuge
- Kombinierte Spül- Saugfahrzeuge mit Wasserrückgewinnung

Spül- und Saugfahrzeuge können entweder als zwei getrennte oder als kombinierte Fahrzeuge ausgeführt werden. Letztere haben den Vorteil, dass mit einem Fahrzeug beide Tätigkeiten ausgeführt werden können. Ein „Kombi“ besitzt zwei getrennte Behälter für Frischwasser und Räumgut. Die Trennung der beiden Behälter erfolgt in der Regel durch eine verschiebbare Trennwand (siehe Abbildung 8).

Zusätzlich können Kombifahrzeuge mit einer Wasserrückgewinnung ausgestattet sein. Durch die Wasserrückgewinnung wird es ermöglicht, Wasser aus dem abgesaugten Räumgut-Wassergemisch zurück zu gewinnen. Dadurch wird ein kontinuierliches Arbeiten ohne Wasserauftanken ermöglicht (siehe Abbildung 9).

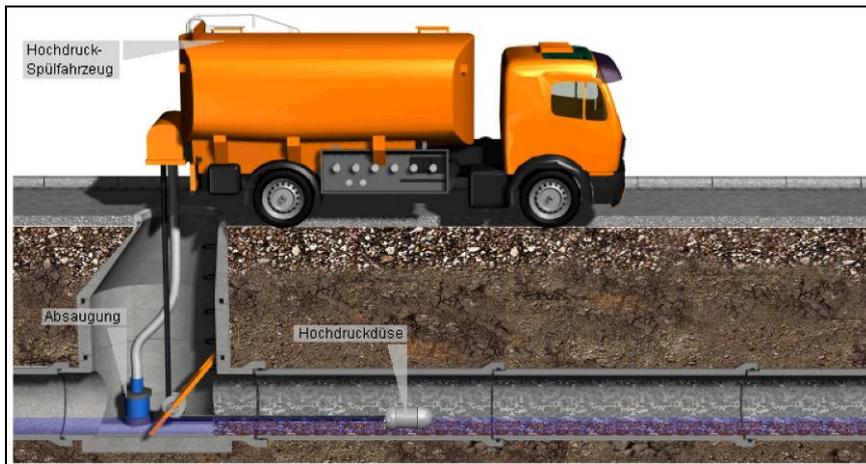


Abbildung 8 Hochdruckspülung mit kombiniertem Spül-Saugfahrzeug (STEIN, 1999)

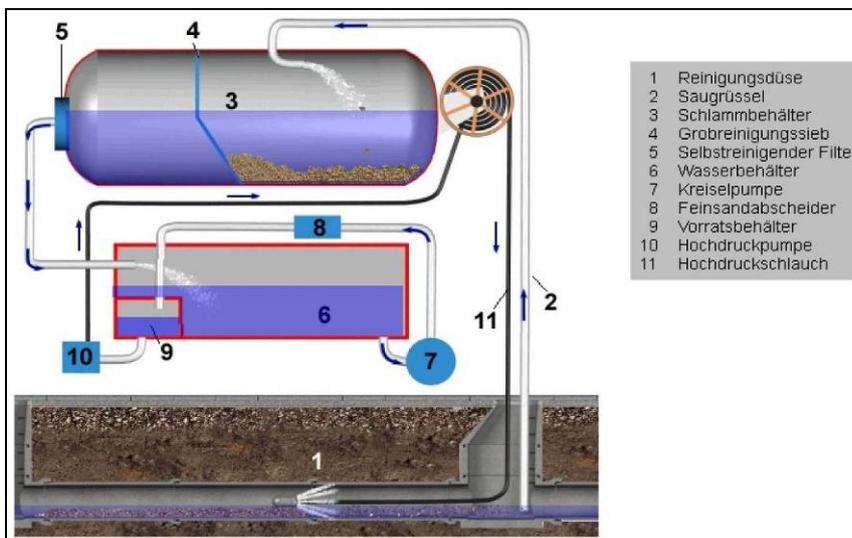


Abbildung 9 Wasserrecycling bei kombiniertem Spül-Saugfahrzeug (STEIN, 1999)

Pumpen

- Hochdruckpumpen
- Vakuumpumpen

Hochdruckpumpen müssen die erforderlichen Parameter Spüldruck und Spülwassermenge bereitstellen. Für die Hochdruckreinigung werden Pumpen mit einer Fördermenge von 600 l/min bei 90 - 50 bar benötigt.

Vakuumpumpen müssen gleichzeitig einen hohen Unterdruck sowie eine hohe Förderleistung bereitstellen, um das Gemisch aus Wasser und Räumgut fördern zu können.

Schläuche

- Spülschlauch
- Saugschlauch

Spülschläuche werden mit hohem Druck der Hochdruckpumpen beaufschlagt. Diese müssen druckfest sein und sollten eine glatte Oberfläche besitzen, um Druckverluste im Schlauch gering zu halten.

Saugschläuche sollten resistent gegen Unterdruck und abriebfest sein.

Düsen

Spüldüsen werden am Ende des Spülschlauches montiert und sorgen für den Vortrieb des Spülschlauches und für die Reinigung der Rohrwand durch den austretenden Wasserstrahl. Die Düsen bestehen aus einem ein- oder mehrteiligen Düsenkörper aus Stahl, welcher im Inneren Hohlräume zur Umlenkung des Spülwassers besitzt.

Die Größe und Form der Düse bestimmt den Strahlwinkel des Wassers zur Rohrwand, den Abstand der Düsenöffnung zur Rohrwand, sowie den Strahldurchmesser des Wasserstrahls. Je nach vorhandenen Randbedingungen sollte eine geeignete Düse verwendet werden, um einerseits die gewünschte Reinigungsleistung zu erreichen und andererseits das Rohrmaterial nicht unnötig zu beanspruchen.

Als Düsenarten kommen folgende Düsen zum Einsatz (siehe Abbildung 10 und Abbildung 11):

- Runde Düsen
- Flache und keilförmige Düsen
- Rotationsdüsen
- Spezialdüsen (Propellerdüsen, Kettenschleuderdüsen, Kanalfräsen, Ejektordüsen)
- „Sehende Düsen“ (siehe Kapitel 3.3.2.1.3 Spülkamera)

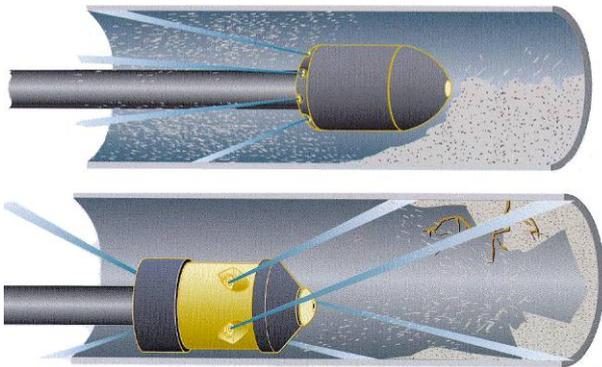


Abbildung 10 Beispiele für runde Düsen (ERTL, 2009)

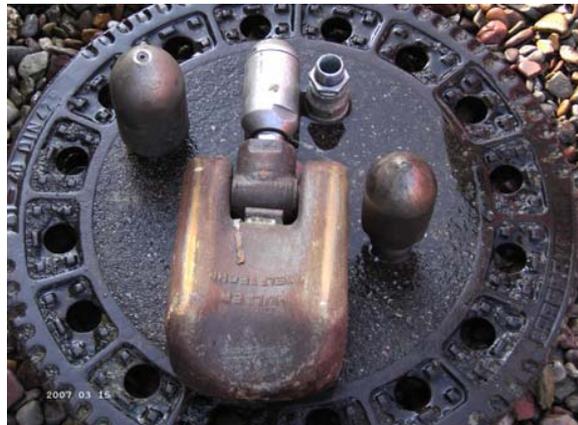


Abbildung 11 Düsenausstattung, Beispiel für flache Düse (ORTH et al. 2008)

3.3.1.3 Entsorgung des Kanalräumgutes

Das ÖWAV-Regelblatt 29 (1994) befasst sich mit der Entsorgung von Räumgut aus kommunalen Abwasseranlagen. Nachfolgend werden relevante Bereiche dieses Regelblattes angeführt.

„2.2.1 Herkunft bzw. Entstehung

Ablagerungen bestehen hauptsächlich aus Sand und Steinen, die über die Hausanschlüsse und Schachtdeckelöffnungen, bei Mischkanälen auch über die Straßenabläufe, in die Kanäle gelangen. Der Anteil mitabgelagerter organischer Stoffe kann sehr hoch sein. Die Kanalwände sind vor allem durch Fettränder in Höhe der Wasseroberfläche und durch die Sichelhaut verschmutzt.

2.2.3 Eigenschaften

Räumgut aus der Kanalreinigung kann bei Schmutzwasserkanälen einen hohen Anteil organischer Stoffe enthalten, beim Mischsystem überwiegt der Anteil an Sand. Die Entnahmetechnik beeinflusst allerdings den Gehalt an organischen Stoffen wesentlich stärker als das Kanalsystem. Das Räumgut ist durch den Kontakt mit Abwasser durch Krankheitserreger kontaminiert. In Österreich durchgeführte Untersuchungen über den Gehalt an umweltrelevanten Inhaltsstoffen im Eluat haben gezeigt, dass die Grenzwerte für Abfälle der

Eluatklasse IIa nicht überschritten werden. Eine Untersuchung von Ablagerungen im Hamburger Kanalnetz hat ergeben, dass die Schwermetallgehalte im Sediment die für eine landwirtschaftliche Klärschlammverwertung geltenden Grenzwerte unterschreiten und die Schwermetallgehalte im Eluat unter den für Trinkwasser geltenden Grenzwerten liegen. Dies steht im Widerspruch zur ÖNORM S 2100, welche Rückstände aus der Kanalreinigung der Eluatklasse IV zuordnet und die Deponierung von einer entsprechenden Konditionierung abhängig macht.

2.2.4 Derzeitige Entsorgungspraxis

Räumgut aus der Kanalreinigung wird in der Regel auf Entwässerungsflächen zwischengelagert - eventuell zusammen mit dem Räumgut aus Straßeneinläufen - und dann zu Deponien abtransportiert.

5.2.2 Verwertung

Eine Verwertung der bei der Kanalreinigung anfallenden Stoffe wird derzeit noch nicht praktiziert. Steigende Deponiekosten und der Mangel an Deponieraum könnten aber in Zukunft dazu führen, dass es wirtschaftlich und zur Entlastung der Deponien sinnvoll ist, Stoffe mit einem nicht zu hohen organischen Anteil zu waschen und wie das Räumgut aus Straßeneinläufen im Landschaftsbau und als Betriebsmittel auf Deponien zu verwenden.

5.2.3 Behandlung und Entsorgung

Stoffe aus Schmutzwasserkanälen (Trennkanalisation) mit einem hohen organischen Anteil werden zweckmäßigerweise in eine Fäkalübernahmestation eingebracht. Diese Art der Entsorgung wird auch in Zukunft ökologisch sinnvoll und wirtschaftlich sein. Vorwiegend mineralische Stoffe, wie sie bei der Reinigung von Mischwasser- und Regenwasserkanälen anfallen, können derzeit noch auf jeder für Abfälle der Eluatklasse III zugelassenen Deponie abgelagert werden. Sofern es keine Indizien für eine ungewöhnliche Belastung gibt, kann ein qualitativer Nachweis entfallen. Vor der Deponierung müssen die Stoffe auf schwach geneigten, befestigten Entwässerungsflächen bis auf einen Feststoffgehalt von mindestens 35 % entwässert werden. In Zukunft wird es vom Gehalt an biologisch abbaubaren organischen Stoffen abhängen, ob der Deponierung eine Behandlung durch Waschen oder Ausglühen bzw. Verbrennung zusammen mit Müll voranzugehen hat.“ (ÖWAV, 1994)

3.3.2 Kanalinspektion

Die Kanalinspektion ist für die Überprüfung der baulichen, betrieblichen, hydraulischen und umweltrelevanten Leistungsfähigkeit des Kanals notwendig. In Abbildung 12 sind die Methoden der Inspektion von Abwasserkanälen dargestellt.

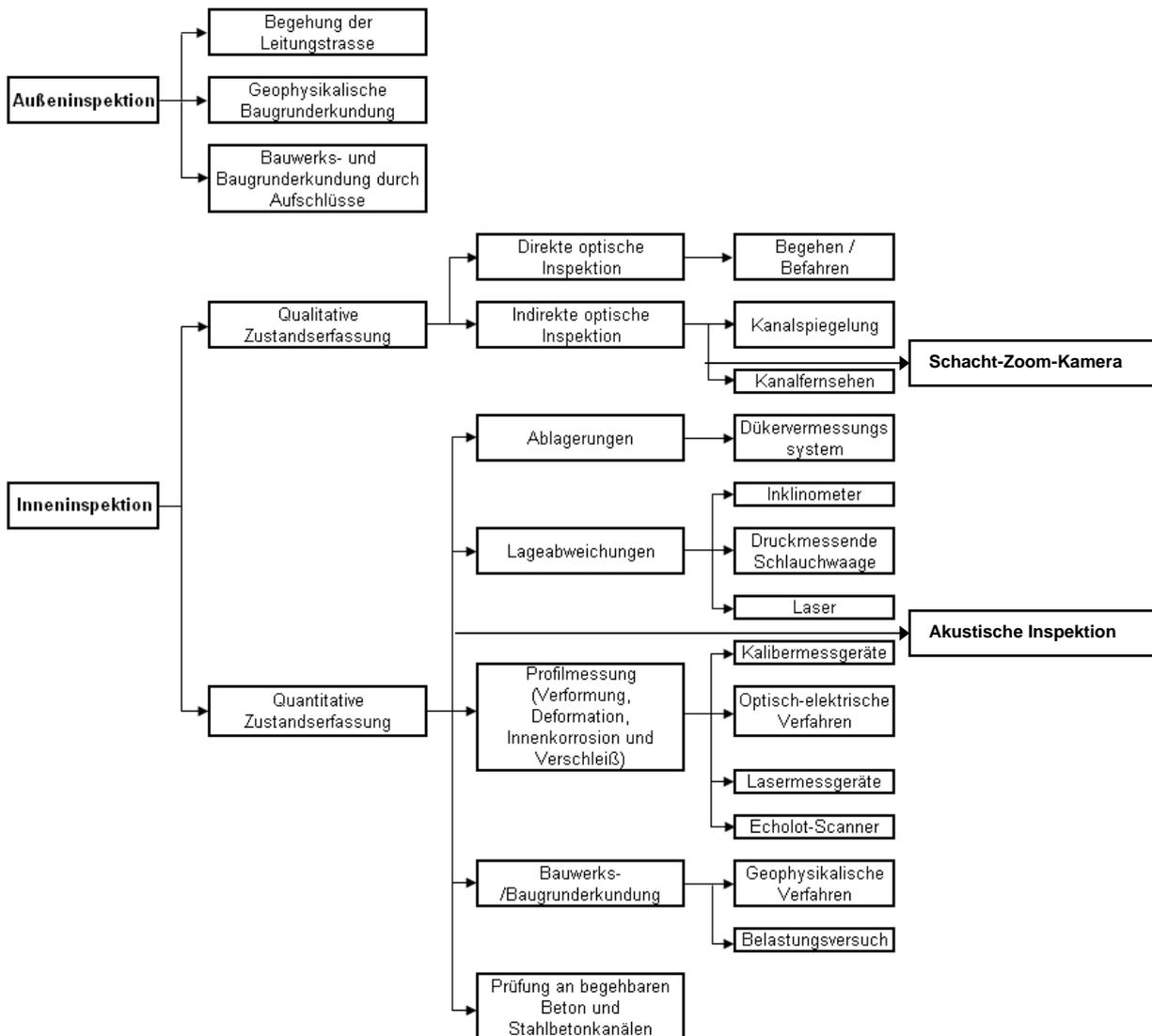


Abbildung 12 Methoden der Inspektion von Abwasserkanälen (nach STEIN, 1999)

Die optische Inspektion als qualitatives Verfahren der Inneninspektion ist das Standardverfahren der Zustandserfassung. Quantitative Verfahren können nach Bedarf als eigenständige Untersuchung oder in Verbindung mit der optischen Inspektion eingesetzt werden.

Bei der qualitativen Zustandserfassung unterscheidet man zwischen der direkten und der indirekten optischen Inspektion. Die direkte optische Inspektion ist die Begehung des Kanals, die indirekte optische Inspektion erfolgt durch die TV-Inspektion sowie die Kanalspiegelung.

In Merkblatt DWA M 149-5 (DWA, 2010) wird weiters festgehalten:

„Die Untersuchung vom Schacht aus, z. B. durch Kanalspiegelung oder Fotografie in das Rohr hinein, ist betrieblichen Fragestellungen vorbehalten. Hierbei handelt es sich nicht um eine vollständige optische Inspektion im Sinne dieses Merkblattes.“

Nach DWA M 149-5 unterscheidet man zwischen folgenden Arten der Inspektion:

- Planmäßige Inspektion im Rahmen der Selbstüberwachung
- Inspektion als Teil der Bauabnahme
- Inspektion vor Ablauf der Verjährungsfrist für Mängelansprüche (Gewährleistungsabnahme)
- Feststellung von Betriebsstörungen
- Vorbereitung/Ausführung von Sanierungsmaßnahmen
- Durchführung von Sonderuntersuchungen (z. B. Beweissicherung, Bestandserfassung, Fremdwassereintritt)

Die Aufnahme des Ist-Zustandes im Kanal bildet die Grundlage für die darauf folgende Zustandsbewertung, da auf den Ergebnissen der Zustandsbewertung sämtliche weiterführende Arbeiten (z. B. Kanalsanierung) aufbauen.

3.3.2.1 Zustandserfassung durch indirekte optische Inspektion

Die indirekte optische Inspektion lässt sich in 3 Gruppen unterteilen:

- optische Kanalspiegelung
- Inspektion mit ortsfester Kamera (Schacht-Zoom-Kamera/elektronischer Kanalspiegel)
- Inspektion mit ortsbeweglicher Kamera (TV-Inspektion)

3.3.2.1.1 Optische Kanalspiegelung

Die Kanalspiegelung ist eine klassische Methode, um auch ohne Einstieg in den Kanal einen Einblick in die Haltung zu bekommen. Der Einsatz des Kanalspiegels erfolgt über eine Teleskopstange, an deren Ende sich ein Spiegel befindet. Der Spiegel ist etwa im Winkel von 45° zur Stange angebracht und muss im Schachtgerinne passend positioniert werden, sodass für den Betrachter oberhalb des Schachtes ein Spiegelbild von der Kanalhaltung sichtbar wird. Um die Sicht zu verbessern, können zusätzlich Kanallampen eingesetzt werden. Diese werden direkt auf das Spiegelbild leuchtend ausgerichtet oder am anderen Ende der Haltung positioniert, um die Haltung auszuleuchten. Anstatt der zusätzlichen Kanallampen kann auch mittels eines zweiten Spiegels das Sonnenlicht auf den im Schacht positionierten Spiegel gerichtet werden. Der Spiegel selbst kann sowohl aus Spiegelglas als auch aus poliertem Edelstahl bestehen. Je nach vorhandenem Kanalprofil muss eine entsprechende Spiegelform und -größe verwendet werden. In Abbildung 13 ist die Funktionsweise des optischen Kanalspiegels dargestellt. Abbildung 14 zeigt ein Spiegelbild durch den Spiegel.

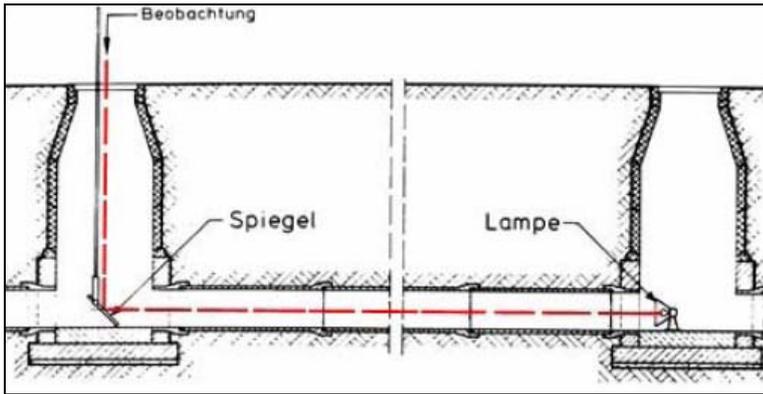


Abbildung 13 Kanalspiegelung mit zusätzlicher Lichtquelle (ERTL, 2009)



Abbildung 14 Spiegelbild des Kanalspiegels (ORTH, 2008)

3.3.2.1.2 Inspektion mit ortsfester Kamera (Schacht-Zoom-Kamera/elektronischer Kanalspiegel)

Die Schacht-Zoom-Kamera ist eine Weiterentwicklung des optischen Kanalspiegels. Hier wird der Spiegel durch eine Kamera mit Zoomfunktion ersetzt und das Bild auf einem Display angezeigt. Gegenüber dem optischen Kanalspiegel wird ein genaueres Bild des Kanals dargestellt, wodurch Zustände besser erkannt werden können. Die Anwendung einer Schacht-Zoom-Kamera ist in Abbildung 15 dargestellt.

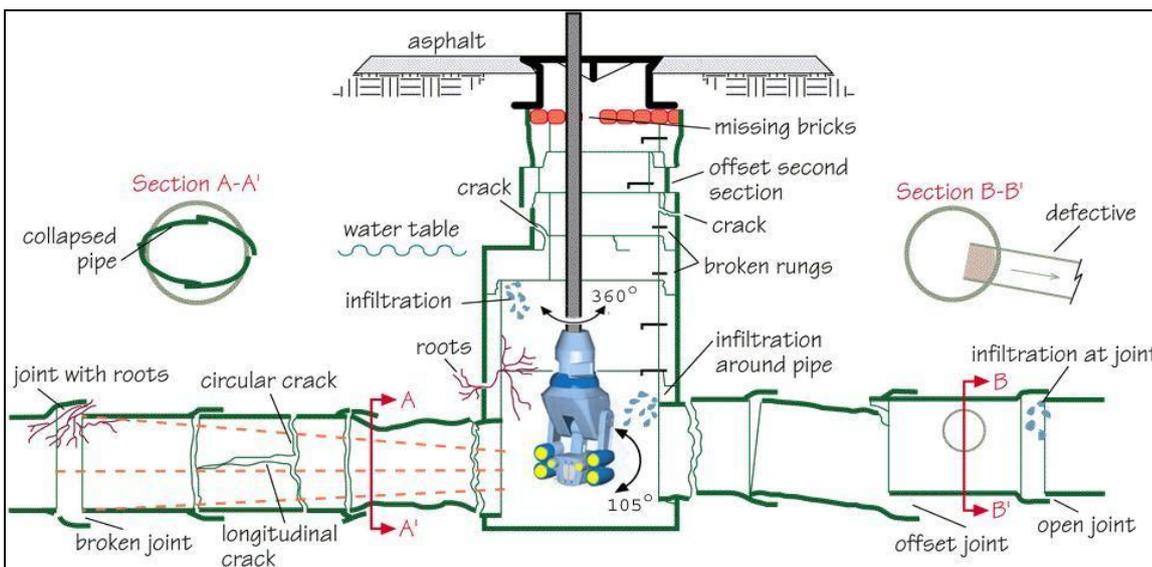


Abbildung 15 Schacht-Zoom-Kamera Anwendung (AQUADATA, 2010)

Für nähere Details zur Schacht-Zoom-Kamera wird an dieser Stelle auf das Kapitel 4.1 verwiesen, in welchem eine detaillierte Beschreibung der Schacht-Zoom-Kamera erfolgt.

3.3.2.1.3 Inspektion mit ortsbeweglicher Kamera (TV-Inspektion)

In Abbildung 16 sind die Verfahren der optischen Kanalinspektion dargestellt. Die Techniken der heute üblichen Verfahren zur optischen Inspektion können grundsätzlich in geschobene und selbstvortreibende Geräte eingeteilt werden.

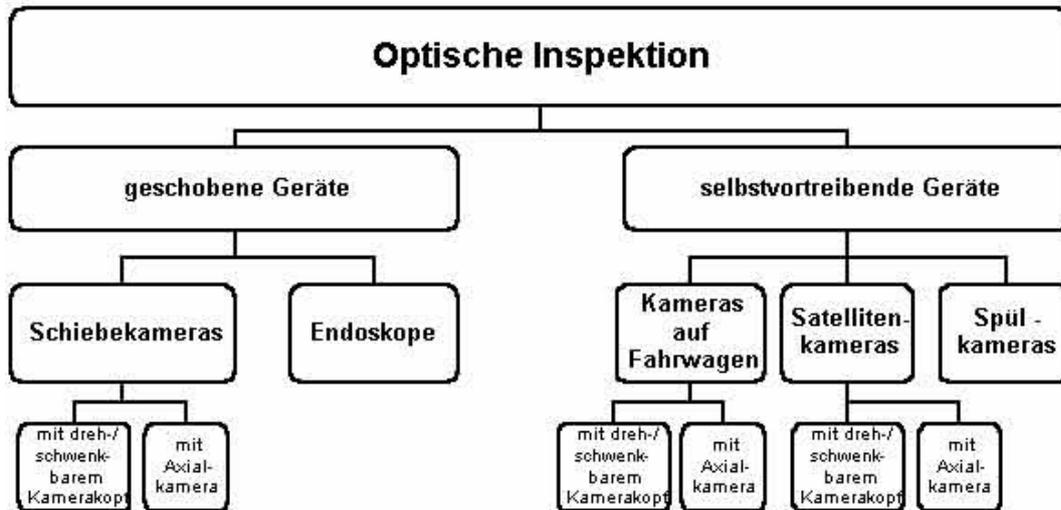


Abbildung 16 Übersicht über die Verfahren der Kanal-TV Inspektion (IKT, 2003)

Geschobene Geräte

Schiebekameras und Endoskope werden vorwiegend für die Inspektion von Leitungen mit kleinen Querschnitten verwendet (z. B. Hausanschlussleitungen). Schiebekameras werden bei der Inspektion mit flexiblen Stangen von Hand vorgeschoben. Die Kameraköpfe können sowohl starr, als auch dreh- und schwenkbar ausgeführt sein. Abbildung 17 zeigt verschiedene Arten von Schiebekameras.



Abbildung 17 Arten von Schiebekameras (IKT, 2003)

Endoskope sind in der Regel noch schlanker als Schiebekameras ausgeführt. Der Kamerakopf ist nur wenige Millimeter breit und ist per Fernbedienung in alle Richtungen steuerbar. Endoskope werden ebenfalls per Hand vorgeschoben. Der Einsatz eines Endoskopes ist in Abbildung 18 dargestellt.

Schiebekameras und Endoskope werden vorwiegend in Rohrsystemen von 50 bis 250 mm Durchmesser eingesetzt.



Abbildung 18 Endoskop (IKT, 2003)

Selbstvortreibende Geräte

Selbstvortreibende Geräte können entweder durch einen Fahrwagen oder durch den Rückstoß eines Hochdruckwasserstrahls vorgetrieben werden. Demnach unterscheidet man zwischen Fahrwagenkameras und Spülkameras.

Fahrwagenkameras werden mittels eines ferngesteuerten Fahrwagens durch den Kanal transportiert. Oft lassen sich die Fahrwagen mit verschiedenen Kameraköpfen ausstatten (Axial-, Dreh-Schwenkkopf). Satellitenkameras ergänzen die Kameras auf dem Fahrwagen um einen zusätzlichen Satelliten-Kamerakopf, welcher in seitliche Abzweige durch einen zusätzlichen Antrieb vorgeschoben werden kann. Abbildung 19 zeigt eine Fahrwagenkamera mit einem Dreh- und Schwenkkopf der Firma IPEK Spezial TV. In Abbildung 20 ist das Prinzip einer Satellitenkamera dargestellt. Fahrwagenkameras eignen sich für eine Inspektion von Rohrsystemen im Bereich von DN 100 bis DN 1500.



Abbildung 19 Fahrwagenkamera mit Dreh- Schwenkkopf (IPEK, 2010)

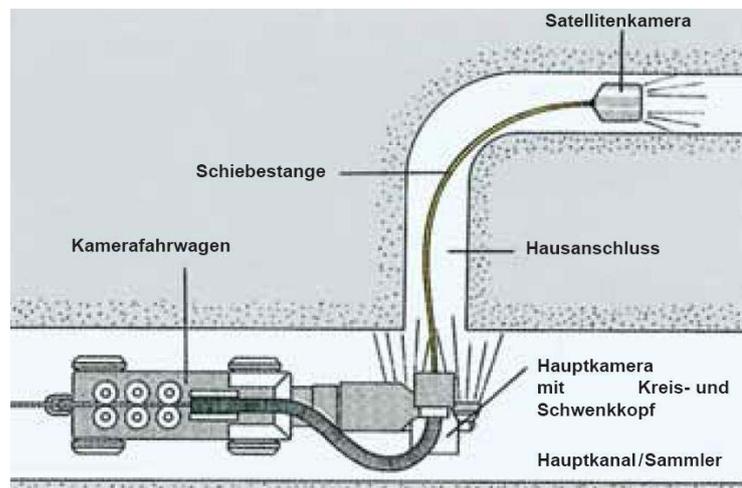


Abbildung 20 Prinzipskizze Satellitenkamera (NRW, 2008)

Eine aktuelle Entwicklung im Bereich der digitalen Kamerasysteme bildet der 3D-Kugelbildscanner. Es wird mit einem Fischauge-Objektiv eine 180°-Komplettansicht des Rohrsystems gemacht. Mit der zugehörigen Software kann so eine zweidimensionale Abwicklung der Rohrwand generiert werden. Mit diesen Systemen werden schnellere Fahrgeschwindigkeiten ermöglicht. Die Auswertung erfolgt im Büro und kann teilweise durch eine automatisierte Zustandserkennung unterstützt werden. In Abbildung 21 ist ein Panorama

3D-Kugelbildscanner abgebildet, in Abbildung 22 werden die Aufnahmen mittels Software zweidimensional abgewickelt.

Zusätzlich zu den Kameraköpfen können an den Fahrwägen auch zusätzliche Systeme installiert werden (z. B. lasergestützte Querschnittsvermessung, Multisensorsysteme, Kanalsonden, etc.). Diese Systeme ermöglichen zusätzlich eine quantitative Inspektion des Kanals. Der Anwendungsbereich dieser Systeme liegt etwa im Bereich von DN 100 bis DN 800.



Abbildung 21 Panorama 3D-Kugelbildscanner (IBAK, 2010)

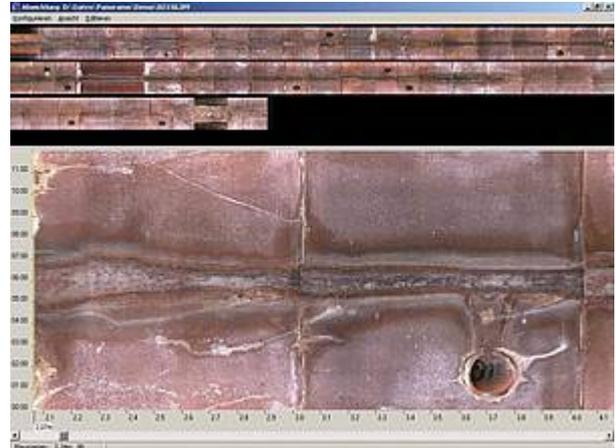


Abbildung 22 Zweidimensionale Abwicklung der Rohrwand (IBAK, 2010)

Spülkameran werden durch Wasserhochdruck vorgetrieben. Die Kamera sitzt bei diesem Verfahren am Ende eines Spülschlauches. Durch Öffnungen am hinteren Rand des Kameragehäuses kann das Wasser unter Hochdruck in einem Winkel von ca. 30° austreten (siehe Abbildung 23). Dadurch erfüllt die Kamera gleichzeitig die Funktion einer Reinigungsdüse (sehende Düse).



Abbildung 23 Spülkamera (IKT, 2003)

3.3.2.2 Akustische Kanalinspektion

Die akustische Kanalinspektion ist ein neues verfahren der Inspektion, welches sich derzeit noch im Prototypstadium befindet. Mittels ausgesendeter und reflektierter Schallwellen können Zustände im Kanal erfasst und dokumentiert werden. Im Folgenden werden die akustische Ausrüstung und die Vorgangsweise bei den Messungen kurz erläutert.

Akustische Ausrüstung:

Die akustische Ausrüstung (SewerBatt®) besteht aus dem akustischen Sensor, welcher einen Lautsprecher und eine Reihe von angeordneten Mikrofonen enthält. Die Signale werden über

Allgemeine Grundlagen

eine Datenleitung auf einen tragbaren Computer übertragen und dort über eine Analysesoftware ausgewertet (Schema siehe Abbildung 24).

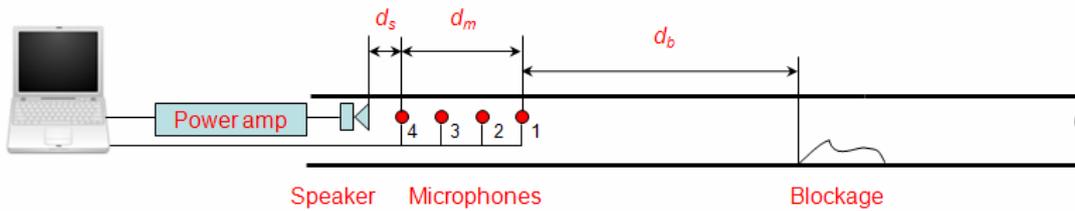


Abbildung 24 Akustische Ausrüstung, schematische Darstellung (ERTL et al. 2010)

Anwendung:

Der akustische Sensor wird an einer Stange montiert und über den geöffneten Schachtdeckel am Beginn der Haltung am Rohrscheitel positioniert. Durch die Software wird ein sinusförmiges Signal generiert, welches über den Lautsprecher in die Haltung abgegeben wird. Die Reflexionen des abgegebenen Signals werden durch die angeordneten Mikrofone aufgezeichnet und durch die Software analysiert. Je nach verschiedenen Zuständen im Kanal werden die Schallwellen unterschiedlich stark und in einer unterschiedlichen Charakteristik reflektiert, wodurch mittels einer Vergleichsbibliothek auf die vorhandenen Zustände geschlossen werden kann. Ein wichtiger Parameter bei der Durchführung der Messungen ist die Aufzeichnung der vorhandenen Temperatur im Kanal, da die Schallgeschwindigkeit stark temperaturabhängig ist.



Abbildung 25 Akustische Ausrüstung



Abbildung 26 Akustischer Sensor im Schacht

3.3.2.3 Zustandserkennung

Die Zustandserkennung erfordert die Kenntnis über die Zusammenhänge zwischen dem Schadensverursacher und die Auswirkungen auf das Abwassersystem. Durch die Schadensverursacher sind eindeutige Schadensbilder im Kanal erkennbar.

Der Zusammenhang zwischen der Schadensursache und dem Schadensbild ist in Abbildung 27 zusammengefasst.

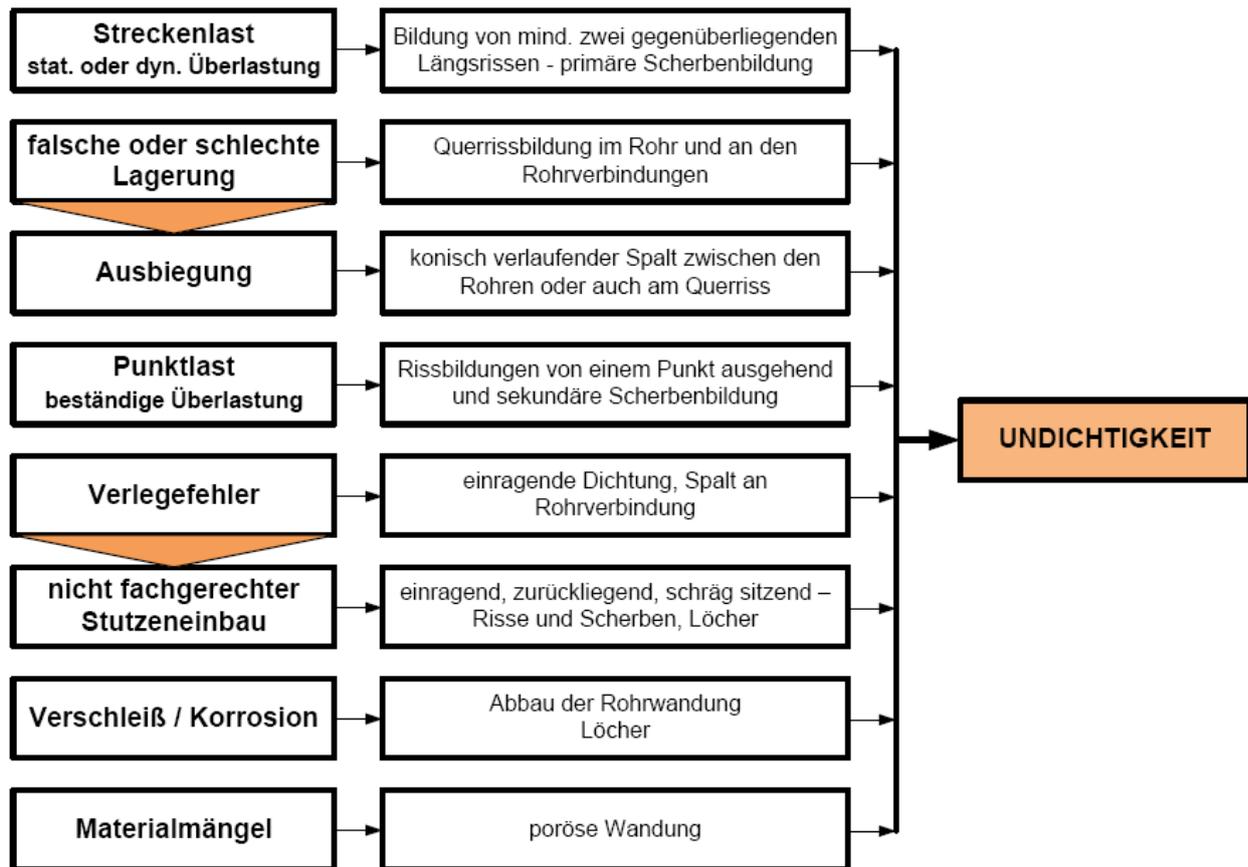


Abbildung 27 Übersicht Schadensursache und Wirkungen (BÖLKE, 2004)

Dieses Schema der Zuordnung von Schäden zu dem jeweiligen Verursacher erleichtert die Erkennung von Zuständen im Kanal enorm. Die angeführten Schadensverursacher können sowohl einzeln, als auch in Kombination auftreten. Es ist wichtig, zu erkennen, welcher konkrete Belastungsfall hinter einem Schaden steckt, da diese Information z. B. eine wichtige Basis für die Erarbeitung eines Sanierungsplanes ist.

Weiters werden Schäden nach BÖLKE (2004) in primäre und sekundäre Schäden unterteilt. Beispielsweise ist ein Wurzeleinwuchs ein Sekundärschaden, dem eine Undichtigkeit als Primärschaden vorangeht. Die Undichtigkeit wiederum ist ein sekundärer Schaden, bedingt durch einen konisch Muffenspalt als Primärschaden.

3.3.2.4 Zustandsbeschreibung und Zustandsklassifizierung

Nach der Zustandserkennung erfolgt die Zustandsbeschreibung und die Zustandsklassifizierung.

Im Mai 2003 wurde eine neue, für ganz Europa einheitliche, europäische Norm EN 13508-2, (2003) „Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion“ veröffentlicht. Diese Norm ersetzte die bisher angewendeten Kodiersysteme (ATV-M 143-2 (1999), ISYBAU (2001), Richtlinie Land Oberösterreich (1992), KASA (1998)) und ist seit 2006 verbindlich anzuwenden.

Als Präzisierungen der EN 13508-2 werden im deutschsprachigen Raum folgende Regelwerke am häufigsten verwendet:

- DWA-M 149-2 (2006)
- ISYBAU (2006)

3.3.2.4.1 Zustandsbeschreibung nach EN 13508-2 (2003)

Die EN 13508-2 legt europaweit ein verbindliches System für die Zustandserfassung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden fest. Im Teil 2 dieser Norm wird ein Kodiersystem für die Zustandsbeschreibung festgelegt.

Die Beschreibung der Zustände erfolgt mittels eines einheitlichen Codes, welcher in Abbildung 28 dargestellt ist. Das Kodiersystem bietet eine umfassende Auswahl an Kodekombinationen an, welche es ermöglichen, Abwasserkanäle und Schächte entsprechend zu dokumentieren.

Ein großer Vorteil der EN 13508-2 ist die Sprachenunabhängigkeit, welche eine europaweite Ausschreibung und Datenaustausch ermöglicht. Weiters werden Zustände strikt nach baulichen und betrieblichen Zuständen sowie der Inventarisierung und sonstigen Kodierungen getrennt.

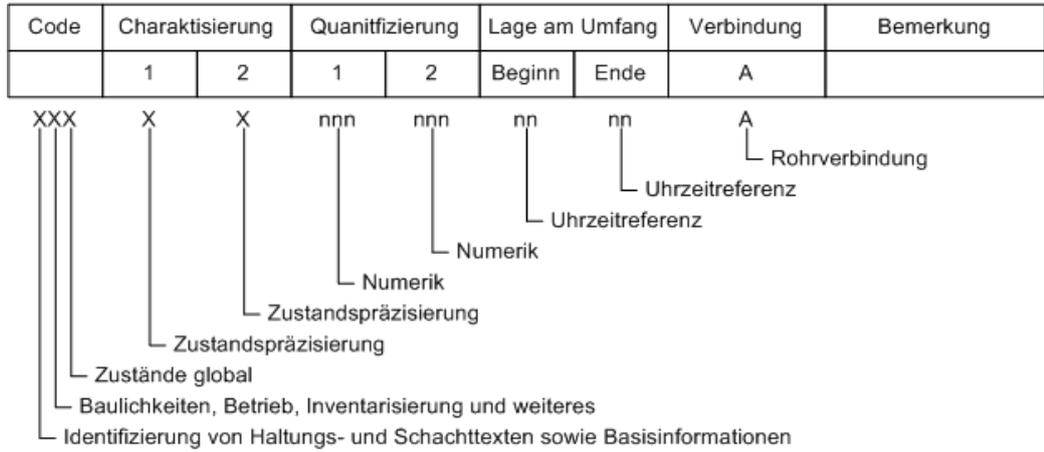


Abbildung 28 Struktur des EN-Kodes (BÖLKE, 2004)

Für eine detaillierte Beschreibung des Kodiersystems nach EN 13508-2 wird an dieser Stelle auf die Literatur BÖLKE (2004) und PLIHAL (2009) verwiesen.

3.3.2.4.2 Richtlinie der OÖ Landesregierung: Kanalzustandserhebung RLOÖ (1992)

Es wurden Messungen mit einer Schacht-Zoom-Kamera im Großraum Linz und zwei Umlandgemeinden durchgeführt. Der Kanalbetrieb in den untersuchten Gebieten wird durch die Linz AG Abwasser durchgeführt. Da die TV-Inspektion und die Zustandsbeschreibung und -klassifizierung seitens der Linz AG nach der Richtlinie der Oberösterreichischen Landesregierung (RLOÖ, 1992) durchgeführt werden, erfolgte die Beschreibung der Zustände, welche mittels Schach-Zoom-Kamera erhoben wurden, nach derselben Richtlinie, um einen direkten Vergleich der Zustandserfassung anstellen zu können. Die Beschreibung der Richtlinie erfolgt in den nachfolgenden Ausführungen.

Einleitung

„Die Richtlinie „Zustandserhebung von Abwasserkanälen“ wurde 1992 von der OÖ Landesregierung unter Mitwirkung von Zivilingenieurbüros und Fachfirmen erstellt.

Die Richtlinie beinhaltet:

Ausschreibungstexte für die Kanalreinigung, Kanalinspektion und Schachtbestands- und Zustandsaufnahme.

Beschreibung und Vorklassifizierung der Mängel.

Form und Inhalt der Protokolle, Schadstellenbilder und Videokassetten der Kanalbestandsaufnahme.

Schnittstellenbeschreibung für die Datenlieferung.

Ziel und Zweck der Richtlinie ist es, den Kanalbetreibern und Planern einen einheitlichen Ausschreibungstext zur Verfügung zu stellen, und einen einheitlichen Standard der Mangelklassifizierung, Haltungs- und Schachtklassifizierung und der Datenlieferung zu gewährleisten.

Weiters ist die Lieferung eines Kataloges der Abwasseranlage enthalten, der in komprimierter Form den Zustand der Kanalisation liefert und zusätzlich zur Haltungs- und Schachtklasse Informationen über den Baulichen Zustand enthält.“ (HARTL, 2002)

Beschreibung von Zuständen lt. RLOÖ (1992)

Die Zustandsgruppen sind in einem übersichtlichen Kürzelsystem angelegt, das eventuelle Erweiterungen zulässt. Der Inspekteur hat bei jedem Mangel die Möglichkeit einen freien Kommentar und numerische Zusatzinformationen (Rissbreite, Querschnittsreduzierung etc.) abzugeben.

Jeder Zustand wird mit einer Schadensklasse versehen. Die einzelnen Schadensklassen sind in den Protokollen und Plänen mit Farben gekennzeichnet, um einen groben Überblick über den Zustand zu geben. Die Schadensklasse der Haltungen und Schächte entsprechen dem stärksten Einzelschaden.

Jeder Zustand enthält die Information über die Bauwerksart und den Bauwerksteil. Die Bauwerksart sagt aus, ob der Zustand im Rohr, im Schacht oder in einem Sonderbauwerk liegt. Der Bauwerksteil beinhaltet die Information, ob der Mangel bei einer Fuge, in der Wandung, bei einer Einmündung oder bei einer maschinellen Einrichtung liegt.

Die Lagebeschreibung des Mangels erfolgt durch die Angabe der Stationierung und der Richtung (links, rechts, oben, unten). Darüber hinaus erhält jeder Mangel eine Information über seine Ausdehnung (punktuell, Streckenschaden).

Aufbau des Mangelkürzels lt. RLOÖ (1992)

Erstes Zeichen: Schadensklasse

- | | |
|---|--|
| 0 | kein optisch erkennbarer Schaden |
| 1 | optisch erkennbarer Schaden, jedoch Bauwerk vermutlich dicht und statisch tragfähig |
| 2 | optisch erkennbarer Schaden, Bauwerk vermutlich undicht jedoch statisch noch tragfähig |
| 3 | optisch erkennbare Einsturzgefährdung gegeben, undicht |

Zweites Zeichen: Bauwerksart

- | | |
|---|---------|
| R | Rohr |
| S | Schacht |
| W | Wandung |

Drittes Zeichen: Bauwerksteil

- | | |
|---|--|
| F | Fuge |
| W | Wandung |
| E | Einbindung |
| M | Maschinelle Einrichtung (z. B. Pumpwerk) |

Viertes und Fünftes Zeichen: Schadenskennziffer

z. B. 21: Gruppe 2 Abflusshindernisse, Mangel 1 Lose Ablagerung

Zustandsliste lt. RLOÖ (1992)

0 Schächte und Zuläufe

- 0.1 Haltungsanfang (Beginn der Aufnahme)
- 0.2 Haltungsende (Ende der Aufnahme)
- 0.3 Blindschacht
- 0.4 Verschütteter Schacht
- 0.5 Zwischenschacht
- 0.6 Sonstiger Schacht
- 0.7 Zulauf im Schacht
- 0.8 Blindanschluss

1 Allgemeiner Mangel

- 1.1 Aussinterung
- 1.2 Abplatzung
- 1.3 Feuchtigkeit sichtbar
- 1.4 Wassereintritt
- 1.5 Abwasseraustritt
- 1.6 Erdreich sichtbar
- 1.7 Dichtring sichtbar
- 1.8 Sonstiges

2 Abflusshindernisse

- 2.1 Lose Ablagerungen
- 2.2 Verfestigte Ablagerungen
- 2.3 Hereinragendes Hindernis
- 2.4 Wurzeleinwuchs
- 2.5 Sonstiges Abflusshindernis
- 2.6 Kreuzung Versorgungsleitung

3 Lageabweichungen

- 3.1 Senke
- 3.2 Knick
- 3.3 Querversatz
- 3.4 Längerversatz
- 3.5 Materialwechsel
- 3.6 Dimensionswechsel
- 3.7 Bogen
- 3.8 Pfeife
- 3.9 Absturz

4 Materialangriff

- 4.1 Schadhafte Beschichtung
- 4.2 Mechanischer Verschleiß
- 4.3 Chemischer Angriff (Korrosion)

5 Bauwerksverformungen

- 5.1 Verformung
- 5.2 Bruch
- 5.3 Einsturz
- 5.4 Fehlende Scherbe
- 5.5 Fehlender Wandungsteil
- 5.6 Fehlende Klinker

6 Risse

- 6.1 Längsriss
- 6.2 Querriss
- 6.3 Scherbenbildung
- 6.4 Kreuzriss

7 Sonstige Bauwerksmängel

- 7.1 Einstiegsabdeckung schadhaf
- 7.2 Schmutzfänger defekt oder fehlt
- 7.3 Steighilfen fehlen oder unzureichend
- 7.4 Sohlgerinne defekt

8 Sonstige Betriebsmängel

- 8.1 Blindschacht
- 8.2 Blindanschluss
- 8.3 Zu geringe Wasserführung (wenn Ursache nicht bekannt)
- 8.4 Zu hohe Wasserführung (wenn Ursache nicht bekannt)
- 8.5 Rückstau
- 8.6 Unzulässige Drainageeinbindung
- 8.7 Defekte maschinelle Anlagenteile
- 8.8 Defekte Steuerungseinrichtung
- 8.9 Unzulässige Einbindung

9 Abgebrochene Befahrung

- 9.1 Kein Weiterkommen, äußere Einwirkung
- 9.2 Kein Weiterkommen, Kameraproblem
- 9.3 Nicht gefahrener Strangteil Anfang
- 9.4 Nicht gefahrener Strangteil Ende
- 9.5 Umstellung erforderlich
- 9.6 Gegenseite erreicht

Beispiele:

2 R F 1 4: Schadensklasse 2
Bauwerksart: Rohr
Bauwerksteil: Fuge
Allgemeiner Mangel, Wassereintritt

2 R W 6 1: Schadensklasse 2
Bauwerksart: Rohr
Bauwerksteil: Wandung
Risse, Längsriss

3.3.2.5 Inspektionsintervalle

Neben den rechtlich geforderten Inspektionsintervallen (siehe Kapitel 3.1.2 und 3.1.3) werden im ÖWWV Regelblatt 22 (1989) und im DWA A 147 (2005) Vorschläge für Überprüfungsintervalle der Inspektion gemacht. Diese sind nachstehend zusammengefasst:

ÖWWV Regelblatt 22 (1989)

„Die Überprüfung der Kanalisation hat insbesondere auf Ablagerungen, Bauzustand (inkl. Dichtheit) und auf Fehlschlüsse zu erfolgen. Die Zeiträume richten sich nach den örtlichen Gegebenheiten, sind im Allgemeinen aber wie folgt festgelegt:

Kanäle einschließlich Auslaufbauwerken: einmal jährlich, ausgenommen nicht begehbare Kanäle mit hohem Gefälle und/oder hoher Fließgeschwindigkeit, bei denen etwa alle vier Jahre vor allem der Bauzustand auf Abrieb überprüft werden soll.

Pumpwerke: keine Festlegung von Intervallen, je nach Bedeutung und Art der technischen Ausstattung.

Regenüberläufe und Regenbecken: nach jedem Anspringen, mindestens einmal monatlich.

Sand- und Schotterfänge: je nach Bemessungsgröße und Regenstärke.

Schieberanlagen und Rückschlagklappen: einmal monatlich.

Düker: einmal monatlich auf ausreichende Leistungsfähigkeit“

(ERTL, 2007)

DWA-A 147 (2005)

„In diesem Arbeitsblatt werden unter Inspektion die optische Feststellung des baulichen Zustandes sowie die Prüfung der Funktionsfähigkeit der Kanalisation verstanden. Die Häufigkeit der Inspektion variiert zwischen begehbaren und nicht begehbaren Kanälen, dabei wird jeweils ein Bereich für den Normalfall und eine Häufigkeit für Sonderfälle angegeben.

Begehbare Kanäle (ab einer lichten Höhe von 120 cm): im Normalfall alle 5 - 20 Jahre und in Sonderfällen (Lage in Trinkwasserschutzgebietszone 2 bzw. in Heilquellenschutzgebieten, Zone B, o.ä.) jedes zweite Jahr durch direkte Inaugenscheinnahme.

Nicht begehbare Kanäle: im Normalfall mittels einer Kanalfernsehaufnahme alle 5 bis 20 Jahre bzw. in den oben genannten Sonderfällen jedes zweite Jahr.

Schachtinspektion: die Inspektion umfasst das Öffnen der Abdeckung und die Reinigung des Schmutzfängers. Bei der optischen Inspektion des Schachtes wird unterschieden, ob diese von der Straße aus oder intensiver nach Einstieg in den Schacht erfolgt:

- mit Einstieg: alle zehn Jahre, in Verkehrsstraßen alle fünf Jahre

- ohne Einstieg: einmal pro Jahr, in Verkehrsstraßen zweimal pro Jahr

Auslaufbauwerke: betrieblich vierteljährlich, baulich in einjährigen Intervallen.

Bauwerke für Pumpwerke und Außenanlagen: einmal pro Jahr.

Regenbecken: monatlich auf Betriebsfähigkeit, einmal jährlich auf Bauzustand.

Drosseleinrichtungen bei Regenüberläufen: betrieblich jedes zweite Monat, baulich einmal pro Jahr.

Schieberanlagen und Rückschlagklappen: zumindest halbjährlich.

Düker: einmal pro Monat betrieblich sowie einmal pro Jahr auf Bauzustand.

Es sind in diesem ATV-Arbeitsblatt noch weitere Sonderbauwerke und Aufgaben genannt, für die aber keine Intervalle angegeben werden. Zusätzlich wird immer wieder darauf hingewiesen, dass andere Häufigkeiten aufgrund örtlicher Gegebenheiten möglich sind.“

(ERTL, 2007)

4. Material und Methoden

4.1 Schacht-Zoom-Kamera

Die Schacht-Zoom-Kamera (Elektronischer Kanalspiegel) ist eine Kamera, welche an einer Teleskopstange montiert ist und von der Oberfläche aus in den Schacht hinabgelassen wird, ohne dass in den Kanal eingestiegen werden muss. Durch die Zoomfunktion der Kamera und der Beleuchtungseinrichtung werden, abhängig nach Rohrdurchmesser und den Bedingungen im Kanal, Sichtweiten bis zu 30 m ermöglicht. Je nach Hersteller verfügen die Kameras über verschiedene Funktionen und Bedienungseinrichtungen.

Als Anwendungsgebiete einer Schacht-Zoom-Kamera können folgende Bereiche angegeben werden (IPEK, 2006; RITEC, 2010):

- Abwasser-Schächte (Schachtwand, Schachtsohle)
- Rohrleitungen und Kanäle bis zu 30 m weit
- Regenbecken
- Stauraumkanäle
- Unterirdische Behälter und Tanks

Die Überprüfung der Qualität der erhaltenen Daten, deren Eignung für die bauliche und betriebliche Zustandserfassung von Kanälen sowie die Verwendung der Daten als Grundlage für eine bedarfsorientierte Kanalreinigung wurde in der vorliegenden Diplomarbeit untersucht.

Es haben sich im Wesentlichen zwei Systeme bei Schacht-Zoom-Kameras entwickelt:

- Tragbare Geräte
- Fix am Fahrzeug montierte Geräte

Tragbare Geräte sind in der Regel durch eine Person bedien- und tragbar. Das Display wird direkt an der Teleskopstange oder an einer Trageweste befestigt. Somit ist eine hohe Flexibilität gewährleistet und man ist bei den Inspektionen auf kein Fahrzeug bzw. die Zufahrmöglichkeit der Schächte angewiesen. Die Kamerasysteme sind meist sehr einfach und leicht gebaut (siehe Abbildung 29).

Die am Fahrzeug montierten Geräte sind mit einem Mast, welcher am Fahrzeug befestigt ist ausgerüstet. An dem Mast wird die Schacht-Zoom-Kamera befestigt und meist über einen Antrieb in den Schacht hinabgelassen. Die Verdrehung und die Neigung der Kameraeinheit erfolgt ebenfalls über einen elektrischen Antrieb. Die Bedieneinheit und die Anzeige sind im Fahrzeug integriert und die Inspektion erfolgt vom Fahrzeug aus. Der Vorteil dieses Systems ist, dass eine umfangreiche Einrichtung für die Datenaufzeichnung und die Einbindung in eine Datenbank verwendet werden kann, da diese nicht getragen werden muss. Mit fix montierten Geräten sind verwackelungsfreie Bild- und Videoaufzeichnungen möglich, außerdem sind die Inspektoren im Fahrzeug vor Witterung geschützt. Ein Nachteil ist, dass die Schächte für ein Fahrzeug zugänglich sein müssen und dass das Fahrzeug bei jedem einzelnen Schacht in richtiger Position abgestellt werden muss. Somit geht die Flexibilität der tragbaren Geräte verloren (siehe Abbildung 30).

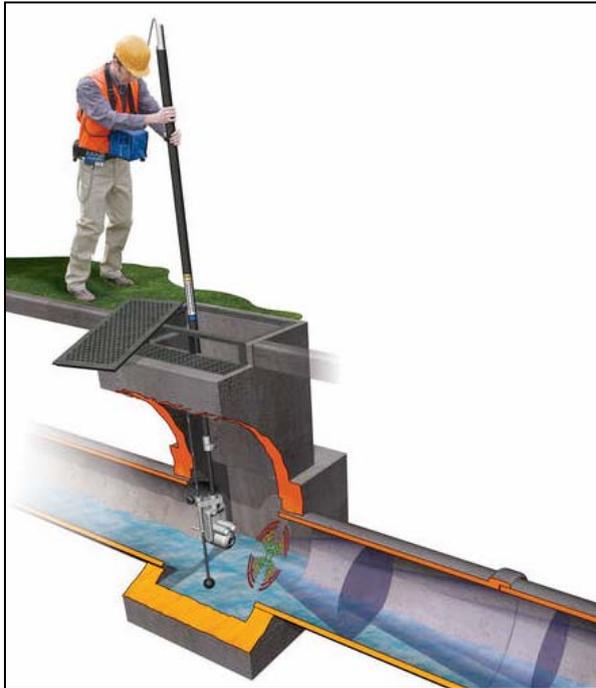


Abbildung 29 Tragbare Schacht-Zoom-Kamera, QuickView® (ENVIROSIGHT, 2010a)

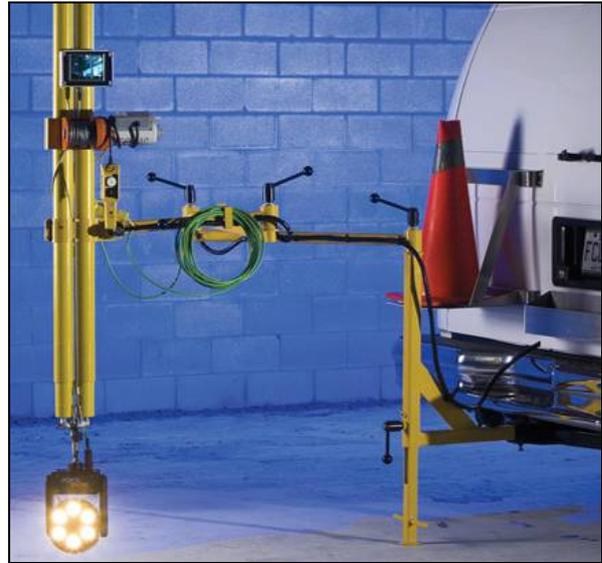


Abbildung 30 Fix montierte Schacht-Zoom-Kamera, CT PortaZoom (CTZOOM, 2010)

4.1.1 QuickView®-Kamera

Für die durchgeführten Untersuchungen wurde die Schacht-Zoom-Kamera QuickView® der Firma Envirosight (USA, Vertrieb in Deutschland durch IPEK Spezial TV) verwendet. Die QuickView®-Kamera wurde von der Firma R-Tec GmbH für die Durchführung der Feldmessungen zur Verfügung gestellt.

Im folgenden Kapitel wird auf die Funktionen und die Bedienung der Kamera näher eingegangen.

4.1.1.1 Spezifikationen

Das System besteht aus einer Trageweste (Abbildung 31) und der Kameraeinheit mit dem ausziehbaren Teleskopstab (Abbildung 32 und Abbildung 33). In der Trageweste ist die Bedieneinheit, die Stromversorgung durch aufladbare Batterien sowie eine Halterung für das Anzeigegerät integriert. Eine Verbindung zwischen Kamera und Trageweste erfolgt durch ein Verbindungskabel, welches zum Schutz vor Beschädigungen mit einer Metallumhüllung versehen ist.



Abbildung 31 Trageweste mit Bedieneinheit, Batterien und Anzeige (ENVIROSIGHT, 2010a)



Abbildung 32 Kamera mit Teleskopstab (ENVIROSIGHT, 2010a)

Technische Eckdaten: (ENVIROSIGHT 2010a, ENVIROSIGHT 2010b, IPEK 2006)

- Zoom: 432:1 (36:1 optisch / 12:1 digital)
- Fokus automatisch und manuell mit MakroEinstellung
- Blende automatisch und manuell
- Gehäuse: eloxiertes Aluminium
- Druckdichte: 1 bar
- Temperaturbereich -15°C - +50°C
- Beleuchtung: 2 x 14 W HID Xenon Lampen, Farbtemperatur 6900K
- Gewicht (Kamera, Trageweste und Teleskopstange): 6,8 kg
- 7,3m/1,9m Kohlefaser Teleskopstange (Gesamtlänge/eingefahrene Länge)
- 12m Verbindungskabel (Kamera zu Bedieneinheit)
- Akku: NiMH 95Wh, Akkustandzeit: 8 Std.
- Preis: 13.917 \$ Basispaket

Optionales Zubehör:

- Zweitakku als Reserve
- Längere Teleskopstange (bis 9 m Länge) und längeres Verbindungskabel
- Drahtlose Verbindung statt Verbindungskabel
- Weitwinkelaufsatz für Schachtinspektion
- Zusatzbeleuchtung

An der Teleskopstange befindet sich ein gefederter, einstellbarer Abstandhalter mit einer Kunststoffkugel als Aufstellpunkt. Damit ist es möglich, die Kamera bei verschiedenen großen Kanalprofilen zentrisch zu positionieren (Abbildung 33).

Die Steuerung von Zoom und Fokus erfolgt über einen Joystick in der Bedieneinheit (Abbildung 34). Die Fokussierung des Bildes erfolgt automatisch oder manuell. Für die Nutzung der Distanzmessung muss der Fokus auf manuell eingestellt werden.



Abbildung 33 Teleskopstange mit gefedertem Abstandhalter (ENVIROSIGHT, 2010b)



Abbildung 34 Bedieneinheit QuickView® (ENVIROSIGHT, 2010a)

Als Anzeige kann jedes Display verwendet werden, welches über einen entsprechenden Videoeingang verfügt. Für die praktischen Messungen wurde ein Archos 705 Videoplayer (ARCHOS, 2007) mit einem 7" Display und integrierter Festplatte für eine digitale Speicherung der Videoaufnahmen verwendet.

Die komplette Ausrüstung, ausgenommen der Teleskopstange, ist in einem Transportkoffer untergebracht, um einen flexiblen Transport der Kamera zu ermöglichen.

4.1.1.2 Distanzmessung

Die Distanzmessung der QuickView®-Kamera funktioniert elektronisch durch Berechnung des eingestellten Zooms und der eingestellten Fokussierung. Der Abstand wird zu jenen Objekten bzw. Zuständen gemessen, welche im Moment der Durchführung der Messung am Bildschirm scharf dargestellt werden. Die Berechnung der Distanz erfolgt ausschließlich über die Optik der Kamera, es kommen keine anderen Entfernungsmessungen wie beispielsweise Laserentfernungsmessung zur Anwendung.

Vorgehensweise bei der Distanzmessung:

- Aufstellen und Einrichten der Kamera
- zum gewünschten Objekt zoomen
- Objekt fokussieren
- Distanzmessung starten (Drücken des Knopfes in der QuickView®-Steuerung)

Die Distanzmessung wird umso genauer, je näher man an das zu messende Objekt heranzoomt, da man somit auf dem kleineren Bildausschnitt weniger Spielraum für die Scharfstellung hat. Zoomt man jedoch sehr weit, erscheint das Bild auch bei unterschiedlichen Fokussierungen scharf, und die Distanzmessung wird ungenau bzw. ist nicht mehr möglich.

Kalibrierung der Distanzmessung:

Die Kalibrierung erfolgt mittels eines Objektes, welches im Abstand von genau 6 m Entfernung zur Linse aufgestellt wird (ENVIROSIGHT, 2010b)

Eine Distanzmessung ist nicht möglich, wenn:

- das Sichtfeld zu weit eingestellt ist (nicht ausreichend herangezoomt). Meldung „FOV (field of view) too wide“ (siehe Abbildung 36).
Es wird kein Wert der Distanzmessung ausgegeben, da der Wert aufgrund der weiten Einstellung des Sichtfeldes nur unzureichend genau ermittelt werden könnte.

- die Distanzmessung außerhalb der möglichen Reichweite liegt. Meldung: „out of range“ (siehe Abbildung 35). Unterhalb einer Distanz von etwa 5 m ist keine Distanzmessung möglich. Nach oben hin konnten keine Grenzen festgestellt werden. Die maximalen Entfernungsmessungen die im Zuge dieser Arbeit durchgeführt wurden, bewegten sich im Bereich von 50 m. Bei dieser Distanz ist die Ausleuchtung jedoch schon so gering, dass es am Bildschirm nur schwer erkennbar ist, ob das zu messende Objekt tatsächlich scharf gestellt wurde.



Abbildung 35 Meldung „Out of range“



Abbildung 36 Meldung „Fov too wide“

4.1.2 Weitere Hersteller von Schacht-Zoom-Kameras

Es gibt mehrere Hersteller von Schacht-Zoom-Kameras, wobei sich die Bauart und die Bedienung der Hersteller teilweise von denen der QuickView®-Kamera unterscheiden. Die Leistungsfähigkeit der optischen Zoomfunktion liegt jedoch bei allen Herstellern in derselben Größenordnung. In den folgenden Kapiteln sind einige Hersteller von Schacht-Zoom-Kameras angeführt und die Besonderheiten der Produkte hervorgehoben. (teilweise aus FEENEY et al. (2009))

4.1.2.1 Aries HC3000 Zoom Pole Camera

Hersteller Aries Industries , USA

- Tragbares Gerät
- Zoom: 432:1 (36:1 optisch, 12:1 digital)
- Drahtlose Bildübertragung von Kamera zu Display (ca. 100 m Reichweite)
- Bedienelemente direkt an der Teleskopstange angeordnet
- Kohlefaser Teleskopstange 1,8 - 5,5 m
- 10“ LCD Display in Media Case mit Aufnahmemöglichkeit
- Beleuchtung durch 2 LED-Lichtquellen
- Stromversorgung durch 10 wiederaufladbare Batterien Größe C
- 4,5 Std. Akkustandzeit
- Gewicht: 10,4 kg
- Preis ca. 11.400 \$ (Basispaket)

(siehe Abbildung 37 und Abbildung 38)



Abbildung 37 Aries Zoom-Kamera (ARIES, 2010)



Abbildung 38 Bedieneinheit Aries (ARIES, 2010)

4.1.2.2 CTZoom Technologies

Hersteller: CTZoom Technologies, Kanada

4.1.2.2.1 PortaZoom

- Zoom: 312:1 (26:1 optisch, 12:1 digital)
- Mast am Fahrzeug montiert
- horizontale und vertikale Achsverdrehung über Stellmotoren
- Anzeige über Computer, Steuerung mit Joystick und Tastatur, zusätzliches Anzeigegerät am Mast montiert
- Stromversorgung über Fahrzeug
- GIS Software mit GPS Ausrüstung mit Speicherung der Videos und Bilder in einer Datenbank

(siehe Abbildung 39 und Abbildung 40)

4.1.2.2.2 StaffCam

- Tragbares Gerät
- Zoom: 312:1 (26:1 optisch, 12:1 digital)
- 2 x 50 Watt Halogenbeleuchtung
- 7" LCD-Touch-screen mit integriertem Videospeicher und Steuerungseinrichtung für die Kamera
- Teleskopstange bis 9,14 m
- Externe Stromversorgung

(siehe Abbildung 41 bis Abbildung 43)



Abbildung 39 PortaZoom (CTZOOM, 2010)



Abbildung 40 PortaZoom Fahrzeugmontage (CTZOOM, 2010)



Abbildung 41 StaffCam Display mit Steuerung (CTZOOM, 2010)



Abbildung 43 StaffCam Ausrüstung (CTZOOM, 2010)



Abbildung 42 StaffCam (CTZOOM, 2010)

4.1.2.3 CUES Inc.

4.1.2.3.1 IMX Truck Mounted Zoom Camera

Hersteller: CUES Inc., USA

- Zoom: 312:1 (26:1 optisch, 12:1 digital)
- Mast am Fahrzeug montiert und elektrisch verschiebbar
- horizontale und vertikale Achsverdrehung über Stellmotoren
- Stromversorgung über Fahrzeug

(siehe Abbildung 44)



Abbildung 44 Cues IMX Truck Mounted Camera (CUES, 2010)



Abbildung 45 Cues QZ2 (CUES, 2010)

4.1.2.3.2 QZ2 Portable Video Inspection Camera

Hersteller: CUES Inc., USA

- Tragbare Kamera mit Teleskopstange und tragbarer Anzeige
- Kamerasystem und technische Daten ident mit QuickView®-Kamera (siehe Kapitel 4.1.1)

(siehe Abbildung 45)

4.1.2.4 Aqua Data Inc., AquaZoom

Hersteller: Aqua Data Inc., Kanada

- über einen Mast am Fahrzeug montiert
- elektrisch dreh- und schwenkbar
- Stromversorgung über Fahrzeug

(siehe Abbildung 46)



Abbildung 46 AquaZoom (AQUADATA, 2010)

4.1.2.5 RITEC Schachtkamera

Hersteller: RITEC Rohr Inspektionstechnik GmbH., Deutschland

- Zoom: 40:1
- Beleuchtung: 2x50 W Halogenlampen
- Steuerung und Anzeige direkt am Teleskopstab
- Aufstellbügel verstellbar

(siehe Abbildung 47 und Abbildung 48)



Abbildung 47 RITEC Schachtkamera (RITEC, 2010)



Abbildung 48 Anzeige RITEC Schachtkamera (RITEC, 2010)

4.1.2.6 STV-Inspektionskamera

Hersteller: Messen Nord, Gesellschaft für Mess-, Sensor- und Datentechnik mbH.

- Tragbares System
- Zoom: 220:1 (22:1 optisch, 10:1 digital)
- Teleskopstange mit optionalem Stativ
- Beleuchtung durch 4 dimmbare LED-Scheinwerfer
- Externe, kabelgebundene Stromversorgung
- Farbbildschirm mit Kamerasteuerung und Bildaufnahmetaste
- Vermessungslaser (max. 10 m Distanz)

(siehe Abbildung 49 und Abbildung 50)



Abbildung 49 STV-Inspektionskamera (MESSEN, 2010)

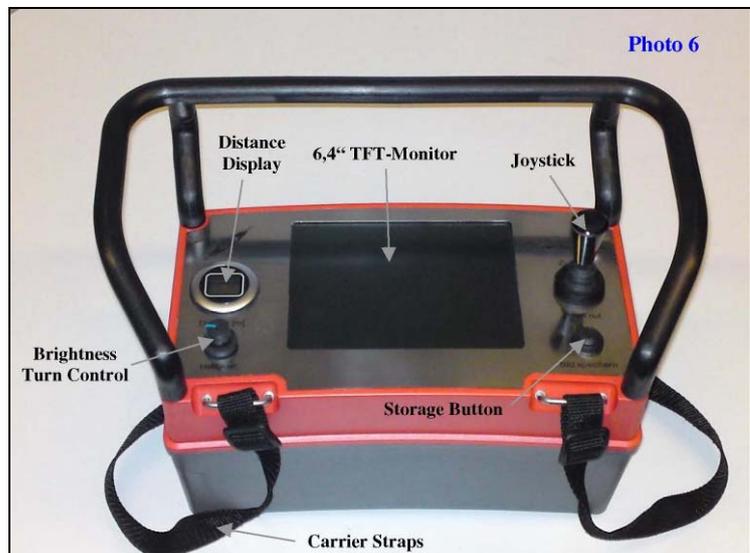


Abbildung 50 Farbbildschirm STV Inspektionskamera (MESSEN, 2010)

4.1.2.7 Zusammenfassender Vergleich von Schacht-Zoom-Kameras

In Tabelle 2 sind die einzelnen Hersteller bzw. Modelle von Schacht-Zoom-Kameras zusammengefasst aufgelistet. Die Tabelle enthält die jeweiligen Modelle der Hersteller und einige markante Eigenschaften der Kameras.

Tabelle 2 Vergleich der Hersteller von Schacht-Zoom-Kameras

Hersteller	Envirosight	Aries	CTZoom		CUES Inc.		Aqua Data	RITEC	STV
Modell	QuickView	HC3000	PortaZoom	StaffCam	IMX	QZ2	AquaZoom	Schacht kamera	Inspektions kamera
Zoom	432:1	432:1	312:1	312:1	312:1	432:1	k. A.	40:1	220:1
Beleuchtung	2 HID Xenon	2 LED	6 Halogen	2 Halogen	9	2 HID Xenon	6	2 Halogen	4 LED
System	tragbar	tragbar	fix montiert	tragbar	fix montiert	tragbar	fix montiert	tragbar	tragbar
Stromversorgung	Akku	Akku	Fahrzeug	Extern	Fahrzeug	Akku	Fahrzeug	Akku	Extern
Länge Stange	9 m	5,5 m	k.A.	9,14 m	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Basispreis	13.917 \$	11.400 \$	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.

4.1.3 Erfahrungen und Einsatzgebiete von Schacht-Zoom-Kameras

Von Kanalbetreibern in Österreich gibt es wenig bis keine Erfahrungswerte bzw. Einsatzgebiete der Schacht-Zoom-Kamera, da die Kanäle in Österreich noch überwiegend nach einem fixen Spülplan bzw. in regelmäßigen Intervallen gereinigt werden. Die optische Kanalspiegelung findet durchaus noch Anwendung, jedoch hat sich die Technologie der Schacht-Zoom-Kamera in Österreich noch nicht sehr stark durchgesetzt. Die bauliche Zustandserfassung erfolgt derzeit überwiegend mittels TV-Inspektion mit fahrbaren Kameras.

In der Stadt Auburn (Massachusetts) wurde ein Programm gestartet, um die hohe Infiltrationsrate im Kanalnetz zu minimieren und den Kanalzustand für erforderliche Sanierungs- bzw. Reinigungsmaßnahmen zu erheben. Das Kanalnetz mit einer Länge von 18.000 m wurde in einem ersten Schritt mit einer Schacht-Zoom-Kamera (CUES IMX) untersucht. Als Folge dieser Inspektion wurde entschieden, ob für einzelnen Haltungen eine nochmalige TV-Inspektion für eine Sanierungsplanung durchgeführt wird. Von 18.000 m wurden 4.500 m Kanal gereinigt und die Zustände durch eine TV-Befahrung nochmal inspiziert. Laut RINNER et al. (2008) wurden aufgrund der Vorinspektion mit der Schacht-Zoom-Kamera 50.000 \$ an Kosten gespart. (RINNER et al., 2008)

Für die Inspektion von Ablagerungen wurde bei mehreren Kanalnetzbetreibern in Deutschland neben dem optischen Kanalspiegel auch die Schacht-Zoom-Kamera eingesetzt. Nach ORTH et al. (2008) können die Ablagerungen durch Inaugenscheinnahme des Schachtgerinnes, den optischen Kanalspiegel, die Schachtkamera oder durch eine Fahrwagenkamera beurteilt werden. (ORTH et al., 2008)

Nach DI TULLIO (2005) werden tragbare Schacht-Zoom-Kameras in den USA bereits seit 10 Jahren eingesetzt. Am Fahrzeug montierte Kameras erlauben eine höhere Sichtweite und drängen allmählich auf den Markt.

4.2 Versuchsprogramm und Versuchsdurchführung

Die Versuche mit der Schacht-Zoom-Kamera wurden in 3 Schritten durchgeführt und setzen sich wie folgt zusammen:

1. Vorversuche im Technikum des Instituts für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz
2. Testinspektion im August 2009
3. Inspektion in 2 Umlandgemeinden von Linz im OÖ Zentralraum im November 2009

Aufgrund von Vorversuchen im Technikum des Instituts konnten erste Erfahrungen im Umgang mit der QuickView®-Kamera und mögliche Einsatzgrenzen getestet werden. Diese gewonnenen Erkenntnisse sollten nun durch Messungen im öffentlichen Kanal ergänzt werden.

In Zusammenarbeit mit Linz AG Abwasser wurden Inspektionen mit der Schacht-Zoom-Kamera in der Kanalisation von Linz sowie 2 Umlandgemeinden durchgeführt. Im August 2009 wurden erste Testinspektionen und im November 2009 umfassende Inspektionen vorgenommen.

Für die Messungen wurde eine Schacht-Zoom-Kamera (QuickView®) der Firma R-Tec GmbH, welche dem Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz zur Verfügung gestellt wurde, verwendet (siehe Kapitel 4.1.1).

Begleitend zu den Untersuchungen mit der Schacht-Zoom-Kamera wurden Messungen mittels eines akustischen Sensors (SewerBatt®) in Zusammenarbeit mit der Universität Bradford vorgenommen. Die akustische Kanalinspektion ist eine neue Inspektionsmethode, wobei die Inspektion, gleich wie bei der Schacht-Zoom-Kamera, vom Schacht aus erfolgt. Die gemeinsame Anwendung dieser beiden Technologien wurde deshalb durchgeführt, da beide Verfahren neue, innovative Inspektionsmethoden darstellen und die Anwendung beider Verfahren in gleicher Weise vom Schacht aus durchgeführt wird.

In den folgenden Kapiteln wird auf die Durchführung der Versuche im Technikum, sowie die Inspektionen näher eingegangen und der Ablauf detailliert beschrieben.

4.2.1 Vorversuche im Technikum

Im Vorfeld der praktischen Messungen wurden erste Probemessungen mit der QuickView®-Kamera im Technikum des Instituts vorgenommen. Ziel dieser ersten Anwendungen sollte ein Kennenlernen der Kamera und das Erlernen der richtigen Handhabung und Steuerung der Kamera sein. Des Weiteren sollte die Distanzmessung für den praktischen Einsatz erprobt werden. Aufgrund dieser Vorversuche wurde ein Versuchsprogramm festgelegt, auf welche Gesichtspunkte hin die Schacht-Zoom-Kamera im Feld getestet und eingesetzt werden soll.

Versuchsaufbau

Es wurde eine Versuchsmessstrecke aus Kunststoffrohren im Technikum aufgebaut. Die Messstrecke beginnt mit DN 150 Rohren, verjüngt sich nach zwei Metern durch eine Reduktion auf DN 100. Nach weiteren vier Metern wurden zwei Abzweige im Abstand von einem Meter eingebaut, danach erfolgt eine nochmalige Reduktion auf DN 50 und ein zwei Meter langes Endstück mit einem 90°-Bogen am Ende. In die beiden Abzweige wurden Kunststoffschlauchstücke (blaue und grüne Leitung) eingeführt, um einen einragenden Anschluss darzustellen und eine bessere Fokussierung für die Distanzmessung zu gewährleisten. Weiters wurde im Abstand von etwa 5,5 m zum Rohranfang ein Holzstück in die Rohrleitung gelegt. Die Gesamtlänge der Messstrecke beträgt etwa 10 m. Der Versuchsaufbau ist Abbildung 51 dargestellt.

Die Ergebnisse dieser Vorversuche befinden sich in Kapitel 5.1.

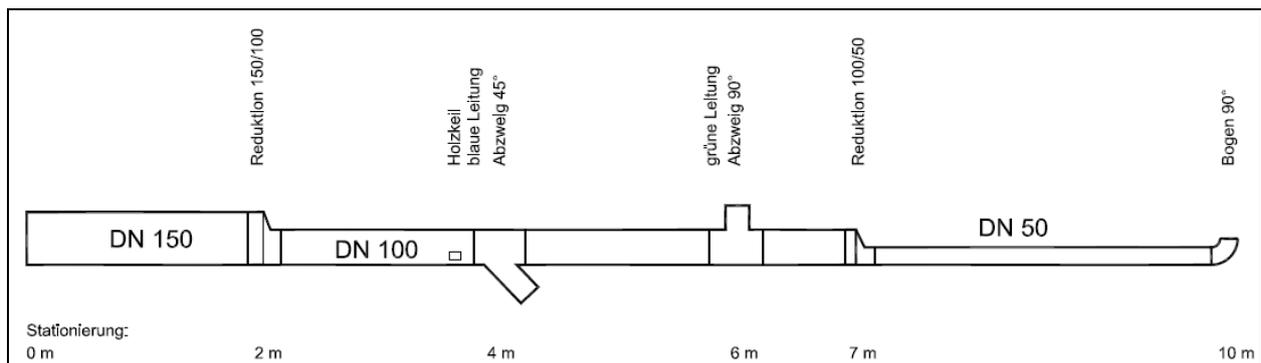


Abbildung 51 Aufbau der Versuchsmessstrecke

4.2.2 Testinspektion (August 2009)

4.2.2.1 Versuchsprogramm

Im August 2009 wurden in einem Linzer Stadtteil und einer Umlandgemeinde ausgewählte Stränge mittels Schacht-Zoom-Kamera und akustischer Inspektion untersucht. Die Untersuchungen erstreckten sich über einen Zeitraum von zwei Tagen. Es sollten verschiedene bauliche und betriebliche Zustände in den Haltungen und Schächten inspiziert werden. Dementsprechend wurden Haltungen ausgewählt in denen laut Kanalkataster unterschiedliche Zustände in verschiedenen Zustandsklassen vorhanden waren und eine TV-Inspektion der Haltungen erst kurze Zeit vorher durchgeführt wurde.

Begleitend wurden akustische Messungen durchgeführt. Aufgrund dessen, dass der verwendete akustische Sensor nur für Rohre bis maximal DN 400 einsetzbar war, konnten nur Haltungen bis DN 400 inspiziert werden. Weiters war die verfügbare Teleskopstange zur Befestigung des Sensors nur für Schächte mit einem maximalen Abstich von 3 m ausreichend.

Als Testgebiete wurden jeweils Straßen mit wenig Verkehr in einem Linzer Stadtteil und einer Umlandgemeinde gewählt. Die Testgebiete werden im Mischsystem entwässert und setzen

sich aus Kreisprofilen DN 200 bis DN 400 zusammen. Die untersuchten Haltungen sind in Abbildung 52 und Abbildung 53 ersichtlich.

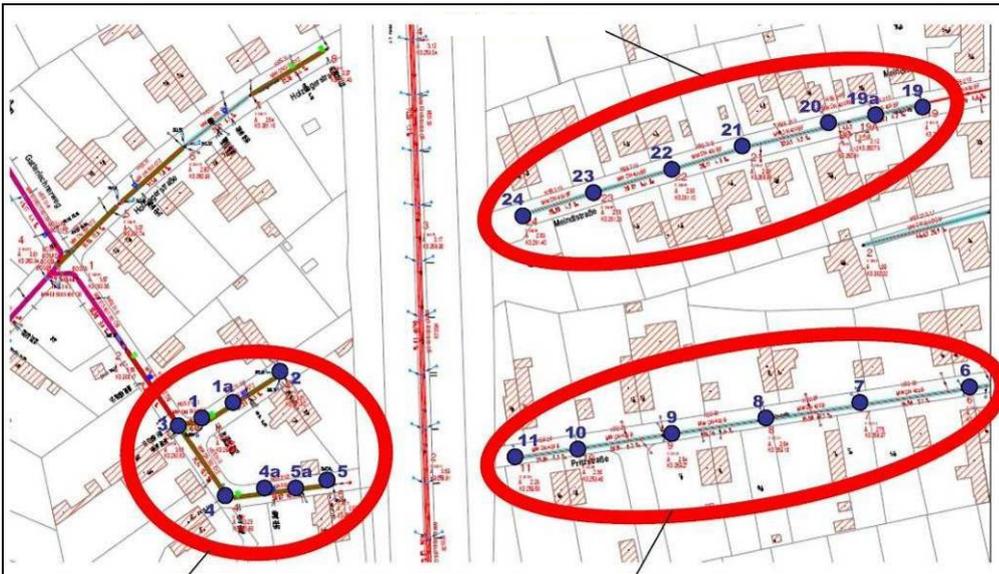


Abbildung 52 Untersuchungsgebiet 1, August 2009

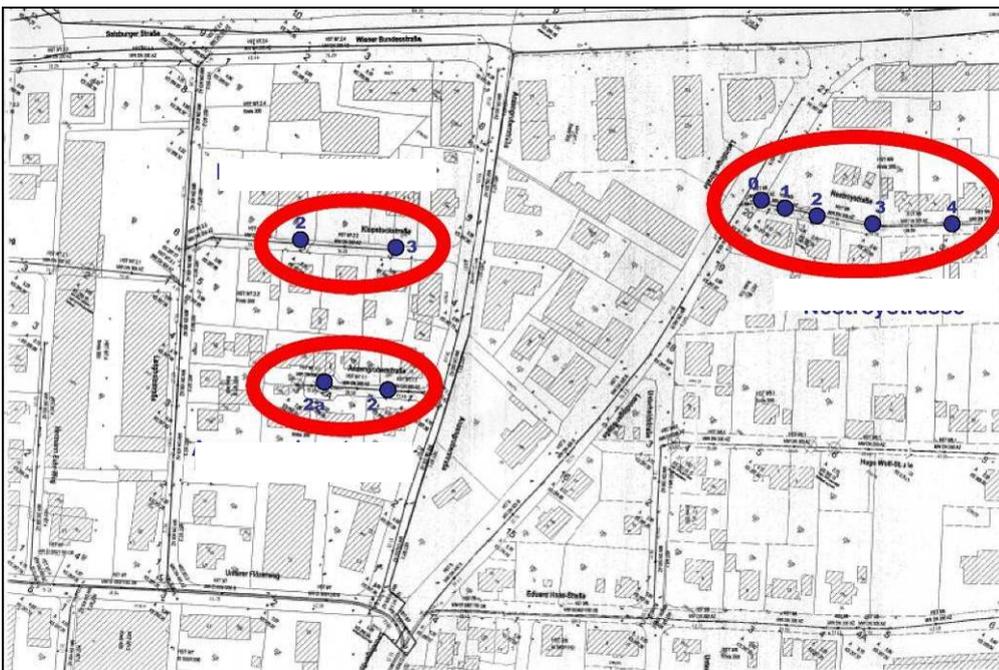


Abbildung 53 Untersuchungsgebiet 2, August 2009

4.2.2.2 Ziel der Untersuchungen

- Testen der Kamera im praktischen Einsatz
- Handhabung der Schacht-Zoom-Kamera verbessern
- Bauliche und betriebliche Zustände mit der Schacht-Zoom-Kamera erkennen
- Distanzmessung der Kamera testen
- Kennenlernen der akustischen Inspektionsmethode

4.2.2.3 Versuchsdurchführung

Im Zuge der Inspektionen wurden ausschließlich Sackgassen inspiziert, da dort die Randbedingungen für die akustische Inspektion zutrafen und die Verkehrssituation eine sichere Inspektion ermöglichte. Dabei wurde jeweils am Ende der Sackgasse mit der Inspektion begonnen.

Die Schachtdeckel wurden entfernt nachdem die Öffnung verkehrstechnisch abgesichert wurde. Da die Messungen durchgehend in verkehrsberuhigten Straßen durchgeführt wurden, reichte eine Absicherung der Schachtöffnungen durch Aufstellen von Verkehrshütchen rund um den Schacht aus (siehe Abbildung 54). Bei Untersuchungen in stärker befahrenen Straßen, wie sie bei den eigentlichen Inspektionen durchgeführt wurden (siehe Kapitel 4.2.3) ist jedenfalls eine zusätzliche Absicherung (Aufstellen eines Fahrzeuges, Warnblinkanlage, Drehlicht etc.) notwendig (siehe Abbildung 71 bis Abbildung 75).

In jedem Schacht wurde zur Gasmessung ein Gaswarngerät befestigt, welches gegebenenfalls gefährliche Gaskonzentrationen meldete.

Die Zoomkamera wurde mittels Teleskopstange bis zum Schachtboden abgesenkt. Die Schächte selbst wurden visuell inspiziert und zur Dokumentation wurden Fotos (auch von der Umgebung) gemacht.

Es wurde jeweils am höchsten Punkt der Haltung begonnen und in Fließrichtung mittels Zoomkamera inspiziert. In dem in Fließrichtung folgenden Schacht wurde zuerst gegen Fließrichtung und danach in Fließrichtung inspiziert. Damit wurde gewährleistet, dass die Haltungen immer von zwei Seiten eingesehen wurden.

Die Abbildungen 54 bis 59 zeigen Beispiele der Versuchsdurchführung.



Abbildung 54
Verkehrstechnische Absicherung



Abbildung 55 Inspektion mittels
Schacht-Zoom-Kamera



Abbildung 56 Akustische
Inspektion



Abbildung 57 Visuelle
Schachtinspektion



Abbildung 58 Akustischer
Sensor im Schacht



Abbildung 59 Zoomkamera im
Schacht

4.2.3 Inspektionen in 2 Umlandgemeinden im OÖ Zentralraum (November 2009)

Die Inspektionen in zwei Umlandgemeinden von Linz im November 2009 stellen den Hauptteil der Untersuchungen dar und erstreckten sich über einen Zeitraum von zwei Wochen. Bei der Durchführung der Untersuchungen wurden zwei Schwerpunkte gesetzt:

- Erfassung verschiedener baulicher und betrieblicher Zustände im Kanal, gemeinsam mit akustischer Inspektion,
- Inspektion hinsichtlich Abschätzung des Verschmutzungsgrades: Inspektion mit Schacht-Zoom-Kamera vor der Kanalreinigung zur Beurteilung der Ablagerungssituation.
- Anwendbarkeit der Schacht-Zoom-Kamera im täglichen Betrieb, Feststellung von Schwierigkeiten im täglichen Umgang
- Aufzeichnung der möglichen Tagesleistungen und Ermittlung der anfallenden Kosten durch eine Inspektion mit einer Schacht-Zoom-Kamera

Die beiden Schwerpunkte Ablagerungsinspektion und Zustandserkennung wurden räumlich als auch zeitlich getrennt in zwei Gebieten bzw. Gemeinden durchgeführt.

4.2.3.1 Beschreibung der Untersuchungsgebiete

Die beiden Gemeinden liegen auf einer Seehöhe von etwa 270 – 300 m. Das Kanalnetz der Gemeinde 1 entwässert die Abwässer von etwa 7.000 Einwohnern, in der Gemeinde 2 werden die Abwässer von etwa 20.000 Einwohnern durch das Kanalnetz abgeleitet. Beide Gebiete werden überwiegend im Mischsystem entwässert. Die Behandlung der Abwässer erfolgt in der Regionalkläranlage Asten bei Linz. Die Kläranlage ist auf 950.000 EW ausgebaut und reinigt die Abwässer der Stadt Linz, sowie von 39 Umlandgemeinden. Der Kanalbetrieb und die Kanalerhaltung beider Untersuchungsgebiete wird durch Linz AG Abwasser durchgeführt.

Bei den Kanälen handelte es sich vorwiegend um Beton- und Ortbetonprofile mit einem geringen Anteil Steinzeug und PVC. Die Rohrdurchmesser beschränkten sich in Gemeinde 1 von DN 200 bis DN 400. In der zweiten Gemeinde wurden Kreisprofile bis DN 400 sowie Eiprofile bis zur Größe 900/1350 untersucht.

4.2.3.2 Erfassung verschiedener Zustände - Untersuchungen in Gemeinde 1

Bei den Untersuchungen in der ersten Gemeinde wurden gezielt Haltungen ausgewählt, um möglichst viele verschiedene Zustände in unterschiedlichen Positionen mit der Schacht-Zoom-Kamera anzutreffen. Dazu wurden im Vorfeld aus einer Excel-Tabelle jene Haltungen ausgewählt, welche verschiedenste Zustände beinhalteten. In der Excel-Tabelle waren sämtliche Zustände aufgelistet, welche durch die letzte TV-Inspektion festgestellt wurden. Nach Auswahl der Haltungen wurden diese in einem Plan gekennzeichnet. Nach diesem Plan erfolgte die gezielte Inspektion der einzelnen Haltungen. Weiters wurde versucht, bei Erkennen von Zuständen die Funktion der Distanzmessung zu überprüfen.

Es wurden parallel Untersuchungen mittels Schacht-Zoom-Kamera sowie akustische Inspektionen durchgeführt. Durch die gleichzeitige Anwendung dieser beiden neuen Inspektionstechniken konnte ein direkter Vergleich der einzelnen Methoden hinsichtlich Zustandserkennung und Distanzmessung erstellt werden.

Die inspizierten Haltungen wurden im Vorfeld durch eine TV-Inspektion untersucht und zwischenzeitlich noch nicht saniert, sodass die TV-Befahrung als Referenz der Zustandserkennung herangezogen werden konnte. Die Zustandsbeschreibung und Klassifizierung erfolgte nach der Richtlinie des Landes Oberösterreich (RLOÖ, 1992), sodass die Beschreibung und Klassifizierung der festgestellten Zustände mittels Schacht-Zoom-Kamera ebenfalls nach derselben Richtlinie erfolgte, um einen direkten Vergleich über die Art und Anzahl der Zustände erstellen zu können.

Die TV-Inspektionen wurden mit einer Rausch L 500 Kamera durchgeführt. Diese Kamera ist mit einer Kabeltrommel mit Distanzmessung über die abgespulte Kabellänge ausgestattet. Die maximale Kabellänge beträgt 400 m. Die Kamera ist in Abbildung 60 dargestellt.



Abbildung 60 Rausch L500 Fahrwagenkamera (RAUSCH, 2010)

Die Haltungen wurden überwiegend von einem Schacht aus in bzw. gegen Fließrichtung inspiziert, manche Haltungen wurden auch von beiden Seiten untersucht. Die Untersuchungen wurden digital auf Video aufgezeichnet und die im Feld erkannten Zustände wurden in einer Excel-Tabelle dokumentiert. In Summe wurden 41 Haltungen bzw. 1.385 m Mischwasserkanal durch die Schacht-Zoom-Kamera inspiziert.

Für die Auswertung der Zustandserkennung wurden die Videos der TV-Inspektion und die aufgezeichneten Videos der QuickView®-Kamera verglichen. Die Auswertung erfolgte nachträglich im Büro.

Bei der Erkennung von Zuständen wurde zu den Zuständen mittels der Distanzmessungsfunktion der Schacht-Zoom-Kamera der Abstand gemessen. In der Auswertung wurden die Distanzmessungen mit der tatsächlichen Stationierung lt. Kanal-TV verglichen. Damit konnte die Funktion der Distanzmessung auf Genauigkeit und Plausibilität getestet werden.

Für Probemessungen wurde kurzfristig ein Durchflussmessgerät (Nivus PCM Pro) an die Teleskopstange der QuickView®-Kamera montiert. Damit besteht die Möglichkeit, eine Durchflussmessung durchzuführen und gleichzeitig das Abflussgeschehen im Kanal zu beobachten (siehe Abbildung 61).



Abbildung 61 Schacht-Zoom-Kamera mit zusätzlich montierter Durchflussmesseinrichtung

4.2.3.3 Inspektion hinsichtlich Ablagerungen – Untersuchungen in Gemeinde 2

In Gemeinde 2 wurde eine gesamte Zone inspiziert, welche einen Teilabschnitt des Kanalnetzes darstellt. Hierbei wurde besonderer Wert auf die Ablagerungen im Kanal und in den Schachtbauwerken gelegt. Die Ablagerungshöhe in den Haltungen und der Füllungsgrad der Schmutzfangkörbe wurden abgeschätzt und in Form einer Excel-Tabelle dokumentiert.

Die Zone wurde lückenlos inspiziert, dabei wurden 4,308 m Mischwasserkanal untersucht. Die Untersuchung der Haltungen erfolgte hierbei im Normalfall von beiden Schachtseiten. Ausgenommen waren nur jene Haltungen, wo Schächte nicht zugänglich waren bzw. Haltungen mit Endpunkt ohne Schacht (z. B. Strangvereinigungen ohne Schachtbauwerk).

Nach Abschluss der Untersuchungen wurde in der Zone eine Kanalreinigung durchgeführt. Die Reinigung erfolgte durch Linz AG Abwasser und wurde in 7 Abschnitten durchgeführt, wobei nach jedem Abschnitt die entfernte Räumgutmenge abgewogen wurde. Die Kanalreinigung erfolgte im Zeitabstand von 3 bis 24 Tagen nach den Inspektionen. Die tatsächlich entfernte Räumgutmenge wurde in weiterer Folge den abgeschätzten Ablagerungen gegenübergestellt und ausgewertet.

Neben der Inspektion hinsichtlich Ablagerungen wurde auch eine Erfassung verschiedener Zustände, vergleichbar mit den Auswertungen in Gemeinde 1, durchgeführt. Nach Abschluss der Kanalreinigungsarbeiten erfolgte eine TV-Inspektion. Diese TV-Inspektion wurde als Referenz für die Zustandserkennung herangezogen.

Da bei den Inspektionen in der zweiten Gemeinde keine akustischen Messungen durchgeführt wurden, sondern nur Untersuchungen mit der Schacht-Zoom-Kamera erfolgten, wurde auch die benötigte Zeit für die Inspektionen dokumentiert und ausgewertet, um den benötigten Zeit- und Ressourcenaufwand für eine Inspektion mit der Schacht-Zoom-Kamera angeben zu können (siehe Kapitel 5.5).

Vorgangsweise bei der Ablagerungsabschätzung

Zur Erhebung des Ablagerungsaufkommens wurde die Ablagerungshöhe in Prozent der Querschnittshöhe des jeweiligen Profils abgeschätzt. Aus der geschätzten Ablagerungshöhe wurde eine Ablagerungsfläche ermittelt. Durch Multiplikation mit der Rohrlänge erhält man die Räumgutmenge in m³.

In Abbildung 62 sind Schablonen dargestellt, mit denen die Abschätzung der Ablagerungen durchgeführt wurde. In den folgenden Tabellen (Tabelle 3 und Tabelle 4) wurde in Abhängigkeit der Ablagerungshöhe die Ablagerungsfläche ermittelt.

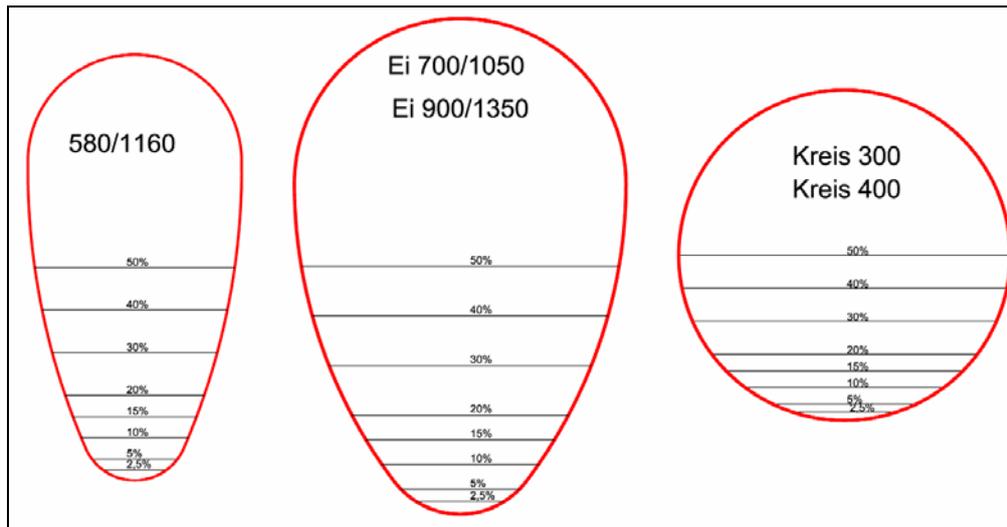


Abbildung 62 Schablone zur Abschätzung der Ablagerungshöhe

Tabelle 3 Ermittlung der Ablagerungsflächen, Eiprofile

Eiprofile	Eiprofil 900/1350			Eiprofil 700/1050		Eiprofil 580/1160		
% Höhe	% Fläche	Ablagerungshöhe in cm	Ablagerungsfläche (m ²)	Ablagerungshöhe in cm	Ablagerungsfläche (m ²)	% Fläche	Ablagerungshöhe in cm	Ablagerungsfläche (m ²)
2,5	0,58	3,4	0,005	262,5	0,327	0,66	290	0,003
5	1,61	6,8	0,015	525,0	0,902	1,79	580	0,009
7,5	2,88	10,1	0,027	787,5	1,616	3,18	870	0,017
10	4,34	13,5	0,040	1050,0	2,432	4,71	1160	0,025
15	7,74	20,3	0,072	1575,0	4,342	8,17	1740	0,043
20	11,74	27,0	0,109	2100,0	6,585	12,09	2320	0,063
30	21,22	40,5	0,197	3150,0	11,902	21,09	3480	0,111
40	32,24	54,0	0,300	4200,0	18,089	31,28	4640	0,164
50	44,36	67,5	0,413	5250,0	24,886	42,25	5800	0,222
100	100	135,0	0,930	105,0	0,561	100	116	0,525

Tabelle 4 Ermittlung der Ablagerungsflächen, Kreisprofile

Kreisprofile	%Fläche	DN300		DN400	
		Ablagerungshöhe in cm	Ablagerungsfläche (m ²)	Ablagerungshöhe in cm	Ablagerungsfläche (m ²)
2,5	0,66	75	0,000	100	0,084
5	1,87	150	0,001	200	0,235
7,5	3,41	225	0,002	300	0,428
10	5,20	300	0,004	400	0,654
15	9,40	450	0,007	600	1,182
20	14,24	600	0,010	800	1,789
30	25,23	900	0,018	1200	3,171
40	37,35	1200	0,026	1600	4,694
50	50,00	1500	0,035	2000	6,283
100	100%	30	0,071	40	0,126

Zusätzlich zu den oben stehenden Tabellen befindet sich eine Tabelle von BÖLKE (2004) mit Räumgutmassen in Abhängigkeit des Füllungsgrades im Anhang 10.5 (Tabelle 32). Die Tabelle enthält eine umfangreiche Auflistung von Kreis- und Eiprofilen in unterschiedlichen Dimensionen mit der Angabe der Querschnittsverengung, der Ablagerungshöhe und der Ablagerungen in m³ pro 100 m Rohrlänge.

Die Beurteilung erfolgte sowohl zum Zeitpunkt der Untersuchung selbst, als auch durch nachträgliche Auswertung des aufgenommenen Videomaterials im Büro. Eine visuelle Schachtinspektion vor Ort stellt für die Beurteilung der Ablagerungen im Kanal eine bedeutende Rolle dar. Bei Gerinnen mit höherer Wasserführung und größeren Fließgeschwindigkeiten kann mit der Schacht-Zoom-Kamera nur sehr schwer die Ablagerungsschicht unterhalb der Wasseroberfläche beurteilt werden. Durch die Inaugenscheinnahme des Schachtgerinnes wird eine direkte Sicht auf das Gerinne gewährleistet. Zusätzlich kann durch Bewegen des

Material und Methoden

Abstandhalters der Schacht-Zoom-Kamera die Höhe und Konsistenz der Ablagerungsschicht erfasst werden.

Durch eine ausschließliche Inaugenscheinnahme des Schachtgerinnes können in der Regel keine sicheren Rückschlüsse auf die Ablagerungen in den Haltungen gezogen werden.

In den Abbildungen 63 bis 68 sind Beispiele von Ablagerungssituationen und die Abschätzung der Höhe der Ablagerung dargestellt. Die gesamte Bilddokumentation der Inspektionsaufnahmen befindet sich im Anhang 10.3.

Verschmutzungsgrad in Kreisprofilen



Abbildung 63 Kreisprofil Ablagerung 2,5%



Abbildung 64 Kreisprofil Ablagerung 7,5%



Abbildung 65 Kreisprofil Ablagerung 10% (linkes Bild), 15% (rechtes Bild)

Verschmutzungsgrad in Eiprofilen



Abbildung 66 Eiprofil Ablagerung 5%

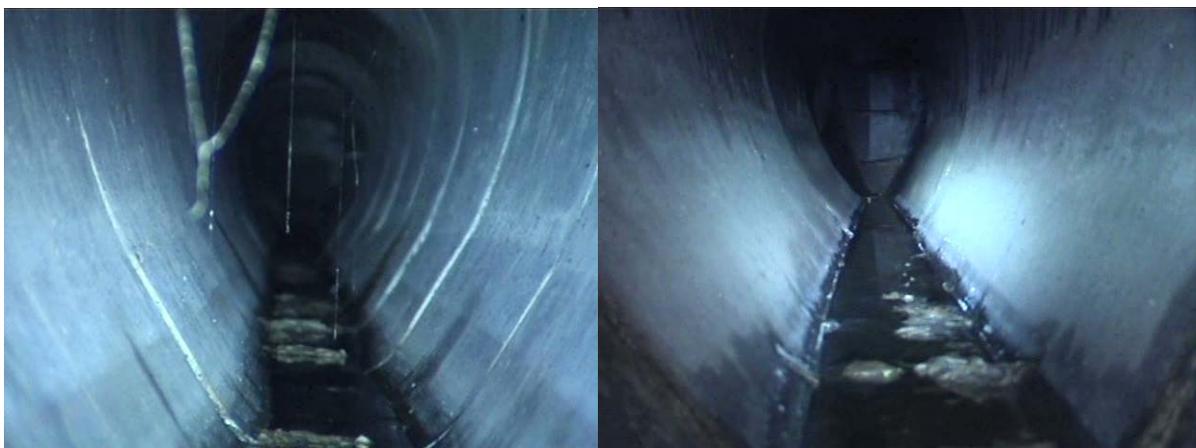


Abbildung 67 Eiprofil Ablagerung 7,5%



Abbildung 68 Eiprofil Ablagerung 10%

Das Untersuchungsgebiet wurde nach Abschluss der Inspektionen mit der Schacht-Zoom-Kamera in insgesamt 7 Teilabschnitten mittels Hochdruckspülung gereinigt. Die Reinigung erfolgte durch ein kombiniertes Spül- und Saugfahrzeug mit integrierter Wasserrückgewinnung. Die Schlammkammer des Reinigungsfahrzeuges umfasste etwa 4-5 m³.

Die einzelnen Teilabschnitte ergaben sich durch den Arbeitsfortschritt der Reinigungsarbeiten und der Füllung der Schlammkammer des Reinigungsfahrzeuges. Eine Entleerung der Schlammkammer erfolgte nicht täglich, sondern nach Bedarf, höchstens jedoch nach zwei Tagen. Nach jeder Entleerung der Schlammkammer wurden die zugehörigen gereinigten

Haltungen protokolliert und als ein Teilgebiet bezeichnet. Im Anschluss an die Hochdruck-Spülung wurde die TV-Inspektion durchgeführt.

Die Erfassung des Räumgutes erfolgte durch Wiegen des Reinigungsfahrzeuges vor der Reinigung (mit leerer Schlammkammer) und nach den Reinigungsarbeiten (mit gefüllter Schlammkammer). Es wurde besonders darauf geachtet, dass der Inhalt des Spülwassertanks bei beiden Wägungen gleich war (in der Regel voll gefüllt).

Da die Räumgutmenge nur durch Wiegen erfasst wurde, musste das ermittelte Räumgutvolumen in eine Räumgutmasse umgerechnet werden. Bei der Inspektion mit der Schacht-Zoom-Kamera wurde bereits zum Zeitpunkt der Inspektion unterschieden, um welche Art von Ablagerungen es sich in den Haltungen handelt.

Da mineralische Ablagerungen, wie z. B. Sand und Schotter, eine höhere Dichte als organische Ablagerungen haben, wurden die Ablagerungsarten wie nachfolgend angeführt eingeteilt:

- organisch: überwiegend organische Ablagerungen sowie Papier
Dichte : 1.000 kg/m³
- mix: organisch und mineralische Ablagerungen
Dichte: 1.250 kg/m³
- mineralisch: sandig-schottrige Ablagerungen
Dichte: 1.500 kg/m³

Beim Untersuchungsgebiet in der Gemeinde 2 handelte es sich um eine Mischwasserkanalisation, wobei durchgängig Schachtdeckeln mit Öffnungen zum Ablauf der Straßenwässer eingesetzt waren. Zum Rückhalt von Grobstoffen sind meist Schmutzfangkörbe in den Schacht eingehängt. Der Füllgrad der Schmutzfangkörbe wurde, ähnlich wie die Räumgutmenge in den Haltungen, in Prozent abgeschätzt und in eine Masse in kg umgerechnet. Es wurde angenommen, dass ein voller Schmutzfangkorb maximal 10 kg Inhalt fasst (100 % Füllung). Dementsprechend wurden die Teilfüllungen prozentuell zur Volfüllung ermittelt. Wurde z. B. bei einem Schmutzfangkorb 50% Füllung geschätzt, so wurde eine Füllmenge von 5 kg verzeichnet.

Der Inhalt der Schmutzfangkörbe wurde, sofern vorhanden, mittels der Saugeinrichtung ebenfalls in die Schlammkammer des kombinierten Spül- und Saugfahrzeuges eingesaugt.

In Abbildung 69 sind Beispiele von aufgenommenen Schmutzfangkörben mit verschiedenen Füllungsgraden enthalten.



Abbildung 69 Beispiele für Füllungsgrade der Schmutzfangkörbe 5%, 10%, 50%, 100% (von links oben nach rechts unten)

4.2.3.4 Bilddokumentation der Inspektionen

Die Abbildungen 70 bis 75 zeigen die praktische Anwendung der Schacht-Zoom-Kamera bei den Inspektionen.



Abbildung 70 Schacht-Zoom-Kamera im Schacht



Abbildung 71 Praktische Messungen I



Abbildung 72 Praktische Messungen II



Abbildung 73 Praktische Messungen II



Abbildung 74 Praktische Messungen III



Abbildung 75 Praktische Messungen IV

5. Auswertungen und Ergebnisse

Dieses Kapitel beinhaltet analog zu Kapitel 4 die Ergebnisse der Vorversuche im Technikum sowie der Testinspektionen und der eigentlichen Inspektionen. Weiters werden die Ergebnisse der akustischen Inspektion kurz zusammengefasst und eine Kosten-Nutzen-Analyse über den Einsatz der Schacht-Zoom-Kamera erstellt.

5.1 Ergebnisse der Vorversuche im Technikum

Wie bereits in Kapitel 4.2.1 beschrieben wurde im Technikum des Instituts eine Versuchsmessstrecke aus Kunststoffrohren aufgebaut. In den folgenden Kapiteln sind die Ergebnisse der Vorversuche erläutert.

5.1.1 Zustandserkennung

Die einragenden Kunststoffschläuche und das Holzstück waren problemlos zu erkennen, die Muffenverbindungen zu Beginn der Messstrecke waren ebenfalls noch erkennbar. Würden bei den Abzweigen keine Kunststoffschläuche einragen, wären diese nur schwer bzw. nicht erkennbar gewesen, da die Rohre geradlinig ausgerichtet waren. Bei Rohren, welche bogenförmig verlaufen, sind nicht einragende Einbindungen besser zu erkennen. Der 90°-Bogen am Ende des Versuchsaufbaus (Abstand 10 m) war nicht mehr eindeutig erkennbar und konnte nicht mehr hinreichend fokussiert werden.

Die Durchmesser der Rohrleitungen waren aufgrund fehlender größerer Rohre mit maximal DN 150 beschränkt. Nach Angabe des Herstellers werden bei größeren Rohrdurchmessern höhere Sichtweiten angegeben (ENVIROSIGHT, 2010). Da im letzten Abschnitt der Messstrecke nur mehr ein DN 50 Rohr verbaut wurde, waren die Lichtverhältnisse schon sehr schlecht und die maximale Reichweite der QuickView®-Kamera war bereits bei 10 m erreicht.

5.1.2 Distanzmessung

- Die Entfernungsmessung gibt erst Werte ab einer Entfernung von ca. 5 m an (siehe auch Kapitel 4.1.1.2).
- Die Angabe der Distanz erfolgt als „von-bis“ Angabe. Die Genauigkeit der Angabe beträgt bei Distanzen bis 10 m etwa 1-2 m, bei Distanzen darüber wird eine Genauigkeit ≥ 2 m angegeben. Die Messungen von Distanzen größer 10 m erfolgten nicht in den Rohren der Messstrecke sondern zu beliebig entfernten Objekten im Technikum.
- Ein nutzbarer Bereich für Entfernungsmessungen in Bezug auf Genauigkeit und Messbarkeit liegt etwa im Bereich von 5 bis 25 m. Darüber hinaus wird der angegebene Genauigkeitsbereich zu groß für eine sinnvolle Maßangabe.

5.1.3 Bilddokumentation

Die Abbildungen 76 bis 83 zeigen die einzelnen Stationen der Schacht-Zoom-Kamera. Mit fortlaufender Abbildungsnummer wird immer weiter in die Versuchsmessstrecke hineingezoomt.



Abbildung 76 Rohranfang DN150

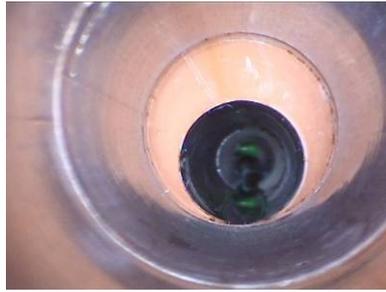


Abbildung 77 1. Muffe DN150, dahinter Reduzierung

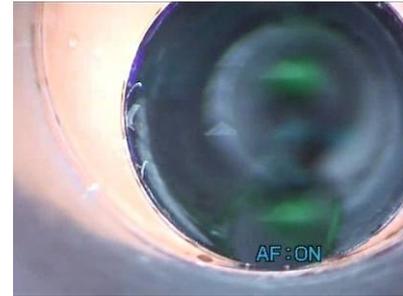


Abbildung 78 2. Muffe, 1. Reduzierung



Abbildung 79 3. Muffe DN100

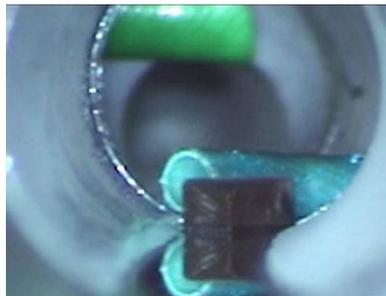


Abbildung 80 Einbindungen

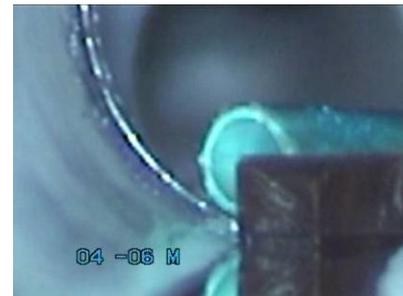


Abbildung 81 1. Einbindung, Holzstück

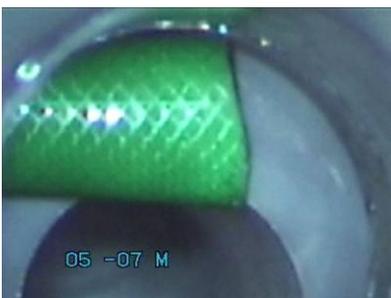


Abbildung 82 2. Einbindung



Abbildung 83 Rohrende, 90°-Bogen

5.2 Ergebnisse der Testinspektion (August 2009)

Wie bereits in Kapitel 4.2.2 beschrieben, wurden im August 2009 erste Testinspektionen im Feld mit der Schacht-Zoom-Kamera durchgeführt. Nachfolgend sind die Ergebnisse dieser Inspektionen angeführt.

Während der Inspektionen mit der Schacht-Zoom-Kamera wurden die Bilder bzw. Videos der Haltungen gespeichert und die erkannten Zustände im Kanal dokumentiert. Eine Zusammenstellung der inspizierten Haltungen ist in Tabelle 5 dargestellt.

Es wurden insgesamt 668 m Kanal, sowohl akustisch als auch mittels Schacht-Zoom-Kamera, inspiziert. Aufgrund der fehlenden TV-Inspektion und der Tatsache, dass einige Haltungen frisch saniert waren, konnte von diesen Untersuchungen keine direkte Gegenüberstellung der TV-Inspektion und der QuickView®-Inspektionen hinsichtlich Zustandsauswertung gemacht werden. Es zeichnete sich jedenfalls ab, dass betriebliche Zustände (Ablagerungen, Rückstau etc.) im Kanal sehr gut durch die Schacht-Zoom-Kamera erkannt werden können. Generell konnten Zustände, welche in den Kanalquerschnitt einragen (einragende Dichtungen,

Auswertungen und Ergebnisse

Ablagerungen, Rückstau etc.), gut erkannt werden. Kleinere Zustände an der Rohrwandung (Risse, Aussinterungen etc.) konnten vor allem in größeren Distanzen zur Schacht-Zoom-Kamera nur bedingt erfasst werden.

Durch die Inspektionen konnten weitere Erfahrungen im Umgang mit der Schacht-Zoom-Kamera gewonnen werden und die Schacht-Zoom-Kamera im praktischen Einsatz getestet werden. Als problematisch stellte sich die schlechte Ablesbarkeit des Displays unter Sonneneinstrahlung, sowie die nicht mögliche Distanzmessung bei kurzen Distanzen dar.

Beispielbilder der Testinspektion sind in den Abbildungen 84 bis 89 dargestellt.



Abbildung 84 Ablagerungen

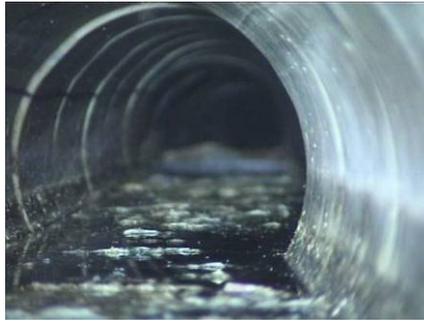


Abbildung 85 Rückstau,
Ablagerungen



Abbildung 86 Lageabweichung,
Blindschacht



Abbildung 87 Einragendes
Dichtungsmaterial



Abbildung 88 Risse,
Scherbenbildung



Abbildung 89 Lageabweichung
Bogen

Auswertungen und Ergebnisse

Tabelle 5 Liste der Inspizierten Haltungen, Testinspektion August 2009

Straße		Schacht	Blick- richtung	Foto Nr.	Video Nr.	Uhrzeit	Quickview
Gebiet 1, Straße 1							
Haltungsklasse 1		S10	S11	43-47		09:52	Ablagerung kiesig (33%) Schacht, Rückstau in Haltung, 7-8m Ablagerung (org)
Haltungslänge	162,45 lfm	S9	S10	48-50		10:09	Ablagerung kiesig (33%) bei 2m; 6-7m einragender Stutzen links
Inspektionsdauer	01:18	S9	S8	51-54		10:15	Ablagerung kiesig durchgehend, keine Distanzmessungen
Inspektionsfortschritt	124,6 lfm/h	S8	S9	55-59		10:21	19-25m Haltungsende
		S8	S7	60-63,65		10:26	Ablagerung
		S7	S8	66-69		10:36	Ablagerung kiesig, 13-14m Lageabweichung Ausbiegung
		S7	S6	71-76		10:42	8-9m Ablagerung org.-Blindschacht; 44-47m Haltungsende
		S6	S7	77-80		10:49	Anschluss rechts ca. 8m
							ca. 4mfeuchte Stelle am Scheitel erkennbar, ca. 18m Anschluss links-möglicherweise Scherbe
		S6	S5	81-84		10:56	
Gebiet 1, Straße 2							
Haltungsklasse 3		S1a	S2	85-88		12:53	
Haltungslänge	126,61 lfm	S2	S1a	89-90		12:55	
Inspektionsdauer	01:07	S1a	S1	91-92		13:02	
Inspektionsfortschritt	113,4 lfm/h	S1	S1a	93-95		13:17	
		S1	S3	96-97			
Anmerkung: Haltungen bereits saniert		S3	S1	100-101		13:33	Knick Richtung Links bei ca 8m
Inspektionsfortschritt		S3	S2(Ei)	98-99		13:19	Lageabweichung Ausbiegung, Rückstau
		S3	S4	102-104		13:35	
		S4	S3	105-107		13:37	
		S4	S4a	108-109		13:42	
		S4a	S4	110-111		13:43	
		S4a	S5a	112-114		13:45	
		S5a	S4a	115-117		13:47	
		S5a	S5	118-120		14:00	Rückstau
Gebiet 1, Straße 3							
Haltungslänge	159,17 lfm	S24	S23		3	17:30	Ablagerung(25%) Schotter, Rückstau
Inspektionsdauer	00:54	S23	S24		1	17:18	Ablagerung (33%) Schotter
Inspektionsfortschritt	176,85 lfm/h	S22	S22		2	17:28	
		S22	S23		6	17:46	
		S22	S21		7	17:49	Senke bei ca. 4m;
		S21	S22		4	17:38	
		S21	S20		5	17:40	Lageabweichung Unterbogen (Senke)
		S20	S21		13	18:12	Ablagerung 10%, Rückstau
		S20	S19a		12	18:11	ca. 1m Anschluss rechts
		S19a	S20		8	17:57	
		S19a	S19		9	17:59	
		S19	S19a		10	18:03	
		S19	S18		11	18:06	ca. 10m Anschluss (Wasserzufluss)
Gebiet 2, Straße 1							
Haltungslänge	103,19 lfm	S4	S3		14	08:45	einragende Dichtungen, Ausbiegung
Inspektionsdauer	00:58	S3	S4		15	08:49	Versatz,
Inspektionsfortschritt	106,75 lfm/h	S3	S2		16	09:00	einragendes Dichtungsmaterial, Lageabweichung radial
		S2	S3		17	09:05	einragendes Dichtungsmaterial
		S2	S1		18	09:09	einragendes Dichtungsmaterial, Lageabweichung radial
		S2	akust. S.		19	09:19	
		S1	S2		20	09:23	Lageabweichung radial
		S1	S0		21	09:28	einragendes Dichtungsmaterial, Blindschacht
		S0	S1		22	09:40	Lageabweichung radial
		S0	F		23	09:43	Lageabweichung radial
Gebiet 2, Straße 2							
Haltungslänge	52 lfm	S2a	S2		24	10:38	Risse/Scherben im Schacht,
Inspektionsdauer	00:18	S2	S2a		25	10:54	
Inspektionsfortschritt	173 lfm/h	S2	S1		26	10:56	Blindschacht
Gebiet 2, Straße 3							
Haltungslänge	65,39 lfm	S3	S2		27	12:01	
Inspektionsdauer	00:20	S2	S3		28	12:19	Blindschacht
Inspektionsfortschritt	195 lfm/h		S1		29	12:21	

5.3 Ergebnisse der Inspektionen

Dieses Kapitel gliedert sich in 2 Teile. In Kapitel 5.3.1 wird auf die Zustandserkennung eingegangen und in Kapitel 5.3.2 werden die Ergebnisse der Ablagerungsinspektion angeführt.

5.3.1 Zustandserkennung

Im folgenden Kapitel werden die durchgeführten Inspektionen mit der QuickView®-Kamera, welche im November 2009 in den beiden Umlandgemeinden von Linz durchgeführt wurden einer TV-Inspektion gegenübergestellt. Die TV-Inspektion wurde als Referenz für eine 100 %ige Zustandserkennung verwendet.

Die durchgeführten Inspektionen teilten sich räumlich sowie zeitlich in 2 Gebiete auf:

- Gebiet 1: ausgewählte Stränge in der Gemeinde 1
- Gebiet 2: Gesamtes Teilgebiet in der Gemeinde 2

Die Vergleichsauswertungen wurden in weiterer Folge getrennt durchgeführt. Die Inspektionen der Gemeinde 1 wurden von ERTL et al. (2010) ausgewertet, die Inspektionsergebnisse der Gemeinde 2 wurden im Zuge dieser Diplomarbeit ausgearbeitet. Beide Auswertungen wurden unabhängig voneinander durchgeführt, sodass die Ergebnisse beider Auswertungen gegeneinander auf Plausibilität überprüft werden konnten.

Im Kapitel 5.3.1.1 wurde lediglich die Erkennungsrate in Abhängigkeit verschiedener Faktoren ermittelt, ohne näher auf die Art der einzelnen Zustände einzugehen. In Kapitel 5.3.1.2 wird auf die Erkennung einzelner Zustände näher eingegangen und die Zustandserkennung in Abhängigkeit der Zustände und der Entfernung vom Schacht ausgewertet.

5.3.1.1 Auswertung der Erkennungsraten

Im folgenden Kapitel sind die Erkennungsraten der Zustände dargestellt, d. h. wie viele der Zustände, welche mittels TV-Inspektion festgestellt worden waren mit der Schacht-Zoom-Kamera wieder erkannt wurden. Hierbei wurde zwischen einseitiger und beidseitiger Inspektion unterschieden. Bei beidseitiger Inspektion wurden die Haltungen jeweils von beiden Schächten in Fließrichtung und gegen Fließrichtung untersucht, bei einseitiger Inspektion erfolgte die Inspektion jeweils nur von einem Schacht, in, oder gegen Fließrichtung.

Auf die Art der einzelnen Zustände wurde hier nicht näher eingegangen. Es wurde lediglich eine quantitative Auswertung der vorhandenen Zustände vorgenommen, um eine Erkennungsrate der baulichen und betrieblichen Zustände mit der Schacht-Zoom-Kamera angeben zu können.

Es wurden in den Spalten die Anzahl der vorhandenen Zustände (durch TV-Inspektion ermittelt) der Anzahl der erkannten Zustände gegenübergestellt. Aus der Anzahl der erkannten Zustände wurde eine Erkennungsrate in % berechnet.

Bei den Inspektionen in Gemeinde 1 wurde auf die Inspektionsrichtung mit der Schacht-Zoom-Kamera geachtet und diese dokumentiert, bei den Inspektionen in Gemeinde 2 wurde generell in beide Richtungen inspiziert, bis auf wenige Ausnahmen, wo die Zugänglichkeit zu den Schächten nicht gegeben war. Die TV-Inspektion erfolgte überwiegend in Fließrichtung, wobei die QuickView®-Inspektion in, oder gegen Fließrichtung, sowie in beide Richtungen durchgeführt wurde. Eine Inspektion von nur einer Seite hätte den Vorteil, dass nur halb so viele Schächte als bei beidseitiger Inspektion geöffnet werden müssen und der zeitliche Aufwand wesentlich geringer wäre.

5.3.1.1.1 Erkennungsrate bei beidseitiger Inspektion

Tabelle 6 und Tabelle 7 zeigen eine Zusammenstellung der in der Gemeinde 1 und 2 beidseitig durchgeführten QuickView®-Inspektionen. Die einzelnen Stränge wurden in der ersten Spalte mit einer laufenden Nummer versehen. Die Spalte „Anzahl Zustände“ beinhaltet die Anzahl der Zustände, welche durch die TV-Inspektion festgestellt wurden. In der Spalte „Anzahl erkannt“ ist die Anzahl der Zustände, welche durch die Schacht-Zoom-Kamera erkannt wurden angeführt. Aus diesen beiden Werten wurde in der nächsten Spalte einer Erkennungsrate berechnet.

Folgende Anzahl an Haltungen wurde beidseitig inspiziert und dabei wurden Zustände angetroffen:

- Gemeinde 1: 10 Haltungen, 360 m (Tabelle 6)
- Gemeinde 2: 78 Haltungen, 2.790 m (Tabelle 7)

Tabelle 6 Erkennungsraten Gemeinde 1, beidseitige Inspektion (ERTL et al. 2010, Table 4, S. 12)

Lfd. Nr.	Haltungs- länge (m)	Anzahl Zustände	Anzahl erkannt	Erkennungs- rate in %	TV-Inspektion	Schacht-Zoom-Kamera
9	31	3	3	100	gegen Fließrichtung	in + gegen Fließrichtung
10	34	5	1	20	in Fließrichtung	in + gegen Fließrichtung
15	38	1	0	0	in Fließrichtung	in + gegen Fließrichtung
23	32	5	1	20	in Fließrichtung	in + gegen Fließrichtung
27	40	13	3	23	in Fließrichtung	in + gegen Fließrichtung
28	62	14	4	29	in Fließrichtung	in + gegen Fließrichtung
30	28	1	1	100	in Fließrichtung	in + gegen Fließrichtung
33	23	4	3	75	in Fließrichtung	in + gegen Fließrichtung
39	34	15	10	67	in Fließrichtung	in + gegen Fließrichtung
40	37	17	15	88	in Fließrichtung	in + gegen Fließrichtung
Gesamt	360	78	41	53		

Auswertungen und Ergebnisse

Tabelle 7 Erkennungsraten Gemeinde 2, beidseitige Inspektion

Lfd. Nr.	Strang	von Schacht	bis Schacht	Profil	Haltungslänge (m)	Anzahl Zustände	Anzahl erkannt	Erkennungsrate in %
2	1/13.4	1	9E	300	25	2	2	100
3	1/13.4.1	1E	1	300	18	1	1	100
4	1/13.4.2	1	2E	300	20	2	2	100
5	1/13	9	8	1050/700	52	2	0	0
		7	6	1050/700	46	1	0	0
		6	5	1050/700	19	1	0	0
		5	4	1050/700	60	1	1	100
		3	2	1050/700	61	1	1	100
		2	1	1050/700	58	6	0	0
6	1/13.3	2	3	300	29	2	2	100
		3	4	300	33	1	1	100
		4	5	300	30	1	1	100
7	1/13.2	6	5	300	15	1	1	100
		4	3	300	28	1	1	100
8	1/12.1.1	6	5	300	31	1	0	0
		1A	1	300	31	1	1	100
		1	4E	300	45	2	1	50
9	1/12.1	4	3	1160/580	30	1	0	0
		3	2	1160/580	52	1	1	100
11	1/9.2	3E	1	300	27	1	1	100
		1	2	300	12	1	1	100
		2	3	300	16	1	1	100
		3	4	300	48	3	3	100
		4	5	300	32	3	3	100
		5	6	300	32	3	3	100
		6	7	300	37	3	1	33
		7	8	300	8	1	1	100
		8	9	300	44	4	3	75
14	1/9	1	2	1160/580	46	6	5	83
		2	3	1160/580	45	4	3	75
		3	4	400	30	9	6	67
		4	5	400	40	4	3	75
		5	6	400	26	1	1	100
15	1/4	9	8	300	45	2	1	50
		8	7A	300	6	2	2	100
		7A	7	300	26	4	4	100
		7	6	300	26	1	0	0
		6	5	300	30	2	2	100
		5	4	300	32	3	2	67
		4	3	300	29	6	3	50
17	1/9.1	2	1	1160/580	36	2	1	50
		1	2	300	39	3	3	100
		3	4	300	44	2	1	50
		4	5	300	42	2	2	100
		5	6	300	31	1	1	100
18	1/5	2	1	300	30	2	2	100
		1	F	300	7	3	1	33
19	1/6	4	3	300	8	2	2	100
		2A	2	300	31	1	1	100
		2	1	300	28	2	2	100
21	1/7	1	F	300	5	2	0	0
		1	2	300	30	2	1	50
		2	3	300	33	1	0	0
		3	4	300	17	2	1	50
22	1/10	23E	1	1160/580	38	4	1	25
		1	1A	1160/580	34	4	1	25
		1A	2	1160/580	21	5	4	80
		2	2A	1160/580	31	1	1	100
		2A	3	1160/580	44	3	1	33
23	1/11	1	F	300	13	2	2	100
		1	2	300	33	7	2	29
		3	4	300	45	12	3	25
25	1/8	F	1	300	12	1	1	100
		1	2	300	35	2	2	100
26	1	32	31	1350/900	55	6	3	50
		31	30	1350/900	50	7	4	57
		30	29	1350/900	52	12	5	42
		29	28	1350/900	51	8	2	25
		28	27	1350/900	49	2	1	50
		27	26	1350/900	53	11	5	45
		26	25	1350/900	50	11	4	36
		25	24	1350/900	51	12	5	42
		23	22	1350/900	40	12	7	58
		22	21	1350/900	49	9	3	33
		21	20	1350/900	79	13	5	38
		20	19	1350/900	73	10	4	40
		19	18	1350/900	68	10	4	40
18	17	1350/900	61	3	3	100		
Gesamt					2.790	287	156	54

Auswertungen und Ergebnisse

Bei den Inspektionen in Gemeinde 1 wurde eine mittlere Erkennungsrate von 53% ermittelt, in Gemeinde 2 konnten 54% der Zustände erkannt werden. Zusammengefasst beträgt die Erkennungsrate bei 89 Haltungen und 3.149 m Kanal 54%. Von insgesamt 365 Zuständen konnten 197 Zustände bei beidseitiger Inspektion erkannt werden.

5.3.1.1.2 Erkennungsrate bei einseitiger Inspektion

Im folgenden Kapitel werden die Erkennungsraten bei einseitiger Inspektion mittels QuickView®-Kamera dargestellt.

In Tabelle 8 und Tabelle 9 sind jene Haltungen angeführt, welche jeweils nur von einem Schacht aus inspiziert wurden:

- Gemeinde 1: 31 Haltungen, 1.026 m (Tabelle 8)
- Gemeinde 2: 12 Haltungen, 380 m (Tabelle 9)

Tabelle 8 Erkennungsraten Gemeinde 1, einseitige Inspektion (ERTL et al. 2010, Table 3, S11)

Lfd. Nr.	Haltungs-länge (m)	Anzahl Zustände	Anzahl erkannt	Erkennungs rate in %	TV-Inspektion	Schacht-Zoom-Kamera
1	28	2	0	0	in Fließrichtung	in Fließrichtung
2	32	4	1	25	in Fließrichtung	gegen Fließrichtung
3	30	9	2	22	in+gegen Fließrichtung	gegen Fließrichtung
4	31	1	0	0	gegen Fließrichtung	gegen Fließrichtung
5	40	4	2	50	in Fließrichtung	in Fließrichtung
6	40	4	2	50	in Fließrichtung	gegen Fließrichtung
7	39	1	1	100	in Fließrichtung	in Fließrichtung
8	14	1	1	100	in Fließrichtung	in Fließrichtung
11	36	5	1	20	gegen Fließrichtung	gegen Fließrichtung
12	36	1	1	100	in Fließrichtung	in Fließrichtung
13	49	1	0	0	in Fließrichtung	in Fließrichtung
14	8	3	2	67	gegen Fließrichtung	gegen Fließrichtung
16	49	3	1	33	gegen Fließrichtung	in Fließrichtung
17	30	1	1	100	gegen Fließrichtung	gegen Fließrichtung
19	42	8	0	0	in Fließrichtung	in Fließrichtung
21	40	4	0	0	gegen Fließrichtung	in Fließrichtung
22	20	1	1	100	in Fließrichtung	gegen Fließrichtung
24	34	1	0	0	in Fließrichtung	in Fließrichtung
25	58	7	0	0	gegen Fließrichtung	gegen Fließrichtung
26	58	7	6	86	in Fließrichtung	in Fließrichtung
29	14	2	2	100	in Fließrichtung	gegen Fließrichtung
31	24	5	4	80	in Fließrichtung	in Fließrichtung
34	17	2	2	100	in Fließrichtung	gegen Fließrichtung
35	40	5	1	20	in Fließrichtung	in Fließrichtung
36	32	2	1	50	in Fließrichtung	in Fließrichtung
38	36	10	2	20	in Fließrichtung	gegen Fließrichtung
41	44	10	4	40	in Fließrichtung	gegen Fließrichtung
42	7	2	1	50	in Fließrichtung	in Fließrichtung
43	28	6	5	83	gegen Fließrichtung	gegen Fließrichtung
45	24	4	2	50	gegen Fließrichtung	in Fließrichtung
46	44	2	1	50	in Fließrichtung	in Fließrichtung
Gesamt	1.026	118	47	40		

Tabelle 9 Erkennungsraten Gemeinde 2, einseitige Inspektion

Lfd. Nr.	Strang	von Schacht	bis Schacht	Profil	Haltungs länge (m)	Anzahl Zustände	Anzahl erkannt	Erkennungs rate in %
10	1/9.4	1	7E	300	18	1	0	0
14	1/9	1	F	1160/580	42	7	3	43
		6	7	400	22	1	1	100
		8	7	400	49	1	0	0
15	1/4	1	F	1160/580	39	4	3	75
19	1/6	1	F	300	5	7	2	29
20	1/6.1	2	1	300	24	1	0	0
		3	1E	300	12	1	0	0
23	1/11	4	5	300	35	6	2	33
24	1/12	1	F	1160/580	13	1	1	100
26	1	24	23	1350/900	51	17	5	29
		17	16	1350/900	68	7	1	14
Gesamt					380	54	18	33

Bei den Inspektionen in Gemeinde 1 wurde eine Erkennungsrate von 40% ermittelt, in Gemeinde 2 konnten 33% der Zustände erkannt werden. Zusammengefasst beträgt die Erkennungsrate bei 43 Haltungen und 1.405 m Kanal 38%. Von insgesamt 172 Zuständen konnten 65 Zustände bei einseitiger Inspektion erkannt werden. Hier ist deutlich zu erkennen, dass bei nur einseitiger Inspektion die Erkennungsrate wesentlich geringer ist als bei Inspektion in beide Richtungen.

Das Inspektionsgebiet der zweiten Gemeinde wurde prinzipiell durchgehend beidseitig inspiziert. Einige Schächte waren nicht zugänglich und manche Strangvereinigungen verfügten über keinen Schacht, sodass einige Haltungen nur von einer Seite inspiziert werden konnten. Im praktischen Einsatz wird es ebenfalls so sein, dass nicht alle Schächte zugänglich sind und dass eine gemischte ein- und beidseitige Inspektion vorliegt. Im Inspektionsgebiet 2 konnte bei gemischter ein- und beidseitiger Inspektion eine Gesamterkennungsrate von 51% erreicht werden.

Bei der Inspektion mit der Schacht-Zoom-Kamera, jeweils von beiden Haltungsenden, konnten Erkennungsraten von 54% bzw. 52% erreicht werden (siehe Tabelle 6 und Tabelle 7), wobei hingegen bei einseitiger Inspektion von nur einem Schacht, nur Erkennungsraten von 33% bzw. 39% erreicht werden konnten (siehe Tabelle 8 und Tabelle 9).

Bedingt durch teilweise sehr kurze Haltungslängen von 10 m und weniger konnte durch einseitige Inspektion eine verhältnismäßig hohe Erkennungsrate erreicht werden. Die Sichtweite der QuickView®-Kamera reicht bis etwa maximal 30 m, wobei die Erkennungsrate mit steigender Entfernung abnimmt (siehe Kapitel 5.3.1.1.3).

Es kann angenommen werden, dass bei sehr kurzen Haltungslängen (etwa < 20 m) eine einseitige Inspektion in der Regel ausreichen sollte. Bei längeren Haltungen ist eine beidseitige Inspektion jedenfalls empfehlenswert.

Eine maximal erreichbare Erkennungsrate von 54% ist jedoch nicht ausreichend, um eine umfassende Zustandserhebung im Kanal durchzuführen, da nahezu 50% der Zustände nicht erkannt werden. Die QuickView®-Kamera sollte daher nicht für Zwecke der ausschließlichen Zustandserhebung im Kanal eingesetzt werden. Eine Auswertung der zustandsbezogenen Erkennungsraten befindet sich in Kapitel 5.3.1.2.

5.3.1.1.3 Erkennungsrate in Abhängigkeit der Distanz der Zustände

Da die Sichtweite der QuickView®-Kamera mit der Länge begrenzt ist, wurde ausgewertet, wie sich die Erkennungsrate mit der Distanz der Zustände verändert.

Verwendete Daten:

- Gemeinde 1 ein- und beidseitig
- Gemeinde 2 gesamt

Die Ergebnisse der Auswertung der Erkennungsrate nach der Distanz der Zustände ist in Tabelle 10 und Abbildung 90 dargestellt. In Tabelle 10 wurden in der Spalte „Anzahl Zustände“ jene Anzahl an Zuständen, welche mittels TV-Inspektion ermittelt wurde angegeben. In der Spalte „Zustände erkannt“ wurden jene Zustände angegeben, welche mit der QuickView®-Kamera wiedererkannt wurden. Es wurden Distanzbereiche mit einer Breite von 5 m gewählt, und für jeden Bereich wurde die Erkennungsrate ermittelt. Bei Zuständen im Entfernungsbereich von 0-10 m wurden Erkennungsraten zwischen 60 und 70% ermittelt, diese nimmt mit zunehmender Entfernung kontinuierlich ab. Bei Entfernungen ab ca. 30 m zum Schacht beträgt die Erkennungsrate unter 10%, es werden praktisch keine Zustände mehr erkannt. Es wurden aus beiden Gemeinden sowohl die einseitigen, als auch die beidseitigen Inspektionen herangezogen. Aus den, mit der Schacht-Zoom-Kamera erkannten Zuständen, wurde in Tabelle 10 eine Gesamterkennungsrate für jeden Distanzbereich ermittelt und der Verlauf in Abbildung 90 dargestellt. Der Anstieg der Erkennungsrate im Distanzbereich 20-24,9 m ist darauf zurückzuführen, dass in diesem Distanzbereich vermehrt Zustände in den

Haltungen vorhanden waren, welche mit der Schacht-Zoom-Kamera gut erkannt wurden. (siehe auch Kapitel 5.3.1.2)

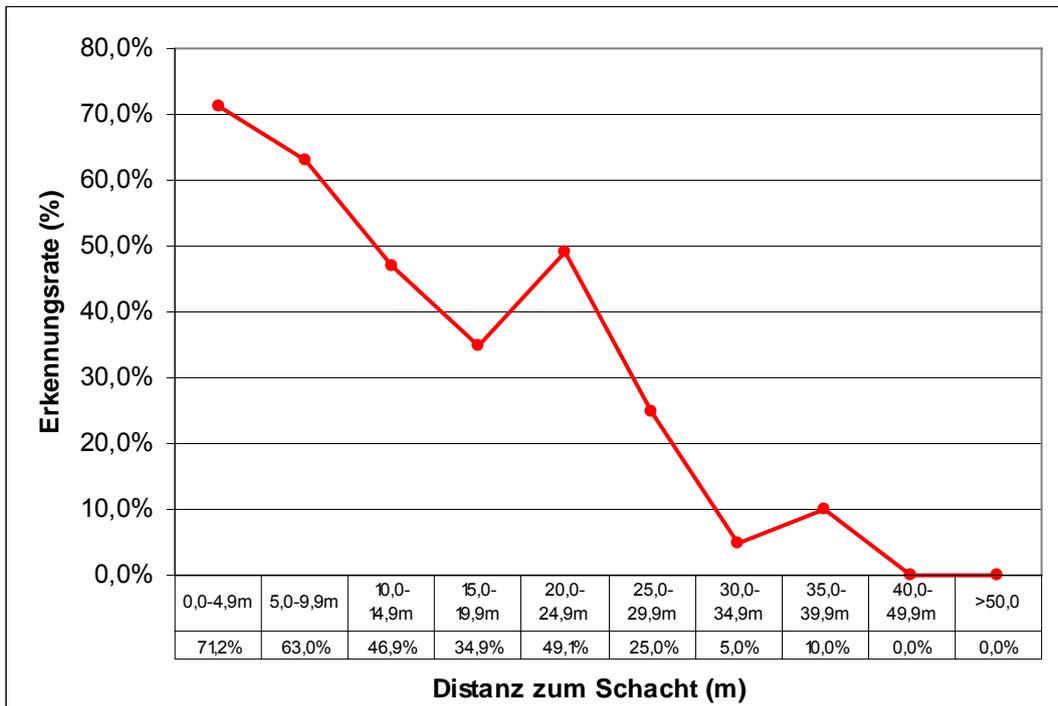


Abbildung 90 Erkennungsrate in Abhängigkeit der Distanz der Zustände

Tabelle 10 Erkennungsrate in Abhängigkeit der Distanz der Zustände

Distanz zum Schacht (m)	Gemeinde 2		Gem. 1 beidseitig		Gem. 2 einseitig		Erkennungsrate gesamt
	Anzahl Zustände	Zustände erkannt	Anzahl Zustände	Zustände erkannt	Anzahl Zustände	Zustände erkannt	
0,0-4,9m	92	61	6	5	20	18	71,2%
5,0-9,9m	72	48	10	5	10	5	63,0%
10,0-14,9m	76	36	12	7	8	2	46,9%
15,0-19,9m	50	18	4	0	9	4	34,9%
20,0-24,9m	25	9	10	7	18	10	49,1%
25,0-29,9m	10	2	14	4	20	5	25,0%
30,0-34,9m	5	0	3	1	12	0	5,0%
35,0-39,9m	6	0	3	2	11	0	10,0%
40,0-49,9m	3	0	6	0	4	0	0,0%
>50,0	2	0	3	0	2	0	0,0%
Gesamt	341	174	71	31	114	44	47,3%

5.3.1.1.4 Erkennungsrate in Abhängigkeit der Schadensklasse

In diesem Kapitel wird dargestellt, wie sich die Erkennungsrate auswirkt, wenn die Zustände in Schadensklassen unterteilt werden.

Verwendete Daten:

- Gemeinde 1 beidseitig
- Gemeinde 2 gesamt

Die Zustandskodierung erfolgte nach der Richtlinie der ÖO Landesregierung (RLOÖ, 1992). In der Richtlinie werden vier Schadensklassen unterschieden, wobei die Schadensklasse 0 als kein optisch erkennbarer Schaden gewertet wird. In diese Schadensklasse fallen alle Zustände, bei denen kein unmittelbarer Schaden vorhanden ist (z. B. Blindanschluss, Blindschacht, Bogen, Knick). Es wurden bei den Inspektionen in Gemeinde 1 und 2 keine Schäden der

Schadensklasse 3 angetroffen, weshalb diese Schadensklasse auch nicht in den Auswertungen vorkommt.

Abbildung 91 zeigt, dass die Erkennungsraten von Zuständen der Schadensklasse 0 und 1 (z. B. geringfügige Aussinterungen, kleinere Senken, Bögen, Blindanschlüsse und -schächte) bei ca. 65% liegen, die Erkennungsrate von Zuständen der Schadensklasse 2 (z. B. Wassereintritte, Risse, schadhafte Fugen) jedoch nur bei 38% liegt. D. h. Schäden mit größerem Schadenspotential hatten eine geringere Erkennungsrate als Schäden mit geringerem Schadenspotential. Die Ermittlung der Werte ist aus Tabelle 11 zu entnehmen.

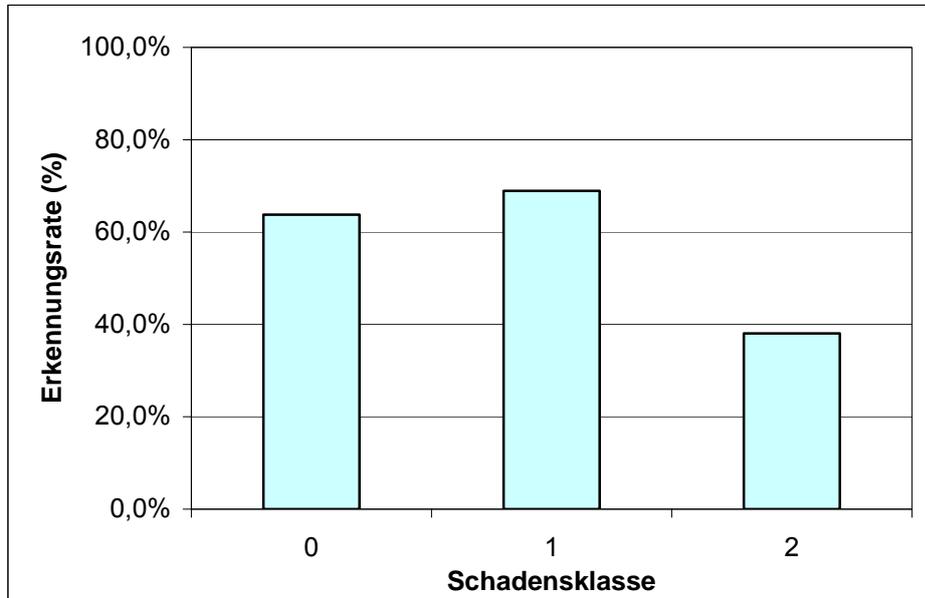


Abbildung 91 Erkennungsrate in Abhängigkeit der Schadensklasse nach RLOÖ (1992)

Tabelle 11 Erkennungsrate in Abhängigkeit der Schadensklasse nach RLOÖ (1992)

Schadens- klasse	Gemeinde 2			Gemeinde 1			Erkennungs- rate gesamt
	vorhandene Zustände	erkannt	nicht erkannt	vorhandene Zustände	erkannt	nicht erkannt	
0	122	80	42	5	1	4	63,8%
1	48	30	18	26	21	5	68,9%
2	171	64	107	47	19	28	38,1%
3	0	0	0	0	0	0	
Gesamt	341	174	167	78	41	37	51,3%

Für den Einsatz der Schacht-Zoom-Kamera wäre es von Vorteil, wenn vorwiegend Schäden mit größerem Schadenspotential zu erkennen wären, da diese Schäden den Kanalzustand und den Kanalbetrieb am meisten negativ beeinflussen. Es konnte jedoch gegenteilig beobachtet werden, dass Zustände der Schadensklasse 2 weniger oft erkannt wurden als Zustände mit geringerem Schadenspotential. Hier wird ebenfalls auf das Kapitel 5.3.1.2 verwiesen, wo auf die einzelnen Zustände näher eingegangen wird. Die Ursache für die niedrigere Erkennungsrate von Zuständen der Schadensklasse 2 liegt in der relativ schlechten Erkennung von Rissen.

Da die Schadensklasse 3 nicht angetroffen wurde, kann in diesem Fall keine Aussage über die Erkennungsrate dieser Klasse erfolgen. Die Schadensklasse 3 beschreibt laut RLOÖ (1992) Schäden mit einer optisch erkennbaren Einsturzgefährdung.

5.3.1.1.5 Erkennungsrate in Abhängigkeit des Rohrprofils bzw. -durchmessers

Verwendete Daten:

- Gemeinde 1 beidseitig

➤ **Gemeinde 2 gesamt**

Im Zuge der Inspektionen wurden folgende Rohrprofile untersucht: DN 300, DN 400, Ei 700/1050, Ei 580/1160, Ei 900/1350.

Bei größeren Rohrprofilen ist die Reichweite der QuickView®-Kamera laut Angabe des Herstellers größer (ENVIROSIGHT, 2010a). Durch diese Auswertung soll eine mögliche unterschiedlich hohe Erkennungsrate in Abhängigkeit der Profilform und der Größe der Rohrprofile dargestellt werden.

Die Verteilung der Erkennungsraten ist relativ gleichmäßig, es konnte jedoch eine auffallend niedrige Erkennungsrate beim Eiprofil 700/1050 festgestellt werden. Beim größten vorhandenen Profil (Ei 900/1350) war die Erkennungsrate im Vergleich ebenfalls geringfügig niedriger (siehe Abbildung 92 und Tabelle 12).

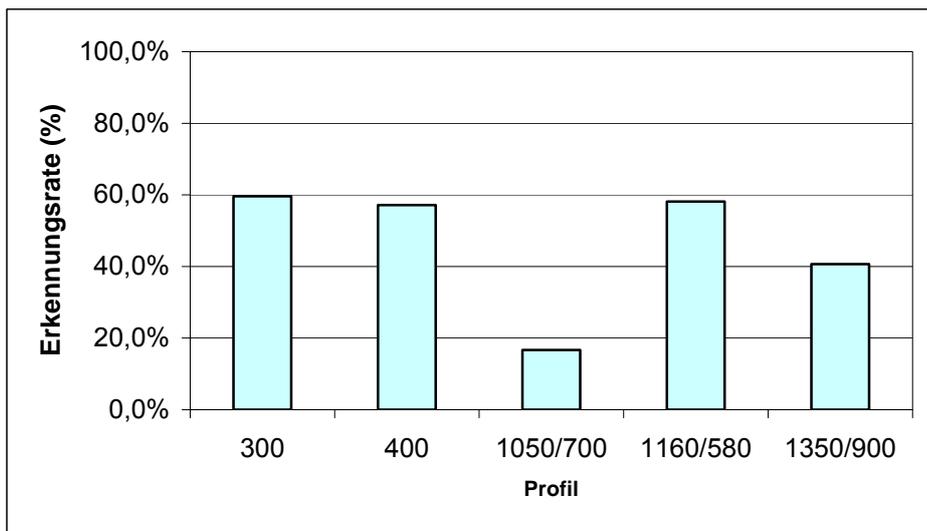


Abbildung 92 Erkennungsrate in Abhängigkeit der Profilform

Tabelle 12 Erkennungsrate in Abhängigkeit der Profilform

Profil	Gemeinde 2			Gemeinde 1			Erkennungsrate gesamt
	vorhandene Zustände	erkannt	nicht erkannt	vorhandene Zustände	erkannt	nicht erkannt	
300	120	75	45	73	40	33	59,6%
400	16	11	5	5	1	4	57,1%
1050/700	12	2	10				16,7%
1160/580	43	25	18				58,1%
1350/900	150	61	89				40,7%
Gesamt	341	174	167	78	41	37	51,3%

Die Ursache für die niedrigere Erkennungsrate in den Eiprofilen 700/1050 und 900/1350 hängt jedoch nicht von der Profilform und -größe ab, sondern von der größeren durchschnittlichen Haltungslänge (siehe Tabelle 13). Die durchschnittlichen Haltungslängen betragen in den Profilen mit der niedrigeren Erkennungsrate 48-56 m und sind somit etwa 20 m länger als in den übrigen Profilen.

Ein positiver Einfluss der Reichweite in größeren Rohrprofilen konnte daher nicht festgestellt werden und es kann davon ausgegangen werden, dass die Größe und die Profilform der Haltungen keinen Einfluss auf die Erkennungsrate der QuickView®-Kamera haben.

Tabelle 13 Durchschnittliche Haltungslängen der Rohrprofile

Profil	Anzahl Haltungen	Summe Länge (m)	mittlere Haltungslänge
300	103	2584,6	25,1
400	6	200,6	33,4
1050/700	9	433,7	48,2
1160/580	17	549,2	32,3
1350/900	16	899,8	56,2
Gesamt	151	4668,0	30,9

5.3.1.2 Ergebnisse der Zustandsauswertung

Verwendete Daten:

- Gemeinde 1 gesamt
- Gemeinde 2 gesamt

In diesem Kapitel wird auf die Erkennung einzelner Zustände näher eingegangen. Im ersten Schritt wird eine Übersicht über die angetroffenen Zustände und die jeweils erzielten Erkennungsraten dargestellt. Im zweiten Schritt wird die Erkennungsrate ausgewählter Zustände zusätzlich nach der Entfernung der Zustände zur Schacht-Zoom-Kamera ausgewertet.

Zustände, welche seltener als zwei mal vorkamen wurden im zweiten Schritt der Auswertung nicht näher berücksichtigt, da damit lediglich Erkennungsraten in 50%-Schritten ermittelt werden können.

Tabelle 14 zeigt eine Aufstellung der Zustände, welche bei den Inspektionen in den beiden Umlandgemeinden mittels TV-Inspektion festgestellt wurden. Es wurden in 3 Spalten die vorhandenen Zustände aufgelistet, wie viele mittels QuickView®-Kamera erkannt wurden und die daraus errechnete Erkennungsrate dargestellt.

Die Zustände wurden weiters nach der Mängelliste der Richtlinie des Landes Oberösterreich (RLOÖ, 1992) sortiert und für jede Mängelgruppe wurde eine gemeinsame Erkennungsrate ermittelt.

Die Erkennungsrate von 46% der Allgemeinen Mängel deckt sich etwa mit dem Gesamterkennungsrate von 49%. Bei den Gruppen Abflusshindernisse und Lageabweichungen wurden deutlich höhere Erkennungsraten von 65 bzw. 67% erreicht. Bei der Gruppe der Risse wurde allerdings nur eine Erkennungsrate von 19% erreicht. Blindanschlüsse und Blindschächte wurden relativ zur Gesamterkennungsrate gut erkannt.

Bei öfter vorkommenden Zuständen wurde in weiterer Folge eine Auswertung nach dem Abstand zum Schacht vorgenommen, um ersichtlich zu machen, bis zu welchen Entfernungen diese Zustände noch erkannt werden können. Zustände welche nur ein bis zwei mal in den Auswertungen vorkamen wurden in weiterer Folge nicht berücksichtigt, da damit keine statistische Auswertung möglich ist.

Tabelle 14 Auflistung der Erkennungsrate aufgeteilt nach Zuständen

Code nach RLOÖ (1992)	Zustandsbeschreibung	Kanal-TV	Schacht-Zoom-Kamera		gruppiert (%)
		Anzahl Zustände	Zustände erkannt	Erkennungsrate (%)	
RW11	Allgemeine Mängel, Aussinterung, Wandung	65	35	53,8	Allgemeine Mängel 46
RF11	Allgemeine Mängel, Aussinterung, Fuge	9	5	55,6	
RE11	Allgemeine Mängel, Aussinterung, Einbindung	3	2	66,7	
RW12	Allgemeine Mängel, Abplatzung, Wandung	8	0	0,0	
RF12	Allgemeine Mängel, Abplatzung, Fuge	5	0	0,0	
RW13	Allgemeine Mängel, Feuchtigkeit sichtbar, Wandung	25	10	40,0	
RF13	Allgemeine Mängel, Feuchtigkeit sichtbar, Fuge	5	1	20,0	
RW14	Allgemeine Mängel, Wassereintritt, Wandung	15	3	20,0	
RF14	Allgemeine Mängel, Wassereintritt, Fuge	5	4	80,0	
RE14	Allgemeine Mängel, Wassereintritt, Einbindung	5	3	60,0	
SF14	Allgemeine Mängel, Wassereintritt, Fuge	2	1	50,0	
SE14	Allgemeine Mängel, Wassereintritt, Fuge	1	1	100,0	
RE16	Allgemeine Mängel, Erdreich sichtbar, Einbindung	4	0	0,0	
RF17	Allgemeine Mängel, Dichtring sichtbar, Fuge	5	3	60,0	
RW18	Allgemeine Mängel, Sonstiges, Wandung	3	0	0,0	
RE18	Allgemeine Mängel, Sonstiges, Einbindung	13	5	38,5	
RF18	Allgemeine Mängel, sonstiges, Fuge	16	14	87,5	
RW21	Abflusshindernisse, lose Ablagerungen, Wandung	2	1	50,0	Abflusshindernisse 65
RE21	Abflußhindernisse, lose Ablagerungen, Einbindung	2	0	0,0	
RW22	Abflusshindernisse, Verfestigte Ablagerungen, Wandung	20	13	65,0	
RE22	Abflusshindernisse, Verfestigte Ablagerungen, Einbindung	1	0	0,0	
RF23	Abflusshindernisse, hereinragendes Hindernis, Fuge	1	1	100,0	
RE23	Abflusshindernisse, hereinragendes Hindernis, Einbindung	11	9	81,8	
RF24	Abflusshindernisse, Wurzeleinwuchs, Fuge	1	0	0,0	
RW25	Abflusshindernisse, Sonstiges Abflusshindernis, Wandung	1	1	100,0	
RW26	Abflusshindernisse, Kreuzung Leitung, Wandung	1	1	100,0	
RW31	Lageabweichungen, Senke, Wandung	50	34	68,0	Lageabweichungen 67
RW32	Lageabweichungen, Knick, Wandung	4	4	100,0	
RF32	Lageabweichungen, Knick, Fuge	7	4	57,1	
RF33	Lageabweichungen, Querversatz, Fuge	2	0	0,0	
RF34	Lageabweichungen, Längerversatz, Fuge	3	0	0,0	
RW37	Lageabweichungen, Bogen, Wandung	10	10	100,0	
RE39	Lageabweichungen, Absturz, Wandung	2	0	0,0	
RW41	Materialangriff, schadhafte Beschichtung, Wandung	2	0	0,0	0
RW55	Bauwerksverformungen - fehlender Wandungsteil - Wandung	2	2	100,0	100
RW61	Risse, Längsriss, Wandung	18	1	5,6	Risse 18
RW62	Risse, Querriss, Wandung	56	11	19,6	
RW63	Risse, Scherbenbildung, Wandung	14	5	35,7	
RW64	Risse, Kreuzriß, Wandung	4	0	0,0	
RE81	sonstige Betriebsmängel, Blindschacht, Einbindung	35	29	82,9	sonst. 62
RE82	sonstige Betriebsmängel, Blindanschluss, Einbindung	63	32	50,8	
RW85	sonstige Betriebsmängel, Rückstau, Wandung	7	4	57,1	
R-A8	Allgemeinzustand, Material	2	0	0,0	0,0
GESAMT		510	249	48,8	

5.3.1.2.1 Allgemeine Mängel

Zu den Allgemeinen Mängeln laut RLOÖ (1992) zählen im Wesentlichen Aussinterungen, Abplatzungen, sichtbare Feuchtigkeit, Wassereintritt und sichtbare Dichtringe. Es konnten 46% der allgemeinen Mängel durch die Schacht-Zoom-Kamera erkannt werden (siehe Tabelle 14).

In Tabelle 15 sind die Zustände Aussinterung, Feuchtigkeit sichtbar und Wassereintritt nach dem Abstand der Zustände vom Schacht aufgelistet. Aussinterungen und Feuchtigkeit sind mit der QuickView®-Kamera in der Regel nur durch Lichtreflexionen und Farbunterschiede erkennbar, da keine Teile in die Haltung einragend sind. Die angetroffenen Aussinterungen waren im Zuge der durchgeführten Untersuchungen kaum querschnittsreduzierend. Wassereintritte entlang der Rohrwandung fließend sind ebenfalls meist durch Lichtreflexionen erkennbar, spritzende oder tropfende Wassereintritte sind leicht im Querschnitt ersichtlich. Ab einer Entfernung von etwa 20m zum Schacht ist es nur mehr sehr schwierig, Zustände anhand von Farbunterschieden an der Rohrwandung zu erkennen und in der Distanz richtig zuzuordnen.

Auswertungen und Ergebnisse

In vielen Fällen kommen die Zustände Feuchtigkeit, Aussinterung und Wassereintritt gemeinsam vor, sodass bei Erkennen eines dieser Zustände auf den anderen geschlossen werden kann.

Tabelle 15 Zustandsanalyse Allgemeine Mängel

Abstand (m)	RW11, RF11 Aussinterung			RW13, RF13 Feuchtigkeit sichtbar			RW14, RE14, RF14, SW14, SF14 Wassereintritt		
	Anzahl der Zustände	Zustände erkannt	Erkennungs- rate (%)	Anzahl der Zustände	Zustände erkannt	Erkennungs- rate (%)	Anzahl der Zustände	Zustände erkannt	Erkennungs- rate (%)
0,0 - 4,9	16	8	50,0	6	2	33,3	8	6	75,0
5,0 - 9,9	20	14	70,0	6	4	66,7	6	3	50,0
10,0 - 14,9	12	10	83,3	5	1	20,0	6	2	33,3
15,0 - 19,9	10	6	60,0	6	2	33,3	5	0	0,0
20,0 - 24,9	9	2	22,2	4	2	50,0	1	1	100,0
25,0 - 29,9	2	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0
30,0 - 34,9	5	0	0,0	2	0	0,0	1	0	0,0

In den Abbildungen 93 bis 95 werden Vergleichsaufnahmen von allgemeinen Zuständen zwischen Kanal-TV und der QuickView®-Kamera abgebildet.



Abbildung 93 Aussinterung (links Kanal-TV, rechts QuickView®)



Abbildung 94 Aussinterung + Querriss (links Kanal-TV, rechts QuickView®)

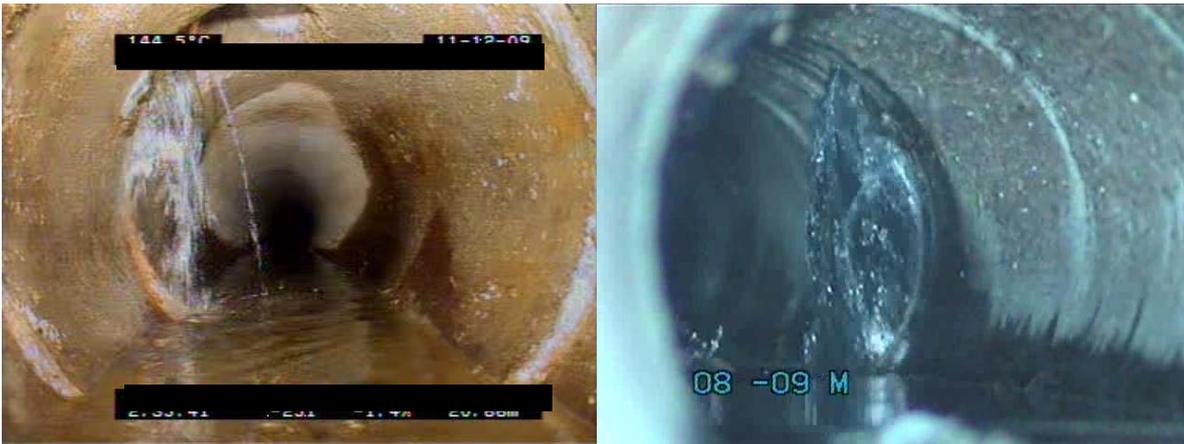


Abbildung 95 Blindschacht + Wassereintritt (links Kanal-TV, rechts QuickView®)

Die Farbdarstellung der QuickView®-Kamera unterscheidet sich auch deutlich von der Farbwiedergabe einer Kanal-TV Kamera. Die Bilder der QuickView®-Kamera werden durch die Beleuchtung in einem Blauton dargestellt. Damit ist es generell schwierig, die Farbe und das Material der jeweiligen Haltung richtig zu erkennen. Durch die geänderte Farbwiedergabe und den geringeren Kontrast wird es zusätzlich schwieriger, Zustände, welche nur anhand der Farbe zu erkennen sind, zu erkennen.

In Abbildung 96 ist eine Bilderserie dargestellt, wie sich die Farbdarstellung der QuickView®-Kamera mit fortschreitender Nutzung der Zoomfunktion auswirkt. In den Bildern ist ein Kanalrohr aus Kunststoff dargestellt, wobei links oben beginnend bis rechts unten immer weiter in die Haltung hineingezoomt wurde. In den ersten Bildern ist die Farbe des Rohrmaterials noch erkennbar, mit fortschreitendem Zoom werden die Bilder immer mehr in einem Blauton dargestellt und die Farbe des Rohrmaterials ist nicht mehr erkennbar. Materialwechsel in größeren Entfernungen können daher nicht mehr richtig erkannt werden.

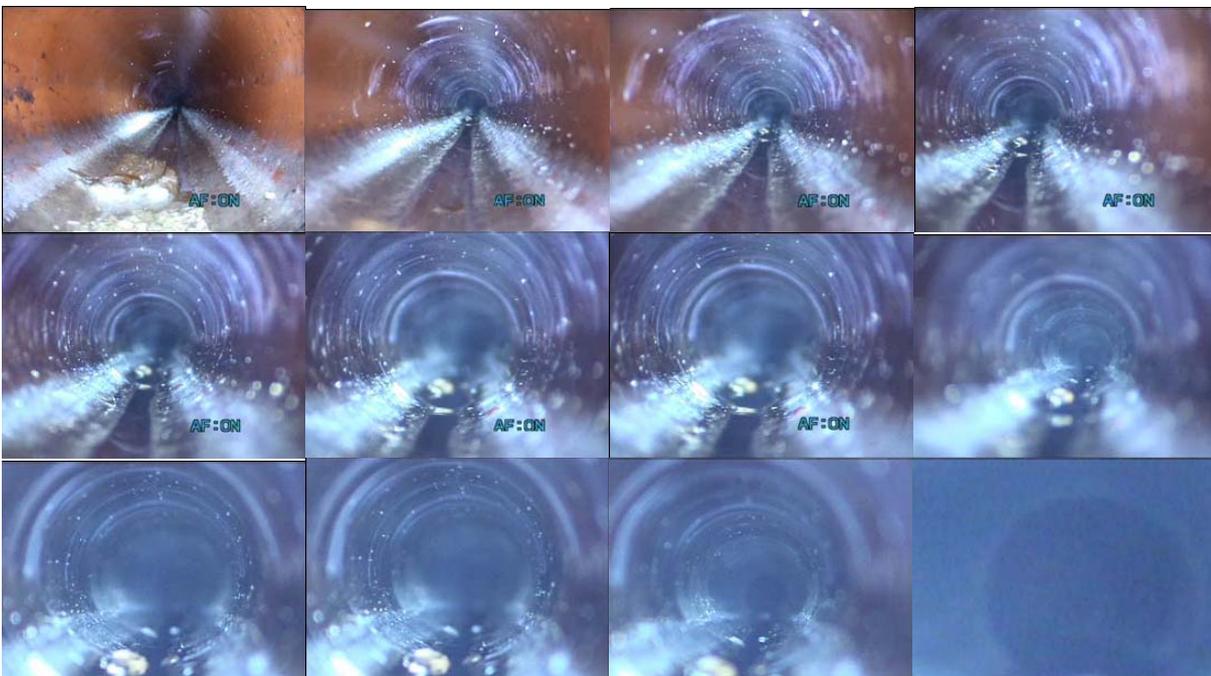


Abbildung 96 Farbdarstellung eines Kunststoffrohres bei fortschreitender Nutzung der Zoomfunktion

Der Zustand RE 16 - Erdreich sichtbar - kam vier mal vor, wurde jedoch nicht erkannt, da sich das Erdreich in den Einbindungen zurückliegend befand und so durch die axiale Sicht der QuickView®-Kamera nicht erkannt werden konnte (Abbildung 97).



Abbildung 97 Erdreich sichtbar (Hausanschluss in Blindschacht mündend, Kanal-TV) (ERTL et al. 2010)
Sichtbare Dichtringe können gut erkannt werden, da sie meistens in das Kanalrohr einragen (Abbildung 98).



Abbildung 98 Dichtring sichtbar (links Kanal-TV, rechts QuickView®)

Abplatzungen (RW12 und RF12) wurden in 13 Fällen nicht erkannt, da sie zu keiner Querschnittsreduzierung führen und auch schwer durch Lichtreflexionen und Farbunterschiede erkennbar sind (Abbildung 99).



Abbildung 99 Kanal-TV Aufnahmen von Abplatzungen – nicht erkennbar mit der QuickView®-Kamera

5.3.1.2.2 Abflusshindernisse

Abflusshindernisse sind nach RLOÖ (1992) meist lose oder verfestigte Ablagerungen, sowie Wurzeleinwüchse, kreuzende Fremdleitungen und einragende Einbindungen und zählen zu den betrieblichen Zuständen. Diese Zustände führen zu einer Querschnittsreduzierung und sind dementsprechend gut mit der QuickView®-Kamera erkennbar.

In Tabelle 16 sind die Erkennungsraten von verfestigten Ablagerungen und hereinragenden Hindernissen nach dem Abstand der Zustände dargestellt. Es ist zu erkennen, dass vor allem hereinragende Hindernisse noch in großen Entfernungen durch die Schacht-Zoom-Kamera erkennbar sind.

Tabelle 16 Zustandsanalyse Abflusshindernisse

Abstand (m)	RW22 Verfestigte Ablagerungen			RF23, RE23 Hereinragendes Hindernis		
	Anzahl der Zustände	Zustände erkannt	Erkennungsrate (%)	Anzahl der Zustände	Zustände erkannt	Erkennungsrate (%)
0,0 - 4,9	11	9	81,8			
5,0 - 9,9				1	1	
10,0 - 14,9	3	3	100,0	4	4	100,0
15,0 - 19,9	3	1	33,3			
20,0 - 24,9	2	0	0,0	4	4	100,0
25,0 - 29,9	1	0	0,0	2	1	50,0
				1	0	0,0

Ob es sich bei Ablagerungen um verfestigte- oder lose Ablagerungen handelt ist mit der QuickView®-Kamera nicht immer eindeutig feststellbar. Die TV-Kamera bewegt sich unmittelbar auf den Ablagerungen und es kann daher festgestellt werden, ob diese Ablagerungen verfestigt sind (Abbildung 100). Im Kapitel 5.3.2 wird die Inspektion von Ablagerungen detailliert behandelt.



Abbildung 100 Verfestigte Ablagerungen (links Kanal-TV, rechts QuickView®)

Limitierende Faktoren für die Erkennung sind Lageabweichungen der Haltungen (Bögen, Knicke, Senken) sowie Sichtbehinderungen durch davor liegende Hindernisse oder Ablagerungen. Macht ein Kanal beispielsweise einen Rechtsbogen und dahinter ist ein hereinragendes Hindernis, welches prinzipiell gut erkennbar wäre, kann dieses aufgrund des Rechtsbogens jedoch nicht erkannt werden.

Abflusshindernisse konnten in 65% der Fälle richtig erkannt werden (siehe Tabelle 14). In größeren Entfernungen treten meist die oben genannten Faktoren ein, die eine Erkennung nicht mehr zulassen.

In den Abbildungen 101 bis 103 sind Beispiele von hereinragenden Hindernissen dargestellt.

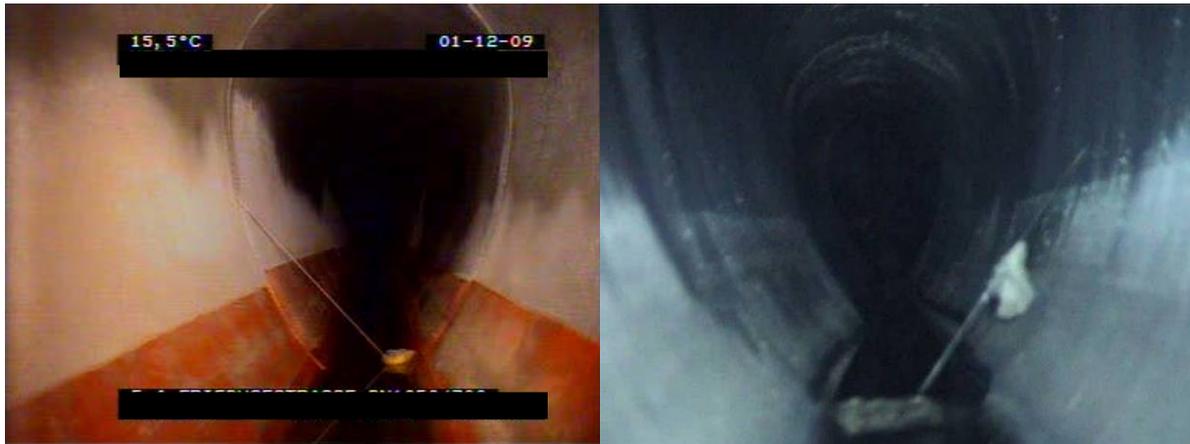


Abbildung 101 Hereinragendes Hindernis, Distanz ca. 16 m (links Kanal-TV, rechts QuickView®)



Abbildung 102 Hereinragendes Hindernis, (links Kanal-TV, rechts QuickView®)



Abbildung 103 Hereinragendes Hindernis (Hausanschlüsse), (links Kanal-TV, rechts QuickView®)

In Abbildung 101 und Abbildung 102 sind im unteren Teil des Gerinnes ein Anstrich bzw. eine Teilauskleidung aus Kunststoff vorhanden, welche im Bild der TV-Kamera erkennbar ist, jedoch mit der QuickView®-Kamera nicht gut erkennbar ist. Etwaige Beschädigungen dieser Auskleidungen sind durch den geringen Kontrast schwierig zu erkennen.

5.3.1.2.3 Lageabweichungen

Zu den Lageabweichungen zählen Senken, Knicke, Quer- und Längsversätze, Material- und Dimensionswechsel sowie Bögen.

Auswertungen und Ergebnisse

In Tabelle 17 sind die Erkennungsraten der Lageabweichungen (Knick, Senke, Bogen) in Abhängigkeit der Entfernung der Zustände abgebildet. Es konnten 67% der Lageabweichungen mit der Schacht-Zoom-Kamera erkannt werden (siehe Tabelle 14).

Tabelle 17 Zustandsanalyse Lageabweichungen

Abstand (m)	RW31 Senke			RW32, RF32 Knick			RW37 Bogen		
	Anzahl der Zustände	Zustände erkannt	Erkennungsrate (%)	Anzahl der Zustände	Zustände erkannt	Erkennungsrate (%)	Anzahl der Zustände	Zustände erkannt	Erkennungsrate (%)
0,0 - 4,9	21	19	90,5	5	4	80,0	4	4	100,0
5,0 - 9,9	8	5	62,5	2	2	100,0	2	2	100,0
10,0 - 14,9	5	4	80,0	2	1	50,0			
15,0 - 19,9	3	2	66,7	1	0	0,0			
20,0 - 24,9	4	3	75,0	1	1	100,0	4	4	100,0
25,0 - 29,9	3	1	33,3						
30,0 - 34,9	3	0	0,0						
35,0 - 39,9	2	0	0,0						
40,0 - 49,9	1	0	0,0						

Senken, Knicke und Bögen besitzen oft eine räumliche Ausdehnung von mehreren Metern im Kanalrohr. Bei der Kanal-TV Inspektion werden etwa 2m des Kanals ausgeleuchtet, sodass ein lang gezogener Bogen oder Senke mit der herkömmlichen Kanal-TV Inspektion nicht immer erkannt wird. Hier besitzt die QuickView®-Kamera den großen Vorteil, dass das Kanalrohr über eine größere Länge ausgeleuchtet wird und lang gezogene Zustände besser erkannt werden können (siehe Abbildung 104 bis Abbildung 108). Im Kapitel 5.3.1.2.6 wird auf zusätzlich erkannte Zustände eingegangen, welche mit der Schacht-Zoom-Kamera zusätzlich erkannt wurden.



Abbildung 104 Knick (links Kanal-TV, rechts QuickView®) (ERTL et al. 2010)



Abbildung 105 Knick (links Kanal-TV, rechts QuickView®)



Abbildung 106 Senke (links Kanal-TV, rechts QuickView®)

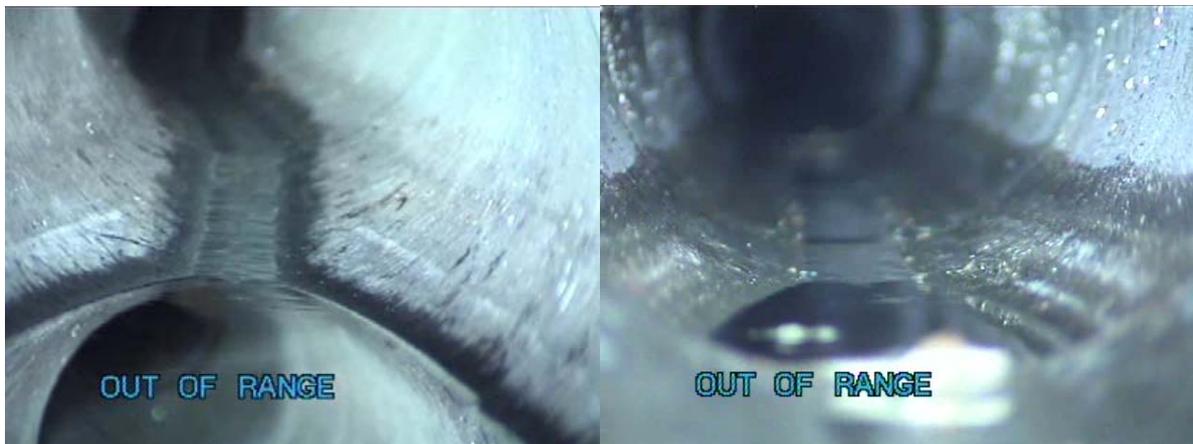


Abbildung 107 QuickView(R)-Aufnahmen von Senken

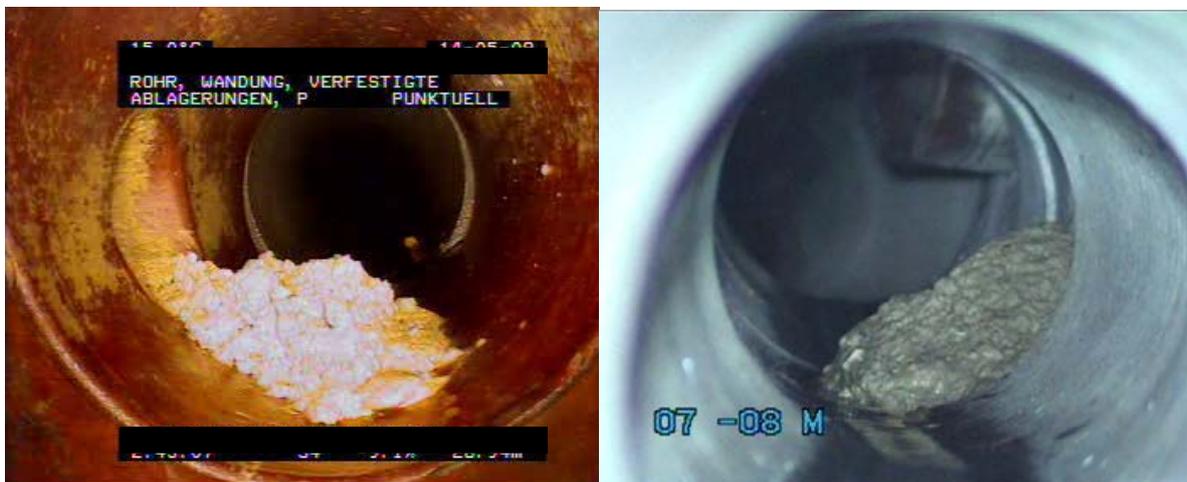


Abbildung 108 Verfestigte Ablagerungen (links Kanal-TV, rechts QuickView®)

Dennoch konnte keine 100%ige Zustandserkennung erzielt werden, da Zustände oftmals durch davor liegende Ablagerungen verdeckt waren, oder Lageabweichungen die Sichtweite beschränkten, was bei etwa 25-30 m Entfernung zum Tragen kommt. Einzig der Zustand RW37 (Bogen) konnte zu 100% erkannt werden.

Die Zustände Querversatz und Längsversatz wurden bei den Untersuchungen lediglich 5 mal angetroffen. Keiner dieser Zustände wurde erkannt. Querversätze könnten durch axiale Sicht in den Kanal sichtbar sein, Längsversätze hingegen sind schwer zu erkennen, da sie durch axiale

Sicht ähnlich wie Fugen aussehen können. Den Auswertungen zufolge können Längs- und Querversätze nur schwierig mit der Schacht-Zoom-Kamera erkannt werden.

5.3.1.2.4 Risse

Risse werden unterteilt in Längsrisse, Querrisse, Kreuzrisse und Scherbenbildung. Von 92 Rissen konnten nur 17 richtig erfasst werden, was einer Erkennungsrate von 19% entspricht (siehe Tabelle 14). Aus Tabelle 18 ist zu erkennen, dass Risse, nur innerhalb der ersten 5 m zum Schacht erkannt wurden. Sämtliche Risse mit Entfernungen größer 5m zum Schacht wurden nicht erkannt.

Tabelle 18 Zustandsanalyse Risse

Abstand (m)	RW61 Längsrisse			RW62 Querrisse		
	Anzahl der Zustände	Zustände erkannt	Erkennungsrate (%)	Anzahl der Zustände	Zustände erkannt	Erkennungsrate (%)
0,0 - 4,9	3	1	33,3	19	11	57,9
5,0 - 9,9	3	0	0,0	9	0	0,0
10,0 - 14,9	6	0	0,0	10	0	0,0
15,0 - 19,9				9	0	0,0
20,0 - 24,9	1	0	0,0	4	0	0,0
25,0 - 29,9	1	0	0,0	2	0	0,0
30,0 - 34,9	2	0	0,0	2	0	0,0
35,0 - 39,9				1	0	0,0
40,0 - 49,9	2	0	0,0			
Abstand (m)	RW63 Scherbenbildung			RW64 Kreuzrisse		
	Anzahl der Zustände	Zustände erkannt	Erkennungsrate (%)	Anzahl der Zustände	Zustände erkannt	Erkennungsrate (%)
0,0 - 4,9	5	5	100,0			
5,0 - 9,9						
10,0 - 14,9	2	0	0,0	2	0	0,0
15,0 - 19,9	2	0	0,0			
20,0 - 24,9	3	0	0,0			
25,0 - 29,9				1	0	0,0
30,0 - 34,9	1	0	0,0	1	0	0,0
35,0 - 39,9	1	0	0,0			

Die Folge von Rissen sind oft Wassereintritte, Aussinterungen und Feuchtigkeit. Falls einer der genannten Zustände festgestellt wird, kann angenommen werden, dass die Ursache teilweise vorübergehende Risse in der Rohrwandung sind. Diese Folgerung ist jedoch mit Unsicherheit behaftet, da Risse nicht in allen Fällen die Ursache für mögliche Aussinterungen, Wassereintritte oder feuchte Stellen in der Rohrwand sind (Abbildung 110 und Abbildung 111). Umgekehrt müssen Risse nicht immer von Aussinterungen, Feuchtigkeit und Wassereintritten begleitet werden. In diesem Fall ist es besonders schwierig Risse zu identifizieren. In Abbildung 109 ist ein Längsrisse mit Wassereintritt abgebildet.



Abbildung 109 Längsriss + Wassereintritt, Distanz ca. 1m (links Kanal-TV, rechts QuickView®)



Abbildung 110 Querriss + Aussinterung, Distanz ca. 1m (links Kanal-TV, rechts QuickView®)



Abbildung 111 Scherbenbildung + Feuchtigkeit, Distanz ca. 1m (links Kanal-TV, rechts QuickView®)

Vor einer Kanal-TV Inspektion erfolgt üblicherweise eine Reinigung des Kanals, wodurch die Ablagerungen und die Sielhaut entfernt werden. Die Entfernung der Sielhaut gewährleistet, dass auch kleinste Schäden wie Haarrisse erkannt werden können. Durch den Umstand, dass vor der Inspektion mit der Schacht-Zoom-Kamera der Kanal nicht gereinigt wurde, besteht ein zusätzlicher Nachteil für die QuickView®-Kamera zur Erkennung von Rissen.

5.3.1.2.5 Sonstige Betriebsmängel

Unter die Kategorie sonstige Betriebsmängel fallen Blindanschlüsse und Blindschächte. Blindschächte und Blindanschlüsse stellen im Normalfall keine schadhafte Stellen im Kanal dar. Im Zuge der Untersuchungen wurden 29 Blindschächte und 32 Blindanschlüsse richtig zugeordnet, was einem Erkennungsgrad von 62% entspricht (siehe Tabelle 14). Die Erkennungsrate bei den Blindschächten beträgt 83%, wobei die Erkennungsrate bei den Blindanschlüssen nur knapp über 50% beträgt.

In Tabelle 19 ist die Erkennungsrate in Abhängigkeit der Verteilung der Blindanschlüsse- und Schächte angegeben.

Tabelle 19 Zustandsanalyse Blindanschlüsse und Blindschächte

Abstand (m)	RE81 Blindschacht			RE82 Blindanschluss		
	Anzahl der Zustände	Zustände erkannt	Erkennungsrate (%)	Anzahl der Zustände	Zustände erkannt	Erkennungsrate (%)
0,0 - 4,9	2	2	100,0	11	11	100,0
5,0 - 9,9	13	13	100,0	11	8	72,7
10,0 - 14,9	13	9	69,2	14	7	50,0
15,0 - 19,9	7	5	71,4	12	4	33,3
20,0 - 24,9				4	2	50,0
25,0 - 29,9				3	0	0,0
30,0 - 39,9				5	0	0,0
40,0 - 70,0				3	0	0,0

Im Regelfall sind Blindanschlüsse und Blindschächte nicht in das Kanalrohr einragend. Es ist von Vorteil die QuickView®-Kamera exzentrisch zu positionieren, um einen schrägen Blickwinkel auf die Rohrwandung zu erlangen und so die Zustände besser erkennen zu können.

Ein Problem bei der Erkennung stellen wiederum Lageabweichungen der Haltungen dar, da man mit der QuickView®-Kamera nicht „um die Ecke“ sehen kann. In Abbildung 112 ist ein Blindanschluss und Wassereintritt an der rechten Rohrwandung vorhanden. In der QuickView®-Aufnahme sind beide Zustände durch die Rechtskrümmung der Haltung verdeckt. Besonders wenn Einbindungen sowie andere Zustände an der innen liegenden Seite des Bogens liegen ist die Zustandserkennung meist nicht möglich (siehe Abbildung 112).



Abbildung 112 Einbindung mit Wassereintritt (links Kanal-TV, rechts QuickView®)

Liegen innerhalb einer Haltung mehrere Blindanschlüsse bzw. Blindschächte hintereinander, ist eine eindeutige Zuordnung jedes Blindschachtes oftmals nicht möglich. Es ist oft erkennbar, dass mehrere Schächte und Anschlüsse vorhanden sind, die genaue Anzahl ist jedoch nicht sichtbar. Eine genaue Fokussierung für eine unterscheidbare Distanzmessung ist vor allem bei größeren Abständen nicht mehr möglich (siehe Abbildung 113 und Abbildung 114).

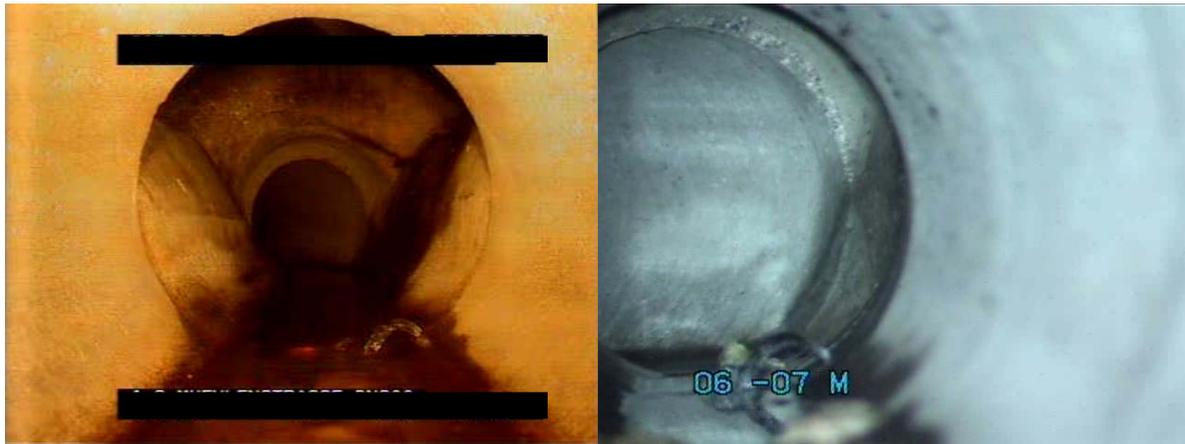


Abbildung 113 Blindschacht + Wassereintritt (links Kanal-TV, rechts QuickView®)



Abbildung 114 Blindschacht, Hochdruckdüse der Kanalreinigung sichtbar

Begleitend mit Blindanschlüssen und Blindschächten treten oft erhöhte Ablagerungen an den Stellen von Einmündungen auf. Aufgrund dieser Ablagerungen können Rückschlüsse auf vorhandene Einbindungen geschlossen werden.

5.3.1.2.6 Zusätzlich erkannte Zustände

In der Gemeinde 2 wurde zusätzlich ausgewertet, ob Zustände im Kanal vorhanden waren, welche nicht durch die TV-Inspektion erkannt und protokolliert wurden. Diese sind in Tabelle 20 aufgelistet. Auffallend ist, dass insgesamt 20 Lageabweichungen (Knick, Senke, Bogen) mit der QuickView®-Kamera erhoben wurden, welche nicht durch die TV-Befahrung erkannt bzw. protokolliert wurden.

Tabelle 20 Mittels QuickView® zusätzlich erkannte Zustände

Code nach RLOÖ (1992)	Zustandsbeschreibung	Anzahl
RW37	Lageabweichungen, Bogen, Wandung	9
RW31	Lageabweichungen, Senke, Wandung	7
RF32	Lageabweichungen, Knick, Fuge	4
RW85	sonstige Betriebsmängel, Rückstau, Wandung	4
RW14	Allgemeine Mängel, Wassereintritt, Wandung	1
	Summe:	25

In den folgenden Abbildungen sind Zustände dargestellt, welche mittels TV-Inspektion nicht erfasst wurden, durch die Inspektion mit der Schacht-Zoom-Kamera jedoch festgestellt wurden.



Abbildung 115 Bogen links



Abbildung 116 Knick links



Abbildung 117 Rückstau

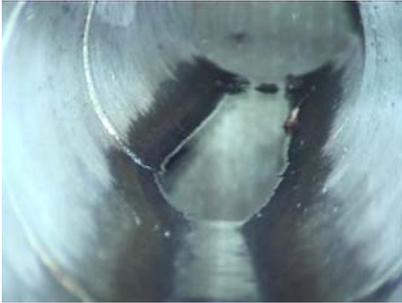


Abbildung 118 Senke



Abbildung 119 ungerader Kanalverlauf

Wie in Kapitel 5.3.1.2.3 erwähnt, wird durch die notwendige stärkere Beleuchtungseinrichtung der QuickView®-Kamera ein größerer/längerer Teil des Kanals gleichzeitig ausgeleuchtet, sodass der Verlauf des Kanals besser betrachtet werden kann.

Des Weiteren wurde vier mal Rückstau im Kanal festgestellt, wobei erhöhte Ablagerungen dafür ursächlich sind. Da vor der Kanal-TV Befahrung die Haltungen gereinigt wurden, ist es eher unwahrscheinlich große Mengen an Ablagerungen und daraus resultierenden Rückstau anzutreffen.

Würde man die zusätzlich erkannten Zustände zu den erkannten Zuständen addieren, würde dies die Erkennungsrate in der Gruppe der Lageabweichungen deutlich verbessern.

5.3.1.2.7 Zusammenfassung Zustandserkennung

In Abbildung 120 und Tabelle 21 sind die Zustandsanalysen der einzelnen Schadensgruppen zusammengefasst.

Abflusshindernisse, Lageabweichungen und Blindanschlüsse werden auf den ersten 5 bis 10 m einer Haltung durchwegs gut erkannt (Erkennungsraten zwischen 80 und 100%). Mit zunehmender Entfernung der Schäden nimmt die Erkennungsrate kontinuierlich ab, und ab 30 bis 35 m werden keine Schäden mehr erkannt.

Im Distanzbereich 15,0-19,9 m ist in den Kategorien Lageabweichungen und Abflusshindernisse ein Rückgang der Erkennungsrate zu beobachten. Die Ursache dafür liegt in der quantitativ zu geringen Anzahl an vorhandenen Schäden in diesem Distanzbereich und dass die Sicht auf diese Schäden möglicherweise durch Sichtbehinderungen verdeckt wurde. Generell konnte bei den untersuchten Haltungen beobachtet werden, dass die Anzahl der Zustände mit größer werdendem Abstand zum Schacht abnahm. Dies hat zur Folge, dass weniger Werte zur Verfügung standen und die Ermittlung der Erkennungsrate ungenauer wird.

Bei den Allgemeinen Zuständen (Aussinterung, Feuchtigkeit, Wassereintritt) werden bereits im Nahbereich nur etwa 60% der Zustände richtig erkannt. Die Linie der Erkennungsrate fällt flacher ab, und ab etwa 30 m Abstand werden keine Zustände mehr erkannt.

Risse werden lediglich innerhalb der ersten 5m mit einer Erkennungsrate von ca. 60% richtig erkannt. Bei den Untersuchungen wurden ab 5m keine Risse mehr erkannt.

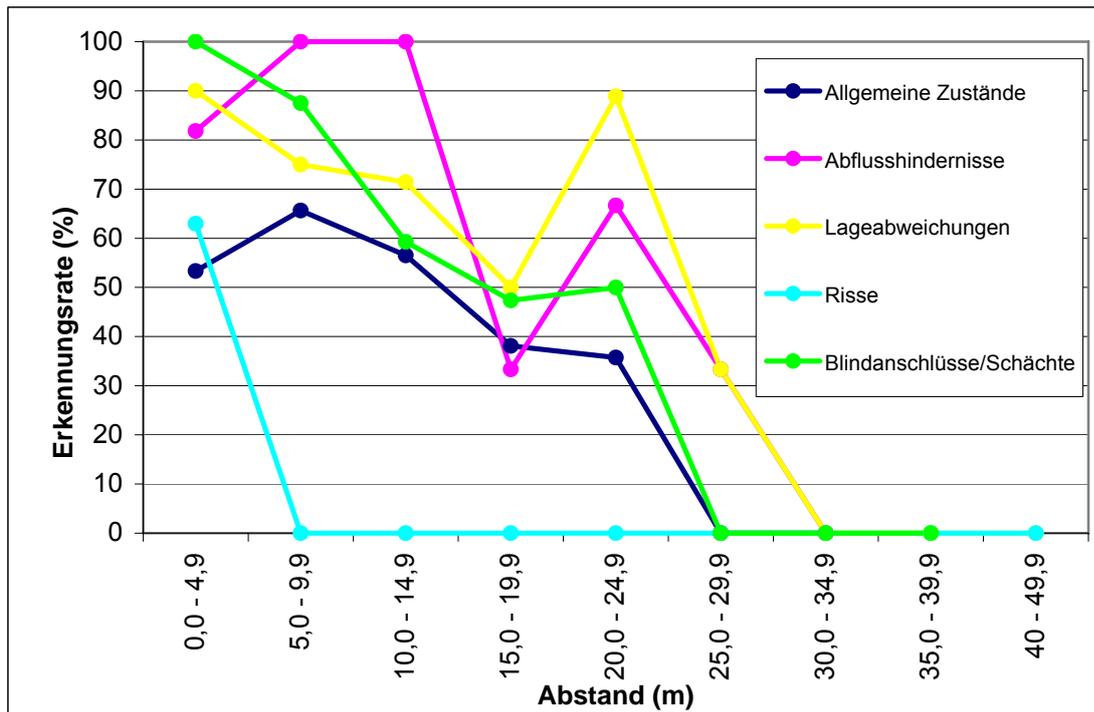


Abbildung 120 Zusammenfassung Zustandserkennung

Tabelle 21 Zusammenfassung Zustandserkennung

Abstand (m)	Erkennungsrate (%)				
	Allgemeine Mängel	Abflusshindernisse	Lageabweichungen	Risse	Blindsch. Blindanschl.
0,0 - 4,9	53,3	81,8	90,0	63,0	100,0
5,0 - 9,9	65,6	100,0	75,0	0,0	87,5
10,0 - 14,9	56,5	100,0	71,4	0,0	59,3
15,0 - 19,9	38,1	33,3	50,0	0,0	47,4
20,0 - 24,9	35,7	66,7	88,9	0,0	50,0
25,0 - 29,9	0,0	33,3	33,3	0,0	0,0
30,0 - 34,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
35,0 - 39,9			0,0	0,0	0,0
40 - 49,9			0,0	0,0	
Mittelwert	46%	65%	67%	18%	62%

Vergleichend mit Kapitel 5.3.1.1.3 kann zusammengefasst werden, dass bei geringen Abständen (<10 m) gute Erkennungsraten erzielt werden, diese jedoch kontinuierlich abnimmt und ab Entfernungen von ca. 35 m keine Zustände mehr erkannt werden.

Abhängig vom Kanalnetz und der Länge der einzelnen Haltungen können somit unterschiedlich hohe Erkennungsraten erzielt werden. Die Erkennungsrate reicht allerdings je nach Zustand unterschiedlich weit.

Basierend auf den vorliegenden Untersuchungen kann festgehalten werden, dass die Schacht-Zoom-Kamera wie folgt für eine Zustandserkennung geeignet ist:

sehr gut geeignet

- Lageabweichungen (Bögen, Knicke, Senken, Verlauf des Kanals)

gut geeignet:

- hereinragende Hindernisse
- Wurzeleinwüchse
- Verfestigte und lose Ablagerungen
- Bauwerksverformungen und Einstürze

bedingt geeignet:

- Wassereintritte
- Aussinterungen
- sichtbare Feuchtigkeit
- Inventarisierung (Blindschächte, Blindanschlüsse)

nicht geeignet:

- Abplatzungen
- Risse und Scherbenbildung
- Materialangriff

Die Inspektion mittels Schacht-Zoom-Kamera stellt im Hinblick auf die Zustandserkennung daher keinesfalls einen Ersatz für die TV-Inspektion dar.

Ursachen für das Nichterkennen von Zuständen

- Lageabweichungen im Kanal (Bogen, Knick): Die QuickView®-Kamera erlaubt nur eine gerade Sicht und kann nicht „um die Ecke“ sehen.
- Einragende Hindernisse: Dadurch wird die Sicht auf nachfolgende Zustände verdeckt
- Spinnweben und Nebelbildung: beschränken die Sichtweite.
- zu geringe Ausleuchtung: Mit zunehmender Distanz nimmt die Ausleuchtung ab, und eine richtige Fokussierung der Zustände ist nicht mehr möglich.
- Zu große Entfernung/Zoomfunktion erschöpft: Dieser Umstand tritt selten ein, da eher eine zu geringe Ausleuchtung vorher ausschlaggebend ist.
- Verwackelte Bilder: Mit zunehmendem Zoom wirkt sich eine unruhige Kameraführung stärker auf die dargestellten Bilder aus.
- Beschlagene Kameralinse: Vor allem bei kalten Umgebungstemperaturen beschlägt die Linse der Kamera sobald sie in den Schacht hinabgelassen wird, wo ein feuchtes und wärmeres Milieu herrscht. Abhilfe schafft eine auf „Kanaltemperatur“ temperierte Lagerung der Kamera, was jedoch durch den oftmaligen Wechsel von Schacht und kalter Umgebung nicht möglich ist.
- Zu starke Ablagerungen im Kanal: Dadurch wird die Sicht auf nachfolgende bzw. durch die Ablagerungen verdeckte Schäden behindert.
- Nur axiale Sicht möglich: Ein radialer Einblick z. B. in Blindanschlüsse oder Blindschächte hinein ist nicht möglich. Eine genaue Untersuchung von Muffenverbindungen ist nicht möglich.

5.3.1.3 Ergebnisse der Distanzmessung

Im Zuge der Untersuchungen in den beiden Gemeinden wurden insgesamt 115 Distanzmessungen mit der QuickView®-Kamera durchgeführt. In Gemeinde 1 wurden 21 sowie in der Gemeinde 2 94 Messungen durchgeführt. Die Distanzmessungen bezogen sich auf unterschiedliche Zustände in den Haltungen sowie auf das Ende bzw. den nächsten Schacht der jeweiligen Haltung.

Es wurde nicht zu jedem vorhandenen Zustand bzw. jedem Haltungsende eine Distanzmessung durchgeführt, da einerseits nicht alle Zustände erkannt wurden und andererseits die Sichtverhältnisse teilweise nicht ausreichten um das Haltungsende bzw. den nächsten Schacht erkennen zu können. Zusätzlich wurden zum Zeitpunkt der Inspektion von den erkannten Zuständen nicht alle Zustände erfasst – diese wurden erst durch eine nachträgliche Auswertung des Videomaterials im Büro ermittelt.

In der Tabelle 29 und Tabelle 31 wurden alle Distanzmessungen welche in Kreisprofilen DN 300 und DN 400 erfolgten, zusammengefasst, in Tabelle 30 sind jene Messungen aus Eiprofilen angegeben (Tabellen im Anhang 10.4). Die Tabellen beinhalten die jeweiligen Zustände, zu denen eine Distanzmessung erfolgte und die zugehörige Stationierung, welche mittels TV-Befahrung aufgezeichnet wurde.

In den Spalten „QuickView Messung“ wurde die Distanz, welche mittels QuickView®-Kamera ermittelt wurde, berechnet. Bei der Distanzmessung wird immer ein Messbereich angegeben (z. B. 9-12 m). Aus diesem Messbereich wurde der Mittelwert berechnet und dieser Wert wurde für weitere Vergleiche herangezogen. Weiters wurde in der Spalte „Genauigkeit“ die Differenz zwischen oberem und unterem Wert ermittelt, um angeben zu können in welchem Genauigkeitsbereich die QuickView®-Kamera selbst die Distanzen angibt.

In der Spalte „Abweichung“ wurde die Messungenauigkeit der QuickView®-Distanzmessung als Differenz zwischen QuickView®-Messwert und der tatsächlichen Stationierung laut TV-Befahrung berechnet.

Aus Tabelle 29, Tabelle 30 und Tabelle 31 ist zu erkennen, dass bis auf wenige Ausnahmen die Abweichung immer im negativen Bereich ist, d. h. die Angabe der QuickView®-Kamera gibt eine zu geringe Entfernung an. Die durchschnittliche Abweichung bei den Kreisprofilen in Gemeinde 2 beträgt -5,8 m (-26,24%), bei den Eiprofilen in Gemeinde 2 -9,8 m (-34,72%) und bei den Distanzmessungen aus Gemeinde 1 -4,7 m (-27,07%). Die Gesamtabweichung über alle Distanzmessungen beträgt -6,6 m bzw. -32,4%.

In Abbildung 121 sind die Abweichungen der QuickView®-Distanzmessungen zu tatsächlichen Entfernungen laut TV-Inspektion abgebildet. Man erkennt, dass mit zunehmender tatsächlicher Entfernung der Zustände die Abweichung zunimmt. Bis zu einer Entfernung von ca. 15 m bewegen sich die Abweichungen im Bereich von ca. -5 m. Bei Entfernungen größer 15 m betragen die Abweichungen der Distanzmessung bis zu ca. 20 m.

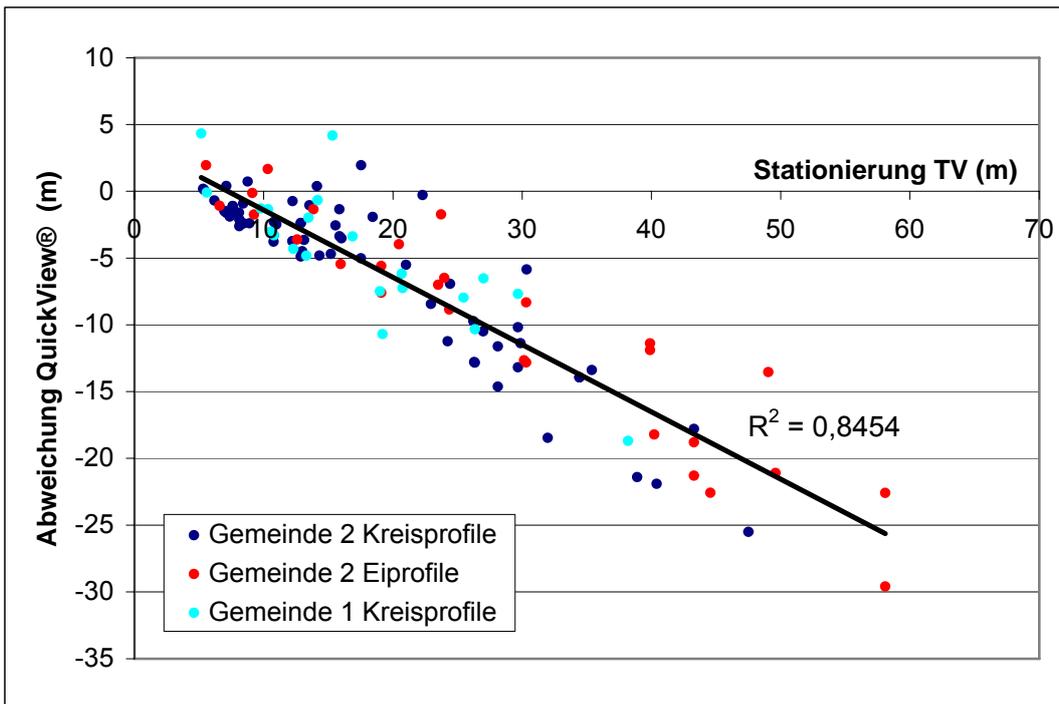


Abbildung 121 Abweichung QuickView® in Abhängigkeit der Entfernung

In der letzten Zeile der Tabellen ist jeweils die durchschnittliche Distanz angegeben. Mit Ansteigen der durchschnittlichen Distanz erhöht sich auch die durchschnittliche Abweichung. Die absolute Abweichung erhöht sich jedoch nicht proportional zur Distanz, sondern wie in Abbildung 122 ersichtlich, wird auch die relative Abweichung mit zunehmender Distanz größer.

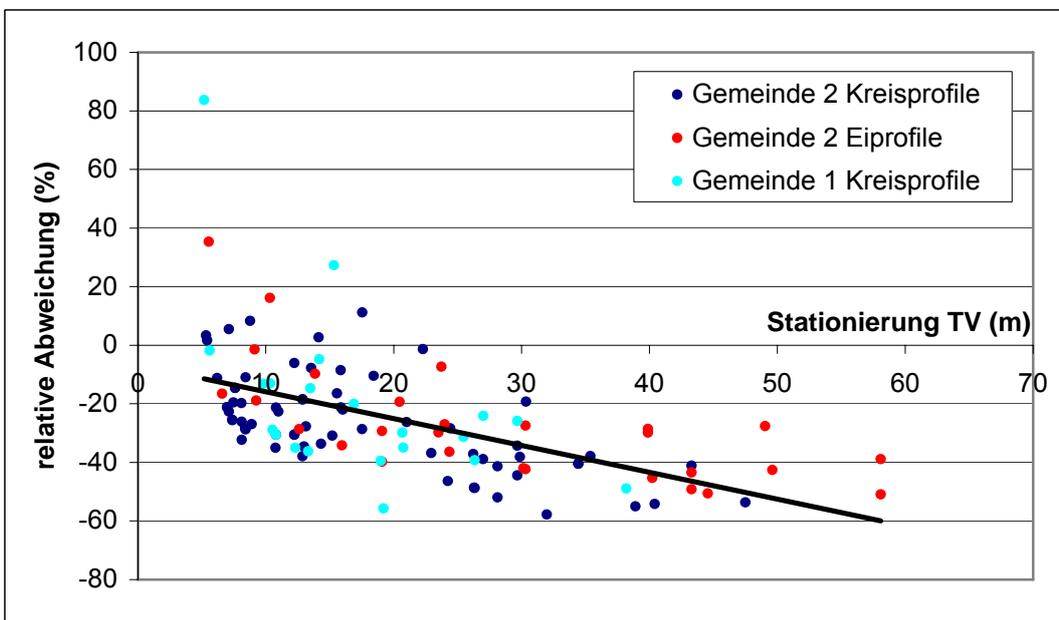


Abbildung 122 Prozentuelle Abweichung in Abhängigkeit der Entfernung

Abbildung 123 zeigt die Genauigkeitsangaben der QuickView®-Messwerte. Die gemessenen Distanzwerte der QuickView®-Kamera werden in einem Bereich „von - bis“ angegeben. Aus der Abbildung erkennt man, dass bei zunehmenden Entfernungsangaben der Messbereich größer wird. Bei Entfernungen bis ca. 14 m beträgt der Messbereich 1-2 m, bei Entfernungen größer 14m beträgt die Messspanne ca. 3-4 m. Der größte angezeigte Messbereich beträgt 11 m (Entfernungsangabe 30-41 m).

Ein Einflussfaktor auf die zunehmende relative Abweichung ist durch die ebenfalls ansteigende Genauigkeitsangabe zurückzuführen.

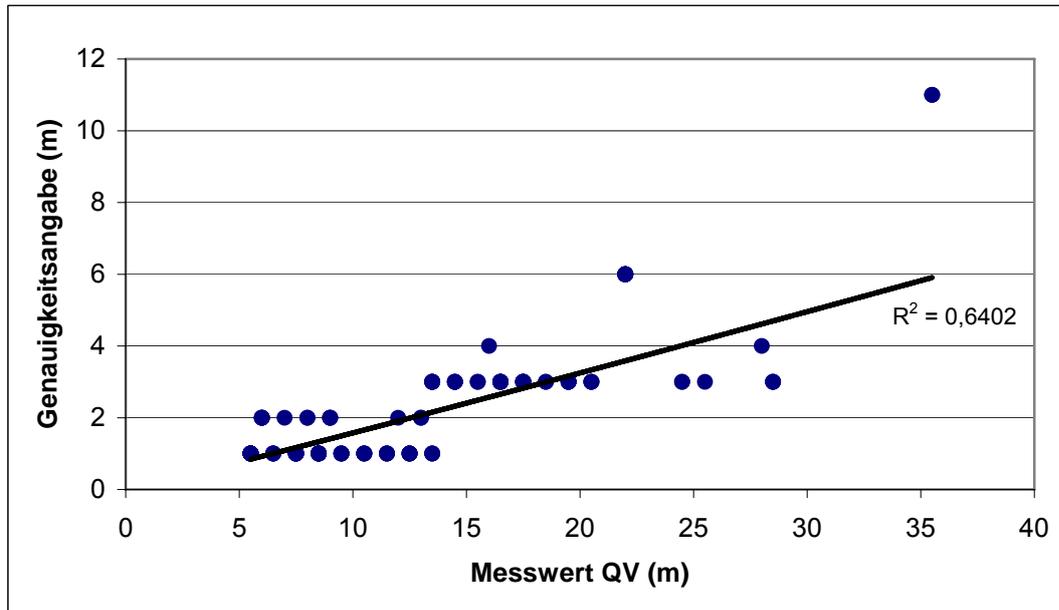


Abbildung 123 Genauigkeitsangaben der QuickView®-Ergebnisse

Problemstellungen und Ursachen für Abweichungen bei der Distanzmessung:

- Ein Grund für die überwiegend negative Abweichung könnte eine falsche Kalibrierung der QuickView®-Kamera sein, da bei richtiger Fokussierung und keinen störenden Einflüssen trotzdem zu niedrige Distanzen angezeigt wurden. Durch die falsche Kalibrierung wäre es auch erklärbar, dass die negativen Abweichungen mit größer werdender Distanz zunehmen. Eine Neukalibrierung der Distanzmessung ist zwar möglich, konnte jedoch aufgrund technischer Probleme nicht durchgeführt werden.
- Bei Zuständen, welche weniger Meter voneinander entfernt sind bzw. knapp hintereinander liegen ist es vor allem in größerer Entfernung nicht mehr möglich, jeden Zustand für sich zu fokussieren, da beide Zustände am Anzeigegerät scharf dargestellt werden. In Abbildung 124 sind die Aufnahmen einer TV-Befahrung (linkes Bild) und der QuickView®-Kamera (rechtes Bild) gegenübergestellt. Laut TV ist bei 8,60 m ein Blindschacht und bei 12,31 m ein hereinragender Dichtring sichtbar. (ERTL et al. 2010) Mit der QuickView®-Kamera sind diese beiden Zustände räumlich nur schwierig zu trennen, da beide Zustände scharf dargestellt werden, jedoch in einem Abstand von 3,71 m liegen.
- Da die Distanzmessung nur auf sichtbare Objekte erfolgen kann, können nur Objekte und Zustände gemessen werden, welche mit der QuickView®-Kamera auch gesehen bzw. erkannt werden. In Abbildung 125 ist der Blindschacht lediglich an der rechten Rohrwandung zu erkennen, die Distanzmessung kann daher nur auf der rechten Seite erfolgen.
- Bei Distanzmessungen in größerer Entfernung wirkt sich die Tatsache, dass mit der QuickView®-Kamera nur eine axiale Sicht möglich ist, verstärkt aus. Geringe Änderungen der Fokussierung bewirken schon eine große Veränderung der angezeigten Distanz.
- Sichtbehinderungen wie beispielsweise „Nebel“ (Abbildung 126) oder Spinnweben (Abbildung 127) bewirken, dass das Licht reflektiert wird und die Lichtempfindlichkeit des Bildsensors herabgesetzt wird. Dadurch wird das Bild im Hintergrund dunkler und eine Scharfstellung auf den Zustand nur sehr schwierig möglich ist.

Auswertungen und Ergebnisse

- Objekte und Abflusshindernisse, welche in den Rohrquerschnitt einragen sind bei geraden Haltungen gut fokussierbar und messbar (siehe Abbildung 128 bis und Abbildung 131)



Abbildung 124 Distanzmessung TV - QuickView®, RF17-Dichtring sichtbar, Blindschacht (ERTL et al. 2010)



Abbildung 125 Distanzmessung TV - QuickView®, RE81-Blindschacht (ERTL et al. 2010)



Abbildung 126 Distanzmessung zu Haltungsende, Nebelbildung



Abbildung 127 Distanzmessung zu Haltungsende, Spinnweben



Abbildung 128 Distanzmessung Haltungsende



Abbildung 129 Distanz, RW32-Knick



Abbildung 130 Distanz, RW14-Wassereintritt



Abbildung 131 Distanz, RF23-Abflusshindernis

Anwendungsmöglichkeiten der Distanzmessung

Die Distanzmessung der QuickView®-Kamera ist geeignet, einen groben Anhaltswert zu geben, in welcher Entfernung sich Schäden und Zustände in der Haltung befinden und über welchen Bereich sich Ablagerungen erstrecken. Des weiteren ist die Kamera geeignet, Distanzen zu einragenden Objekten (z. B. Abflusshindernisse, einragende Einbindungen) anzugeben, sofern

die Haltungen gerade sind, und die Objekte nicht durch davor liegende Hindernisse verdeckt werden.

Die Kamera ist nicht geeignet, genaue Stationierungsangaben über Zustände im Kanal zu liefern, da einerseits nicht alle Zustände erkannt werden und die Distanzmessung in der Genauigkeit nicht ausreichend genaue Ergebnisse liefert.

5.3.2 Ergebnisse der Ablagerungsauswertung

Ein mögliches, wesentliches Einsatzgebiet für die Verwendung einer Schacht-Zoom-Kamera ist die Erkennung der Ablagerungssituation im Kanal. Vor einer TV-Inspektion wird der Kanal üblicherweise gereinigt, um eine durchgehende Befahrbarkeit zu gewährleisten und den baulichen Kanalzustand zuverlässig erfassen zu können. Somit können die Ablagerungen im Kanal nicht erfasst werden. Bei der Inspektion durch eine Schacht-Zoom-Kamera ist eine vorhergehende Reinigung nicht notwendig bzw. gar nicht erwünscht, damit die Ablagerungen im Kanal erfasst und der Verschmutzungsgrad dokumentiert werden können.

Durch die Erkennung und Bewertung der Ablagerungssituation sollen folgende Fragestellungen beantwortet werden können:

- Abschätzung der zu erwartenden Räumgutmenge für die Planung des Reinigungsaufwandes und der Räumgutentsorgung
- Aussage, ob eine Reinigung des Kanals erforderlich ist (Grundlage für eine bedarfsorientierte Kanalreinigung)
- Erkenntnisse über mögliche Abschnitte im Kanalnetz, wo erhöhte Ablagerungen auftreten und in Folge Rückstau, Geruchsentwicklung etc. verursachen

5.3.2.1 Ergebnisse der Räumgutabschätzung

Verwendete Datengrundlage:

- Gemeinde 2

In jedem gereinigten Teilabschnitt wurde die Räumgutmenge durch Wiegen ermittelt. In dem jeweils gereinigten Abschnitt wurden die zugehörigen Stränge zusammengefasst und die ermittelte Ablagerungsmenge jeder Haltung summiert. Dadurch konnten insgesamt 7 Vergleichswerte an Räumgutmengen ermittelt und gegenübergestellt werden.

Tabelle 22 zeigt eine zusammenfassende Gegenüberstellung der tatsächlich angefallenen und der durch die Inspektion mittels Schacht-Zoom-Kamera abgeschätzten Räumgutmenge. Die Daten sind in Abbildung 132 grafisch dargestellt. Eine umfassende tabellarische Zusammenstellung der Ablagerungsdaten mit den haltungsbezogenen Ablagerungshöhen und der Ermittlung der Räumgutmenge befindet sich im Anhang 10.5 (Tabelle 33).

Tabelle 22 Gegenüberstellung abgeschätzte und gewogene Räumgutmenge

Teilabschnitt	gereinigte Länge (m)	Wägung Linz AG (t)	Wägung Linz AG (kg/m)	Abschätzung QuickView® (t)	Abschätzung QuickView® (kg/m)
1	467,71	2,28	4,9	0,56	1,19
2	739,55	1,9	2,6	1,17	1,59
3	1105,70	6,38	5,8	2,74	2,48
4	546,42	4,22	7,7	2,75	5,03
5	934,44	5,34	5,7	16,29	17,43
6	242,57	5,08	20,9	5,05	20,82
7	272,05	7,07	26,0	5,32	19,56
Gesamt	4308,44	32,27	7,49	33,88	7,86

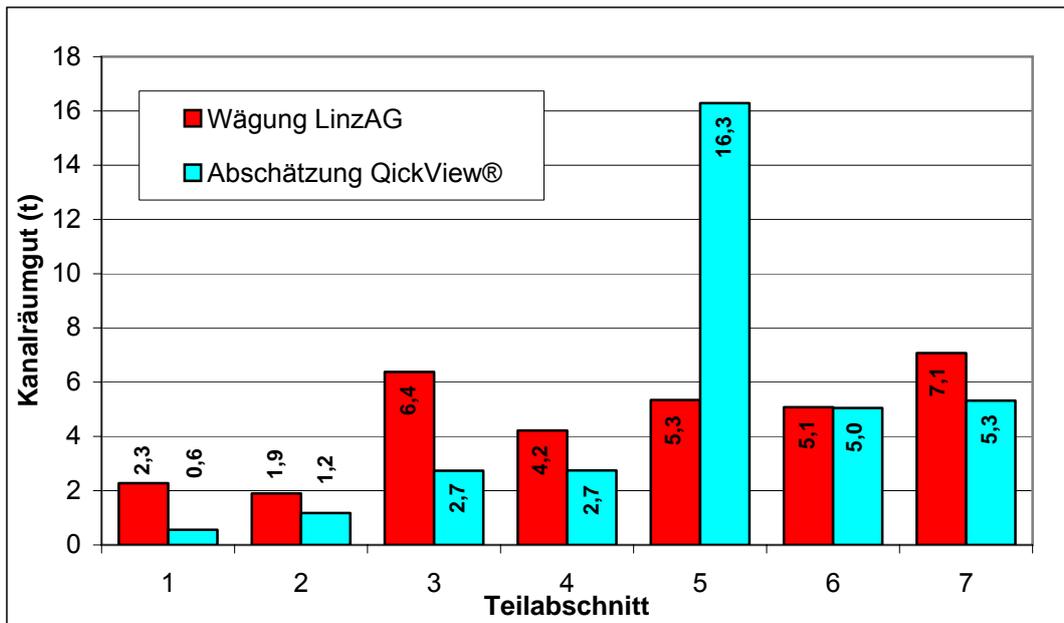


Abbildung 132 Gegenüberstellung abgeschätzte und gewogene Räumgutmenge

Ohne auf die genauen Ergebnisse der Gegenüberstellung in Abbildung 132 und Tabelle 22 einzugehen, ist zu erkennen, dass die Differenz der abgeschätzten und der gewogenen Räumgutmenge im Teilabschnitt 5 mehr als 10 Tonnen beträgt, während in den anderen Abschnitten die Differenz wesentlich geringer ausfällt.

Während den Reinigungsarbeiten in diesem Abschnitt wurde das Reinigungsfahrzeug anderwertig benötigt und kurzfristig in ein anderes Gebiet abgezogen. Durch diese Unterbrechung der Kanalreinigung konnte keine richtige Zuordnung des Räumgutes auf die inspizierten Haltungen erfolgen. Des Weiteren wurde eine Räumgutmenge von 5 Tonnen gewogen, die Abschätzung kommt jedoch auf eine Menge von 16 Tonnen. Der Verschmutzungsgrad und die Haltungsprofile in Abschnitt 5 weisen eine sehr ähnliche Charakteristik zu den Abschnitten 6 und 7 auf. Nach Ausschluss aller möglichen Fehlerquellen der Räumgutabschätzung blieben als Begründung dieser Abweichungen mindestens zwei nicht erfasste Entleerungen der Schlammkammer des Reinigungsfahrzeuges übrig.

In weiterer Folge wurden die Daten des Teilabschnittes 5 in den Auswertungen nicht weiter berücksichtigt. Die um den Teilabschnitt 5 reduzierte Gegenüberstellung der Räumgutmengen zeigen Abbildung 133 und Tabelle 23.

Tabelle 23 Gegenüberstellung abgeschätzte und gewogene Räumgutmenge (ohne Abschnitt 5)

Teilabschnitt	gereinigte Länge (m)	Wägung Linz AG (t)	Wägung Linz AG (kg/m)	Abschätzung QuickView® (t)	Abschätzung QuickView® (kg/m)	mittlere Verschmutzung (%)
1	467,71	2,28	4,87	0,56	1,19	4,2%
2	739,55	1,90	2,57	1,17	1,59	4,9%
3	1105,70	6,38	5,77	2,74	2,48	6,0%
4	546,42	4,22	7,72	2,75	5,03	4,5%
6	242,57	5,08	20,94	5,05	20,82	6,3%
7	272,05	7,07	25,99	5,32	19,56	6,0%
Gesamt	3374,00	26,93	7,98	17,59	5,21	5,3%

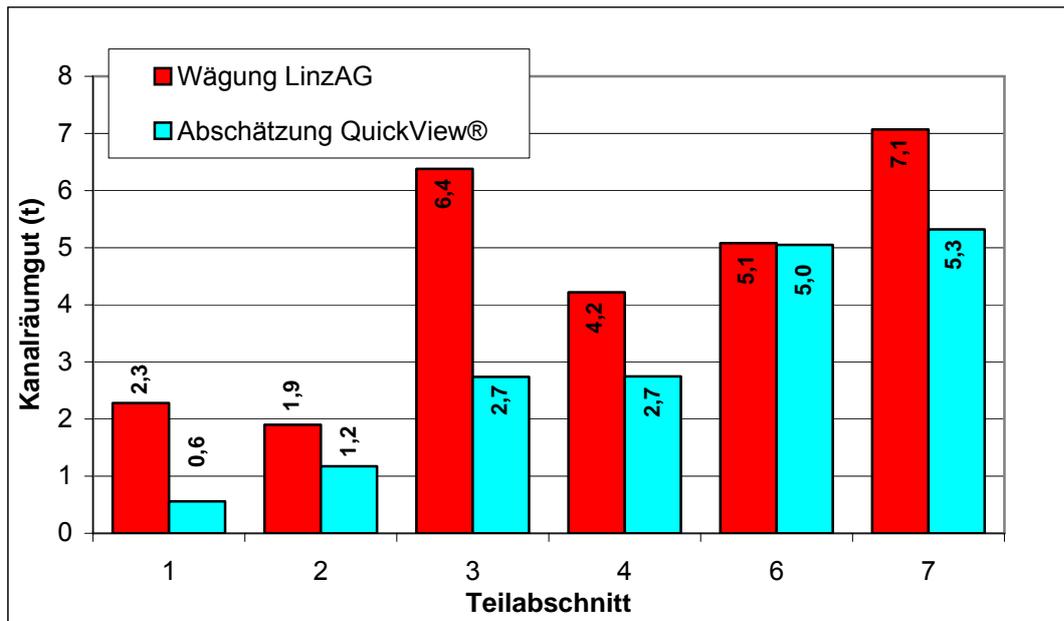


Abbildung 133 Gegenüberstellung abgeschätzte und gewogene Räumgutmenge (ohne Abschnitt 5)

Bei Betrachtung der Gegenüberstellung der Räumgutmengen ist ein Trend erkennbar. Je höher die tatsächlich entfernte Räumgutmenge ist, umso tendenziell höher wurde diese durch die Inspektion mit der QuickView®-Kamera auch eingeschätzt. Dennoch wurden die Ablagerungen im Kanal durchgehend unterschätzt. Eine Ursache für diese systematische Unterschätzung könnte ein hoher Wassergehalt im Räumgut bzw. nicht abgeschiedenes Spülwasser vom Kanalaräumgut sein, welches durch die Wägung zusätzlich erfasst wurde.

Auf eine Haltungslänge von 3.374 m wurden in Summe 26,93 Tonnen Räumgut entfernt. Die abgeschätzte Menge betrug lediglich 17,57 Tonnen. Die angegebenen Werte beinhalten sowohl die Ablagerungen aus den Haltungen, sowie die entleerten Schmutzfangkörbe. Die Räumgutmenge wurde um 9,36 Tonnen unterschätzt, das entspricht einer Unterschätzung von 2,77 kg/m oder 34%.

Eine Gegenüberstellung der Ablagerungen pro Laufmeter Kanal ist in Abbildung 134 dargestellt. Es zeigt sich ein ähnliches Bild, wie bei der absolut abgewogenen Räumgutmenge. Die Ablagerungen wurden in allen Teilbereichen im Mittel um 2,77 kg/m unterschätzt.

Die Teilabschnitte 6 und 7 weisen im Vergleich zu den übrigen Bereichen eine deutlich höhere Menge an Ablagerungen auf. Diese erhöhte Verschmutzung der Haltungen ist auch deutlich durch die Abschätzung mit der Schacht-Zoom-Kamera ersichtlich. Die Stränge der Teilabschnitte 6 und 7 waren durchwegs größere Eiprofil-Sammelkanäle mit höherer Wasserführung und gleichmäßig an der Sohle verteilten Ablagerungen. In den übrigen Strängen der Teilabschnitte 1-4 waren die Ablagerungen unregelmäßig verteilt, sowie in der Menge deutlich geringer.

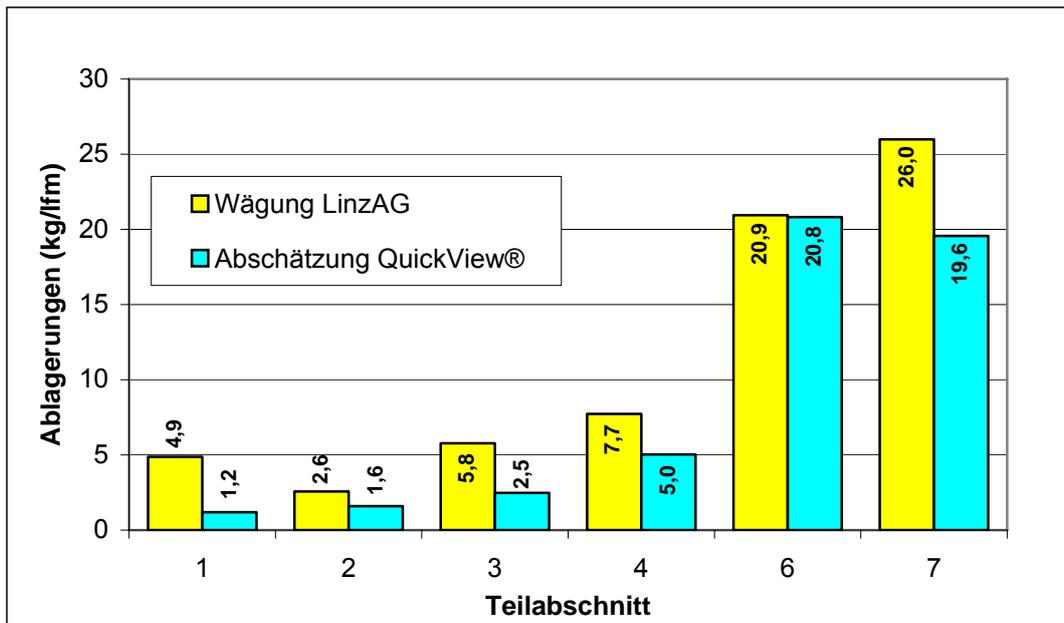


Abbildung 134 Gegenüberstellung abgeschätzter zu tatsächlicher Ablagerungen in kg/m

Es sei angemerkt, dass der mittlere Verschmutzungsgrad in den einzelnen Reinigungsabschnitten im Mittel zwischen 4 und 6% betrug, was einer relativ geringen Ablagerungshöhe entspricht (siehe Tabelle 23). Im vorliegenden Fall wäre überwiegend keine Reinigung des Kanals erforderlich gewesen. Durch die geringen Ablagerungshöhen ergibt sich in der Abschätzung ein relativ geringer Spielraum. Wird die Abschätzung der Ablagerungshöhe nur um wenige Prozent verändert, verändert sich die abgeschätzte Räumgutmenge um einen verhältnismäßig hohen Betrag.

Für die Ablagerungsinspektion wäre es von Vorteil gewesen, auch eine längere Kanalstrecke mit höheren Anlagerungshöhen zu untersuchen.

5.3.2.2 Mögliche Fehlerquellen bei der Räumgutabschätzung

Wie bei der Zustandserkennung ist es nicht möglich, Ablagerungen zu beurteilen, wenn eine Sicht in die Haltung durch einragende Hindernisse, Bögen, Knicke, Nebelbildung etc. behindert wird.

Ziel der Beurteilung der Ablagerungssituation ist es, möglichst rasch nach der Inspektion mit der Schacht-Zoom-Kamera die Kanalreinigung durchzuführen. Die Kanalreinigung wurde in der Regel 3 bis 10 Tage nach der Inspektion durchgeführt. Durch den Umstand, dass das Reinigungsfahrzeug kurzfristig in ein anderes Gebiet abgezogen wurde, kam es in den Teilabschnitten 6 und 7 zu Zeitspannen zwischen Inspektion und Reinigung von bis zu 24 Tagen (siehe Tabelle 33 im Anhang 10.5). Durch die lange Zeitspanne zwischen Inspektion und Reinigung kann es einerseits sein, dass Ablagerungen durch Regenereignisse weggespült wurden oder im Fall von Trockenwetter, dass die Ablagerungen im Kanal weiter akkumuliert wurden.

Regenereignisse können in Mischwasserkanälen einen großen Einfluss auf die Remobilisierung der Ablagerungen haben (Selbstreinigungseffekt). In ORTH et al. (2008) führten Netzbetreiber wiederholte Inspektionen in einem Mischsystem durch. Vor einem Regenereignis wurde von 15 km inspiziertem Kanalnetz 1,6 km Kanalstrecke als reinigungsbedürftig eingestuft. Wiederholte Inspektionen nach Starkregenereignissen zeigten, dass die Ablagerungen fortgespült wurden. Die zuvor als reinigungsbedürftig eingestuften Haltungen wurden nach der zweiten Inspektion als abgelagerungsfrei eingestuft. Weiters erwähnten ORTH et al. (2008), dass eine Kanalreinigung Wasseraufstau und mögliche Ablagerungen an Stellen mit erhöhtem Ablagerungspotential (Unterbögen, Muffenversätze, Negativgefälle, etc.) nur kurzfristig beseitigen kann.

Wiederholende Untersuchungen zeigten, dass bereits 2 Tage nach der Kanalreinigung ähnliche Verhältnisse wie vor der Reinigung herrschten.

Im betrachteten Zeitraum (Ende November bis Mitte Dezember 2009) konnten keine extremen Starkregenereignisse beobachtet werden, sodass davon ausgegangen werden kann, dass keine nennenswerten Ablagerungen fortgespült wurden, sondern geringfügig zusätzliches Räumgut abgelagert wurde.

5.3.2.3 Zusammenfassung Beurteilung der Ablagerungssituation

Ablagerungen zählen nach der Zustandsliste lt. Land OÖ (RLOÖ 1992) zu der Gruppe der Abflusshindernisse. Wie bereits aus der Zustandsauswertung hervorgeht, werden Abflusshindernisse, und damit auch Ablagerungen, sehr gut durch die Schacht-Zoom-Kamera erkannt.

Wie die Auswertungen zeigen, kann durch die Inspektion mittels Schacht-Zoom-Kamera sehr gut beurteilt werden, ob, und in welcher Größenordnung Ablagerungen im Kanal vorliegen. Eine auf Kilogramm genaue Abschätzung der Räumgutmenge ist weder möglich noch sinnvoll. Vielmehr ist es relevant, eine gute Abschätzung der Räumgutmenge machen zu können, um den Aufwand für die Kanalreinigung und die Kosten/Aufwand für die Entsorgung des Räumgutes im Vorfeld abschätzen und planen zu können.

Als eine ausreichend genaue Abschätzung kann beispielsweise angegeben werden, ob in einer Reinigungszone mit 500 m Kanal die Schlammkammer des Reinigungsfahrzeuges geleert werden muss, oder ob die Ablagerungen so gering sind dass eine Entleerung erst nach einer weiteren Zone notwendig ist.

Die Schacht-Zoom-Kamera ist ein gutes Instrument zur selektiven Auswahl von Kanälen, welche einer Kanalreinigung bedürfen, was die Grundlage für eine bedarfsorientierte Kanalreinigung darstellt.

Durch regelmäßige Ablagerungsinspektionen können unterhaltungsintensive Kanäle identifiziert werden und ggf. Stellen mit erhöhtem Ablagerungspotential gezielt durch Sanierungsmaßnahmen beseitigt werden. Dieses durch die Ablagerungsinspektionen erhaltene Betriebswissen sollte gesammelt werden und in einer Kanaldatenbank gespeichert werden. Zusätzlich zu den neu gewonnenen Informationen durch die Ablagerungsinspektion sollten die bisher während der Kanalreinigung gewonnenen Informationen keinesfalls vernachlässigt werden. Auch Leitungsinformationen über ungünstige Gefällesituationen etc. sollten in die Datenbank mit einfließen.

„Die Bewertung des Verschmutzungsgrades erfordert geschultes und objektiv gestimmtes Betriebspersonal. Die Klassifikation der Ablagerungssituation in zwei bis maximal 3 Klassen (gering, mittel, viel) stellt eine pragmatische Methode dar.“ (ORTH et al., 2008)

Die durchgeführten Untersuchungen in Gemeinde 2 wurden von nicht sehr erfahrenerm Personal durchgeführt. Die Abschätzung des Verschmutzungsgrades erfolgte in Prozent-Schritten. Diese Abschätzung wurde zum Zeitpunkt der Inspektion dokumentiert und durch nachträgliche Auswertung des Videomaterials ggf. korrigiert. Durch die prozentgenaue Abschätzung und nachträgliche Auswertung entstand ein sehr hoher Aufwand für die Ablagerungsabschätzung.

Es ist grundsätzlich anzuraten, die Ablagerungsinspektion von beiden Seiten durchzuführen, da hierdurch ein Mittelwert über die Abschätzung jeder Inspektionsrichtung berechnet werden kann und eine genauere Abschätzung ermöglicht wird. Bei Kanalnetzen mit kurzen Haltungslängen (bis ca. 20 m Haltungslänge) kann eine ausreichend genaue Abschätzung auch durch einseitige Inspektion erreicht werden. Bei Sichtbehinderungen welche nur einen kurzen Einblick in die Haltung erlauben (Lageabweichungen, einragende Hindernisse etc.) sollte jedenfalls von der gegenüberliegenden Seite zusätzlich inspiziert werden. Eine einseitige Inspektion hat den Vorteil, dass nur die halbe Anzahl an Schachtdeckeln geöffnet werden muss und dadurch der Zeitaufwand für die Inspektion geringer wird.

Es ist sinnvoll, wie von ORTH et al. (2008) vorgeschlagen, den Verschmutzungsgrad in maximal 3 Klassen (gering, mittel, hoch) einzuteilen und die Abschätzung ausschließlich vor Ort durchzuführen. Dazu ist erfahrenes Personal notwendig, welches eine objektive Einschätzung der Ablagerungen ermöglicht.

Als Größenordnung für die Verschmutzungsgrade wird folgende Einteilung vorgeschlagen:

- gering: 0 - 2,5% der Profilhöhe (sehr geringe bis keine Verschmutzung)
- mittel: 2,5 - 10% der Profilhöhe (mittlere Verschmutzung, geringer betrieblicher Einfluss)
- hoch: 10 - 50% der Profilhöhe (hohe Verschmutzung, möglicher betrieblicher Einfluss)
- (>50% -> Verstopfung)

5.4 Ergebnisse der akustischen Inspektion (Ertl et al. 2010)

In den folgenden Kapiteln sind die Ergebnisse der akustischen Inspektionen, welche in der ersten Gemeinde gemeinsam mit den Messungen der Schacht-Zoom-Kamera durchgeführt wurden, zusammengefasst.

5.4.1 Zustandsauswertung

Die Auswertungen der akustischen Inspektion sind in Tabelle 24 aufgelistet. Es wurden Messungen in 10 Haltungen durchgeführt. Die Ergebnisse der akustischen Inspektion wurden mit den Protokollen und Videoaufnahmen einer TV-Inspektion verglichen und ausgewertet. Die Gegenüberstellung ist in Tabelle 24 dargestellt. Von 43 vorhandenen Zuständen konnten 27 Zustände erkannt werden. Das entspricht einer Gesamterkennungsrate von 62,8%.

Besonders Risse, Aussinterungen, schadhafte Fugen, Ablagerungen und Blindanschlüsse bzw. Blindschächte konnten durch die akustische Inspektion gut erkannt werden. Insgesamt konnten 12 Zustände aufgrund von starken Reflexionen von vorhergehenden Hindernissen jedoch nicht richtig zugeordnet bzw. erfasst werden.

Tabelle 24 Zustandsauswertung Kanal-TV – akustische Inspektion (ERTL et al., 2010)

Code nach RLOÖ (1992)	Zustandsbeschreibung	Kanal-TV	akustische Inspektion	
		Anzahl Zustände	Zuständeerkannt	Erkennungsrate (%)
RF18	Allgemeine Mängel, sonstiges, Fuge	6	5	83,3
RW11	Allgemeine Mängel, Aussinterung, Wandung	5	4	80,0
RW61-63-64	Risse, Längsriss, Kreuzriss, Scherbenbildung, Wandung	7	4	57,1
RW62	Risse, Querriss, Wandung	3	3	100,0
RW22	Abflusshindernisse, Verfestigte Ablagerungen, Wandung	4	3	75,0
RE23	Abflusshindernisse, hereinragendes Hindernis, Einbindung	5	2	40,0
RE18	Allgemeine Mängel, Sonstiges, Einbindung	3	3	100,0
R-92	Kein Weiterkommen, Abbruch	0	1	100,0
R-91	kein Weiterkommen, äußere Einwirkung	0	1	100,0
RW31	Lageabweichungen, Senke, Wandung	6	1	16,7
RF11	Allgemeine Mängel, Aussinterung, Fuge	1	0	0,0
RW12	Allgemeine Mängel, Abplatzung, Wandung	1	0	0,0
RW55	Bauwerksverformungen, fehlender Wandungsteil	2	0	0,0
Gesamt		43	27	62,8

In Abbildung 135 ist ein Beispiel einer akustischen Messung einer Haltung mit mehreren Zuständen dargestellt. Die reflektierten Schallwellen wurden für verschiedene Frequenzbereiche in Abhängigkeit der gemessenen Distanz dargestellt. Dabei wurden die Stellen mit Zuständen wie folgt markiert:

- a: Aussinterung bei 8 m
- b: schadhafte Fuge bei 9,9 m

- c: Ablagerungen bei 11 m
- d, e, f: Blindanschlüsse mit Querschnittsverengung der Haltung
- g, h, i: schadhafte Fuge
- j: Haltungsende

Die Reflexionen der Zustände g, h und i wurden durch die Reflexionen der Ablagerungen bei 11 m teilweise verdeckt und sind daher nur sehr schwach ausgeprägt.

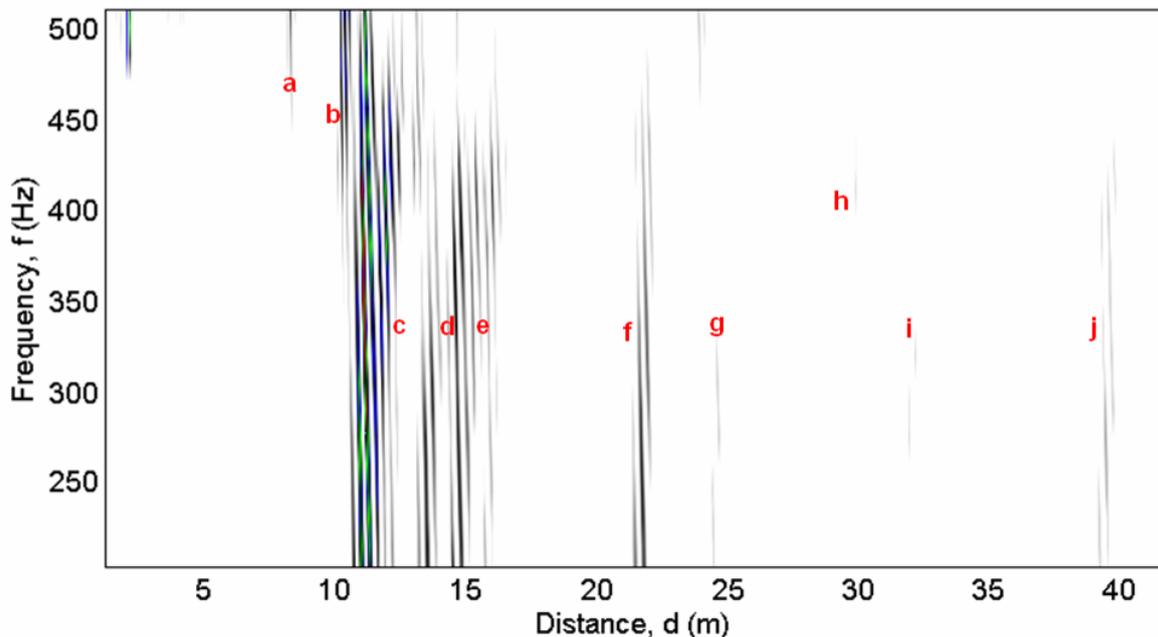


Abbildung 135 Akustische Messung einer Haltung mit mehreren Zuständen (Ertl et al. 2010)

5.4.2 Distanzmessung

Durch die Laufzeitmessung der akustischen Signale können die Signale auch hinsichtlich einer Distanz der Zustände ausgewertet werden. Tabelle 25 enthält eine Auflistung der ausgewerteten Distanzmessungen. Neben der tatsächlichen Distanz der Zustände durch die TV-Inspektion wurde die Distanz, welche mit dem akustischen Sensor ermittelt wurde angegeben. Daraus wurde die Abweichung in Meter und Prozent berechnet.

Durch die akustische Inspektion können sehr genaue Distanzangaben gemacht werden. Die maximale Abweichung beträgt 0,8 m bei einer tatsächlichen Distanz von 20,1 m, was einer relativen Abweichung von 3,9% entspricht. Die mittlere Abweichung über alle Messungen beträgt 0,1 m bzw. 0,4%.

Tabelle 25 Distanzmessungen durch akustischen Sensor (Ertl et al. 2010)

Code nach RLOÖ (1992)	Zustandsbeschreibung	Kanal-TV	akustische Inspektion		
		Distanz (m)	Distanz (m)	Abweichung (m)	Abweichung (%)
RF18	Allgemeine Mängel, sonstiges, Fuge	22,5	22,4	-0,1	-0,4
RW11	Allgemeine Mängel, Aussinterung, Wandung	20,1	19,3	-0,8	-4,0
RW61	Risse, Längsriss, Wandung	29,7	29,8	0,1	0,3
RW63	Risse, Scherbenbildung, Wandung	23,1	23	-0,1	-0,4
RW22	Abflusshindernisse, Verfestigte Ablagerungen, Wandung	12,6	12,6	0	0,0
RW24	Abflusshindernisse, Wurzeleinwuchs, Wandung	27,7	28,2	0,5	1,8
RE18	Allgemeine Mängel, Sonstiges, Einbindung	27,7	27,4	-0,3	-1,1
GESAMT		23,3	23,2	-0,1	-0,4

5.4.3 Zusammenfassung

Der akustische Sensor muss etwa 80 cm in die Haltung einragend positioniert werden. Dadurch entsteht eine blinde Zone seitlich und vor dem Sensor, wodurch es in diesem Bereich nicht möglich ist, die Zustände durch die akustische Inspektion richtig zu erfassen. Ebenso ist es schwierig, Zustände in Haltungen mit vielen Verzweigungen und Hausanschlüssen sowie größeren Hindernissen bzw. Ablagerungen richtig zuzuordnen. Das reflektierte Signal dieser Zustände verdeckt oft die Signale kleinerer Schäden. In diesem Fall können lediglich die erwähnten größeren Zustände sicher erkannt werden.

Die akustische Inspektion eignet sich gut für die Erkennung von Rissen, Aussinterungen, schadhafte Fugen, Ablagerungen und Blindanschlüsse bzw. Blindschächte. Weiters ist die Distanzmessung sehr genau. Detaillierte Ergebnisse finden sich in ERTL et al. (2010).

5.5 Kosten-Nutzen-Analyse

Verwendete Datengrundlage:

- Gemeinde 2

In diesem Kapitel wird der Ressourcenaufwand (Personaleinsatz, Ausrüstung, Kosten), der durch die Inspektion mit einer Schacht-Zoom-Kamera entsteht, erhoben. Für die Auswertung wurden nur die Zeitaufzeichnungen der Gemeinde 2 herangezogen, da hier ausschließlich Inspektionen mit der Schacht-Zoom-Kamera durchgeführt wurden. In Gemeinde 1 wurden zusätzlich akustische Inspektionen vorgenommen, sodass ein Teil der Inspektionszeit für diese Messungen benötigt wurde und die Zeitaufzeichnungen daher nicht für die Ermittlung des Inspektionsfortschrittes mit der Schacht-Zoom-Kamera herangezogen werden können.

5.5.1 Inspektionsfortschritt

5.5.1.1 Untersuchungen im Feld

Im Inspektionsgebiet 2 wurde das gesamte Gebiet flächendeckend inspiziert, unter anderem um auszuwerten, welche Tagesleistungen an Kanallänge mit einer Schacht-Zoom-Kamera im praktischen Einsatz erreicht werden können.

In Tabelle 26 sind die Inspektionsfortschritte der QuickView®-Kamera dokumentiert. Es wurden Inspektionen an insgesamt 5 Tagen durchgeführt, wobei die Tage 1 und 5 verkürzt waren.

Tabelle 26 Inspektionsfortschritt Gemeinde 2

Datum	Inspektionszeit (h)	inspizierte Rohrlänge (m)	umgerechnete Tagesleistung in 8h (m)	Anzahl Videos	Anzahl Schächte	Zeitaufwand pro Schacht (min)
1 16.11.2009	2,2	384,6	1.431,0	29	15	9
2 17.11.2009	6,7	1.113,7	1.339,7	73	37	11
3 18.11.2009	6,7	1.367,5	1.635,3	66	33	12
4 19.11.2009	7,1	1.170,7	1.328,4	82	41	10
5 20.11.2009	0,9	272,1	2.473,2	10	5	11
Summe	23,4	4.308,4	8.207,6	260	131	52
Mittelwert	4,7	861,7	1.641,5	52	26	11

Die Inspektionszeit setzt sich aus der Zeit zwischen der ersten und der letzten Videoaufnahme jedes Tages und einem Zuschlag für die Anfahrt und Rüstzeiten zusammen. In der Zeitspanne zwischen erstem und letztem Video sind auch Zeiten für Absicherungsmaßnahmen im Straßenverkehr, Suche von Schächten und Weiterfahrten von Schacht zu Schacht inkludiert. Für die Anfahrt und Gerätezusammenbau wurden 30 Minuten pro Tag veranschlagt.

In 23,4 Stunden konnten in Summe 4.308 m Kanal mit der Schacht-Zoom-Kamera inspiziert werden. Das entspricht bei einer Arbeitszeit von 8 Stunden pro Tag einer mittleren Tagesleistung von etwa 1.640 m pro Tag. Zu erwähnen ist hierbei, dass die Messungen im November durchgeführt wurden, und durch den jahreszeitlich bedingten frühen Einbruch der Dunkelheit lediglich eine begrenzte Inspektionszeit pro Tag zur Verfügung stand.

Die Tagesleistung ist stark abhängig von der Länge der einzelnen Haltungen im Kanalnetz. Im vorliegenden Fall wurden 260 Videodateien gespeichert, was einer ungefähren Schachanzahl von 130 Schächten entspricht (je ein Video in und gegen Fließrichtung). Dies ergibt eine mittlere Haltungslänge von 33m. Bei einer angenommenen Haltungslänge von durchschnittlich 40m würde die Tagesleistung etwa 1.800 m betragen.

Nimmt man nur eine Inspektion von einer Seite vor, verdoppelt sich die Tagesleistung nochmals. Für ein Kanalnetz mit Haltungslängen von durchschnittlich 40 m würde erreichbare Tagesleistung ca. 3.600 m betragen. Für eine reine Ablagerungsinspektion kann es durchaus ausreichend sein, nur eine Inspektion von einer Seite durchzuführen. Des Weiteren ist es möglich, in einem bisher unauffälligen Gebiet zur Erhöhung der Tagesleistung nur stichprobenartige Inspektionen durchzuführen.

Durch die Ortsunkundigkeit und den damit verbundenen Orientierungsschwierigkeiten und längeren Suchzeiten zum Auffinden einzelner Schächte kann damit gerechnet werden, dass mit ortskundigem, erfahrenem Personal noch höhere Tagesleistungen erzielt werden. Des weiteren wurden während der Inspektion genaue, digitale Aufzeichnungen für die nachträgliche Auswertung angefertigt und Fotos für die Dokumentation erstellt. Es kann angenommen werden, dass Tagesleistungen von 2.000 m und mehr pro Tag erreicht werden können.

Vergleichende Tagesleistungen werden in RINNER et al. (2008) mit 1.520 m bei Öffnung von 25 Schachtdeckeln angegeben. Als benötigte Zeit pro Schacht wurden 15-20 Minuten angegeben.

ORTH et al. (2008) geben Tagesleistungen von 1.500 bis 3.000 m bei Öffnung von 40 bis 80 Schachtdeckeln pro Tag an.

Als durchschnittlich benötigte Zeit pro Schacht wurden etwa 11 Minuten ermittelt. Der benötigte Zeitaufwand setzt sich wie folgt zusammen:

- An/Hinfahrt
- Verkehrsabsicherung, Schachtöffnung absichern
- Schachtdeckel öffnen
- ev. Schmutzfangkorb entfernen, Spinnweben im Schacht entfernen
- Gasmessung mit Gaswarngerät
- Inspektion mit Schacht-Zoom-Kamera (gegen und in Fließrichtung)
- Aufzeichnungen führen, Dokumentation der Inspektion
- Ränder des Deckelaufsatzes reinigen, Schachtdeckel aufsetzen
- Verkehrsabsicherung und Schachtsicherung entfernen.

Die eigentliche Inspektionszeit beträgt pro Inspektionsrichtung lediglich 2:00 bis 2:30 Minuten, die restliche Zeit wird für die oben genannten vorbereitenden und abschließenden Maßnahmen benötigt.

Der limitierende Faktor ist die Anzahl der Schächte, die für eine Inspektion mit der Schacht-Zoom-Kamera geöffnet werden muss. Bei den durchgeführten Inspektionen wurden pro 8 Stunden Arbeitstag etwa 45 Schächte geöffnet. Bei gutem Arbeitsfortschritt kann damit gerechnet werden, dass bis zu 50 Schächte pro Tag inspiziert werden. Je nach vorliegenden Haltungslängen ergibt sich dadurch eine erreichbare Gesamtlänge.

5.5.1.2 Nachbearbeitung der Videoaufzeichnungen

Für einen Vergleich der QuickView®-Videos mit der vorhandenen Kanal-TV Befahrung wurden beide Videoaufnahmen im Büro nochmals gesichtet und gegenübergestellt. Der Zeitaufwand hierfür überschritt den Zeitaufwand für die eigentlichen Inspektionen um ein Vielfaches, da gleichzeitig eine Bilddokumentation angefertigt wurde. Eine Nachbearbeitung der Videoaufzeichnungen war notwendig, da durch das leuchtschwache Display bei den Inspektionen selbst nicht alle Zustände erfasst werden konnten.

Es kann jedoch damit gerechnet werden, dass eine nochmalige vollständige Durchsicht der Aufnahmen im Büro etwa den doppelten Zeitaufwand wie die Inspektion selbst verursacht. Eine vollständige Nachkontrolle der Aufnahmen ist jedoch nicht Ziel führend, vielmehr sollte die Kamera für eine schnelle Vorinspektion und Ablagerungsinspektion angewendet werden und eventuell sichtbare Zustände vor Ort dokumentiert werden. Besonders auffällige Stellen im Kanal können eventuell im Büro nochmals nachgesichtet werden um an diesen Stellen möglicherweise eine Kanal-TV Befahrung zusätzlich durchzuführen um über eventuelle Sanierungsmaßnahmen zu entscheiden.

Auf eine vollständige Videodokumentation während der Inspektion sollte jedoch nicht verzichtet werden, da dafür praktisch keine Zeit benötigt wird und im Bedarfsfall die Aufnahmen jederzeit verfügbar sind.

5.5.2 Kostenaufstellung

Die Kosten, welche durch eine Inspektion mit einer Schacht-Zoom-Kamera entstehen, wurden in Tabelle 27 ermittelt. Vergleichend wurden die Aufwendungen für eine TV-Inspektion den ermittelten Kosten für eine Schacht-Zoom-Kamera gegenübergestellt.

Tabelle 27 Kostenermittlung Schacht-Zoom-Kamera und Vergleich mit Kosten der TV-Inspektion

Schacht-Zoom-Kamera	TV-Inspektion	Einheit	Position
1.600		h/a	Einsatzstunden pro Jahr
15.000		€	Anschaffungskosten
5		a	Abschreibungsdauer
1,88		€/h	stündliche Kosten für Kamera
3	30	€/h	stündliche Kosten für Kamera inkl. Reparaturen
35	35	€/h	Personalkosten
70	70	€/h	Personalkosten 2 Personen
73	100	€/h	Personal+Ausrüstung
584	800	€/d	Personal+Ausrüstung
2.000	600	m/d	Tagesleistung Schacht-Zoom-Kamera
0,29	1,33	€/m	Laufmeterpreis Schacht-Zoom-Kamera

Der Anschaffungspreis für eine Schacht-Zoom-Kamera wurde mit 15.000 € angenommen (vgl. Kapitel 4.1.1). Dabei ist allfällig benötigtes Zubehör bereits enthalten. Es wurde eine Einsatzzeit von 1.600 Stunden pro Jahr und eine Abschreibungsdauer einer Kamera von 5 Jahren festgelegt. Daraus ergeben sich Kosten für die Ausrüstung von 1,88 € pro Stunde. Dieser Betrag wurde auf 3 € pro Stunde korrigiert, um eventuell anfallende Reparaturkosten abzudecken.

Die Personalkosten wurden mit 35 € pro Stunde angesetzt. Für eine Inspektion werden 2 Personen benötigt, notfalls würde auch der Einsatz von nur 1 Person reichen. Daraus ergeben sich Personalkosten von 70 € pro Stunde.

Personalkosten und Gerätekosten addiert ergeben 73 € pro Stunde bzw. 584 € pro Tag. Bei einem täglichen Inspektionsfortschritt von 2.000 m pro Tag ergeben sich Inspektionskosten von 0,29 € pro m. Der größten Anteil der Kosten mit 70 €/h sind Personalkosten, wobei die Kosten für die Ausrüstung von 3 €/h sehr gering ausfallen.

Die Kosten für eine Kanalinspektion mittels Kanal-TV-Befahrung wurden von ERTL et al. (2009) mit 1,33 € pro Laufmeter ermittelt. Darin wurde angenommen, dass täglich 600 m Kanal inspiziert werden können. Die Personal- und Gerätekosten wurden mit 800 € pro Tag angenommen.

Die Kosten für eine Kanalreinigung wurden von ORTH et al. (2008) mit 1,00 bis 1,43 € pro m angenommen. Diese Kosten ergeben sich aus einer angenommenen Tagesleistung von 700 bis 1.000 m pro Tag und Personalkosten und Kosten für ein hochwertiges Reinigungsfahrzeug von 1.000 € pro Tag.

5.5.3 Kostenvergleich bedarfsorientierte – präventive Reinigungsstrategien

In ORTH et al. (2009) werden Haltungen ab einer Ablagerungshöhe größer 15% der Querschnittshöhe als reinigungsbedürftig eingestuft. Eine Kanalreinigung soll nach Ansicht von ORTH et al. (2009) nur noch bei Ablagerungshöhen >15 % erfolgen. Nach den Untersuchungen von ORTH et al. (2009) waren in lediglich 12% von insgesamt 2.000 ausgewerteten Einblicken in Kanalhaltungen ein Reinigungsbedarf gegeben. Von den 12% waren wiederum der überwiegende Teil mobilisierbare punktuelle Ablagerungen, welche durch Regenereignisse bereits wieder remobilisiert werden können.

Bei den aktuell durchgeführten Ablagerungsinspektionen in Gemeinde 2 waren nur 2 Haltungen mit Ablagerungen >15% der Querschnittshöhe anzutreffen, was 1,1% der Gesamtlänge der untersuchten Zone entspricht.

Nachfolgend soll ein einfacher Vergleich zwischen einer präventiven und einer bedarfsorientierten Reinigungsstrategie die Kostenunterschiede aufzeigen (siehe Tabelle 28).

Grundlegende Annahmen:

- Ablagerungsinspektion mit Schacht-Zoom-Kamera: 0,29 €/m
- Kosten für Kanalreinigung: 1,43 €/m
- Kanalnetz: 10.000 m Länge
- Fixe Kanalreinigungsintervalle: Reinigung alle 3 Jahre
- Bedarfsorientierte Strategie: alle 3 Jahre Ablagerungsinspektion, Annahme, dass 12% der Haltungen reinigungsbedürftig sind

Tabelle 28 Einfacher Kostenvergleich präventive und bedarfsorientierte Kanalreinigung

Reinigung nach fixen Intervallen	
14.300	Kosten für 3-jährige Reinigung
4.767	jährliche Kosten
bedarfsorientierte Reinigung	
2.900	Kosten Ablagerungsinspektion
1.716	Reinigungskosten für 12% der Haltungen
4.616	Gesamtkosten für 3 Jahre
1.539	jährliche Kosten

Der Vergleich zeigt deutlich, dass trotz der hinzugekommenen Kosten für die Ablagerungsinspektion die jährlichen Gesamtkosten für die Kanalreinigung von 4.767 € auf

1.539 € absinken. Zusätzlich können durch die Ablagerungsinspektionen eventuell hinzugekommene Schäden im Kanal erhoben werden.

Ein weiteres Szenario als Folge von regelmäßigen Ablagerungsinspektionen könnte eine allgemeine Verlängerung der Reinigungsintervalle von 3 Jahren auf beispielsweise 5 Jahre sein, wenn in einem Kanalnetz festgestellt wird, dass sich wenig bzw. keine Ablagerungen bilden. ORTH et al. (2008) berichten von einer Anhebung des Reinigungsintervalls bei Regenwasserkanälen auf 15 Jahre. Damit wird lediglich alle 15 Jahre eine Vorreinigung zur TV-Inspektion durchgeführt.

6. Interpretation und Diskussion der Ergebnisse

Im Zuge der Untersuchungen wurden umfangreiche Messungen mit einer Schacht-Zoom-Kamera (QuickView®) durchgeführt. Aufgrund der Inspektionen zeigten sich Vor- als auch Nachteile bei der Anwendung dieser Technologie.

6.1 Zustandserkennung

Die Schacht-Zoom-Kamera eignet sich gut für eine schnelle Inspektion und liefert einen guten Überblick über den Verlauf des Kanals. Durch die gute Ausleuchtung wird ein langer Bereich des Kanals ausgeleuchtet und es wird ermöglicht, Lageabweichungen wie Krümmungen, Knicke und Senken besser als mit einer TV-Inspektion zu erfassen. Die Möglichkeit der Erfassung dieser lang gestreckten Lageabweichungen ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber der herkömmlichen TV-Inspektion und eine nützliche Zusatzinformation für eventuell nachfolgende Sanierungsmaßnahmen. Weiters können Zustände und Schäden, welche in den Kanalquerschnitt einragen (z. B. hereinragende Anschlüsse, hereinragende Hindernisse, Wurzeleinwüchse, Ablagerungen, Querversätze) gut erfasst werden.

Da die Schacht-Zoom-Kamera im Schacht positioniert ist und sich nicht durch den Kanal bewegt, kann nur eine axiale und keine radiale Sicht durch die Kanalhaltung erfolgen. Bauliche Zustände wie Abplatzungen, Längsrisse, Querrisse, Scherbenbildung, Materialangriff können in der Regel nur schwer erkannt werden. Allgemeine Zustände wie Feuchtigkeit, Wassereintritte und Aussinterungen können nur bedingt erkannt werden. Ebenso können Blindanschlüsse und Blindschächte für eine Inventarisierung nicht sicher zugeordnet werden. Eine Kontrolle von Muffen durch Abschwenken ist nicht möglich. Durch die veränderte Farbdarstellung der angewandten Schacht-Zoom-Kamera erscheint das Allgemeinbild des Kanals verändert und Farbunterschiede wie z. B. Materialwechsel oder Feuchtigkeit können nur bedingt wahrgenommen werden. Durch die Verwendung der Zoom-Funktion der Kamera wird die Qualität der Bilder mit zunehmender Entfernung zum Schacht schlechter und die Erkennungsrate der Zustände nimmt ab.

Die Auswertung der Gesamterkennungsrate der Zustände ergab bei beidseitiger Inspektion (in- und gegen Fließrichtung) eine Erkennungsrate von 54% und bei Inspektion in nur eine Richtung betrug die Erkennung nur 38%. Folglich sollten vor allem längere Haltungen jedenfalls von beiden Seiten inspiziert werden, um eine bessere Zustandserfassung zu ermöglichen.

Die Genauigkeit der Distanzmessung reicht für eine grobe Stationierung der Zustände und Schäden im Kanal. Die Maßangabe wird als Bereich „von bis“ angegeben. Bei den Messungen wurden Abweichungen bis zu 50% der tatsächlichen Entfernung festgestellt. Ein Teil dieser hohen Abweichung lag an der falschen Kalibrierung der Schacht-Zoom-Kamera. Im Gegensatz zur Schacht-Zoom-Kamera gibt die akustische Kanalinspektion sehr genaue Distanzwerte wieder. Als Folge daraus könnte eine Kombination von Schacht-Zoom-Kamera und akustischer Kanalinspektion sehr genaue Distanzangaben bei gleichzeitiger Betrachtung der Bilder der Schacht-Zoom-Kamera ermöglichen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Schacht-Zoom-Kamera nicht für eine umfassende bauliche Zustandserkennung im Kanal eingesetzt werden kann und eine TV-Inspektion keinesfalls ersetzen kann. Es wird jedoch ein guter erster Überblick über den Verlauf des Kanals gegeben und es können grundlegende Aussagen über Zustände im Kanal getroffen werden. Große Schäden wie beispielsweise Einstürze und Fremdkörper im Kanal sowie lang gestreckte Lageabweichungen können gut erfasst werden. Die Zustandserfassung durch die Inspektion mit einer Schacht-Zoom-Kamera kann eine gute Grundlage für weitergehende Maßnahmen (z.B. Erfordernis einer detaillierten TV-Inspektion mit fahrbarer Kamera) sein.

6.2 Inspektion hinsichtlich Verschmutzungsgrad des Kanals

Für die Inspektion mit der Schacht-Zoom-Kamera wird der Kanal normalerweise vorher nicht gereinigt, wodurch es möglich ist, dass auch Ablagerungen im Kanal beurteilt werden können. Durch diese Informationen können planende Prozesse bei der bedarfsorientierten Kanalreinigung unterstützt werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigten, dass mit der Schacht-Zoom-Kamera eine gute Abschätzung der Räumgutmenge im Kanal möglich ist. Die Bewertung der Ablagerungen in 3 Kategorien (gering, mittel, hoch) stellt hierbei eine einfache Methode dar, um die Ablagerungssituation vor Ort zu bewerten.

Eine Beurteilung der Ablagerungen im Kanal kann auch durch einfache Kanalspiegelung und der Inaugenscheinnahme des Schachtgerinnes erfolgen. Bei der Inspektion mittels Schacht-Zoom-Kamera erfolgt jedoch zusätzlich zur Ablagerungsinspektion auch eine Inspektion der Kanalhaltungen. Somit wird gleichzeitig eine bauliche- und betriebliche Inspektion des Kanals durchgeführt. Der Zeitaufwand ist bei allen drei Methoden etwa gleich, da der limitierende Faktor die Öffnung der Schachtdeckel darstellt und der Zeitaufwand nur unwesentlich höher ist, wenn zusätzlich zur Öffnung des Schachtes eine Inspektion mit einem Kanalspiegel oder einer Schacht-Zoom-Kamera erfolgt.

6.3 Kosten-Nutzen-Analyse

Ausgehend von einer Tagesleistung von 2.000 Laufmeter pro Tag muss mit Kosten von etwa 0,30 € pro Laufmeter Kanal bei einer Inspektion mit einer Schacht-Zoom-Kamera ausgegangen werden. Bei einem Laufmeterpreis von 1 € für eine konventionelle TV-Inspektion betragen die Kosten damit nur etwa 30%. Gleichzeitig muss jedoch erwähnt werden, dass durch eine Inspektion mit einer Schacht-Zoom-Kamera nicht dieselben Ergebnisse wie durch eine TV-Inspektion erzielt werden und ein direkter Kostenvergleich dieser beiden Methoden nicht zielführend ist.

Die Inspektion hinsichtlich des Verschmutzungsgrades kann als Basis für eine bedarfsorientierte Kanalreinigung herangezogen werden. Eine Ablagerungsinspektion und Reinigung ausgewählter Stränge ist allgemein günstiger als eine vollständige Reinigung aller Stränge ohne vorhergehende Ablagerungsinspektion, da Erfahrungen in Deutschland zeigten, dass nur etwa 12% der Kanäle reinigungsbedürftig sind (ORTH et al., 2008). Durch regelmäßige Ablagerungsinspektionen können die Reinigungsintervalle erhöht werden bzw. nur einzelne Haltungen gezielt gereinigt werden.

Besonders für kleine und mittlere Kanalisationsunternehmen kann die Umstellung von fixen auf bedarfsorientierte Reinigungsintervalle die Entscheidung zur Anschaffung eines eigenen Reinigungsfahrzeuges oder die Fremdvergabe der Kanalreinigung maßgeblich beeinflussen. Bevor ein eigenes Reinigungsfahrzeug beschafft wird, sollten alle Möglichkeiten für eine bedarfsorientierte Reinigungsstrategie abgeklärt werden.

6.4 Akustische Inspektion

Mit der akustischen Inspektion können teilweise Zustände erfasst werden, welche mit der Schacht-Zoom-Kamera nur schwierig zu erkennen sind (Risse, schadhafte Fugen, Anschlüsse). Durch Vorhandensein großer Zustände können oft andere Zustände wegen der hohen Schallreflexionen überdeckt werden. Weiters ergibt sich durch die Konstruktion des Sensors eine „blinde“ Zone in Sensornähe.

Die Distanzmessung der akustischen Kanalinspektion gibt sehr genaue Werte an. Vor allem bei sehr großen Distanzen, wo die Schacht-Zoom-Kamera unzureichend genaue Angaben lieferte, sind mit dem akustischen Sensor genaue Distanzmessungen möglich. Die Messung basiert auf der Laufzeitmessung der reflektierten Schallwellen. Die Messungen ergaben lediglich

Abweichungen von maximal 2%. Eine Voraussetzung für die Distanzmessung ist jedoch eine Erkennung und Zuordnung des jeweiligen Zustandes.

6.5 Vor- und Nachteile der Schacht-Zoom-Kamera

6.5.1 Vorteile

- hohe Flexibilität bei tragbaren Schacht-Zoom-Kameras (Transport, Anwendung)
- hoher Inspektionsfortschritt (bis ca. 2.000 bis 3.000 m/d)
- geringer Materialaufwand (einfache Konstruktion der Kamera, wenig Spezialausrüstung erforderlich)
- kein Schachteinstieg notwendig („sicherheitstechnisches Befahren“)
- Erfassung des Verschmutzungsgrades (Grundlage für eine bedarfsorientierte Kanalreinigung)
- schnelle stichprobenartige Kontrolle der Kanalreinigung möglich (z. B. bei Vergabe der Kanalreinigung an Fremdfirmen)
- Überprüfung von unzulässigen Verschmutzungen wie es bei Baustellen des öfteren vorkommt → Einleitung und Auswaschen von Baumaschinen
- Möglichkeit der Überprüfung ob Beschädigungen aufgetreten sind nach Baumaßnahmen von anderen Leitungsträgern in der Nähe von Kanalhaltungen
- Durch die gute Ausleuchtung ist ein guter Gesamtüberblick über den Kanal und den Kanalverlauf möglich. Dadurch können Lageabweichungen (Bögen, Knicke, Senken) besser als durch eine herkömmliche TV-Inspektion erfasst werden. Die Kenntnis des Kanalverlaufes ist wichtig für eventuell nachfolgende Sanierungsmaßnahmen.
- Es kann ein guter und schneller erster Überblick über (unbekannte) Kanalnetze erzielt werden.

6.5.2 Nachteile

- kein Ersatz für TV-Inspektion, da nur axiale Sicht in den Kanal möglich ist, und daher keine 100%ige Zustandserfassung möglich ist
- keine Einsicht in Hausanschlüsse und zurückversetzte Schäden
- Abschnwenken von Muffen ist nicht möglich
- allgemeine Abnahme der Zustandserkennung mit zunehmender Entfernung
- Verschlechterung der Bildqualität durch die Zoomfunktion mit zunehmender Entfernung
- Sichtbehinderungen durch Nebelbildung, Spinnweben
- Sichtbehinderungen bei nicht geradem Kanalverlauf (Knick bzw. Krümmung im Kanal)
- unzureichend genaue Distanzmessung für genaue Lokalisierung von Schäden
- Energieversorgung bei tragbaren Systemen eventuell nicht ganztägig ausreichend (Zweitakkus unbedingt empfehlenswert)

6.6 Vorschläge für Verbesserungen

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen konnten Erfahrungen im Hinblick auf die praktische Anwendung und die Benutzerfreundlichkeit der QuickView®-Kamera gewonnen werden. Es konnten einige Punkte ermittelt werden, wo ein Verbesserungspotential dieser Kamera besteht und dieses wurde mit dem Hersteller intensiv diskutiert.

Generell wäre für alle Hersteller von Schacht-Zoom-Kameras eine zusätzliche Einrichtung zur Durchflussmessung anzudenken. Dadurch wird eine Messung des Durchflusses mit gleichzeitiger Beobachtung des Kanals gewährleistet und ein möglicher Fremdwassereintritt kann dadurch schnell festgestellt werden.

6.7 Anwendungen und Einsatzgebiete der Schacht-Zoom-Kamera

Die Inspektion mit einer Schacht-Zoom-Kamera ist eine Inspektionsmethode, welche einfach durchzuführen ist und einen schnellen Überblick über den Kanal und dessen Verlauf gibt. Der Vorteil gegenüber dem optischen Kanalspiegel besteht darin, dass ein detaillierteres Bild vom Kanal dargestellt wird und somit eine genauere bauliche und betriebliche Zustandserkennung möglich ist. Die ermittelten Erkennungsraten von 54% reichen jedoch nicht aus, um die herkömmliche TV-Inspektion vollständig zu ersetzen.

Durch regelmäßige Inspektionen mit der Schacht-Zoom-Kamera können Veränderungen im Kanal erfasst werden. Die Veränderungen können einerseits betriebliche Parameter wie Ablagerungen oder auch bauliche Zustände im Kanal betreffen. Werden beispielsweise durch eine TV-Inspektion bauliche Schäden festgestellt, welche jedoch keinen Sanierungsbedarf darstellen, so können diese Schäden durch regelmäßige Inspektionen wiederholt inspiziert werden und eventuell auftretende Verschlechterungen rechtzeitig erkannt werden. Ein Kanal könnte einer Erstbefahrung durch eine TV-Inspektion unterzogen werden, dadurch werden vorhandene Zustände erfasst und dokumentiert. Durch spätere Inspektionen mit einer Schacht-Zoom-Kamera unter Beachtung der vorliegenden Protokolle können Zustände gezielt auf Veränderungen untersucht werden. Eine Folgebefahrung nach 10 Jahren, wie in Österreich derzeit üblich, könnte dadurch vom Intervall her eventuell verlängert werden. .

Für die Inspektion von Ablagerungen stellt die Schacht-Zoom-Kamera ein gutes Instrument dar, wobei zusätzlich zur Ablagerungsinspektion die Erfassung von Zuständen möglich ist. Durch die Kenntnis der Ablagerungen im Kanal bzw. der Kenntnis von Zonen im Kanal mit erhöhtem Ablagerungspotenzial kann die Reinigungsplanung sinnvoll unterstützt werden. Dadurch kann der Aufwand und die Kosten für die Kanalreinigung reduziert werden.

Bei älteren, unbekanntem Kanalnetzen kann die Schacht-Zoom-Kamera eine günstige Methode der Erstinspektion darstellen, um in Folge weitere Maßnahmen (TV-Inspektion, Reinigung, Sanierung etc.) zu entscheiden.

Eine Kombination einer Schacht-Zoom-Kamera und eines akustischen Sensors in einem kombinierten Gerät würde eine Verbesserung des Gesamtergebnisses der Zustandserfassung bedeuten. Die Schacht-Zoom-Kamera liefert vor allem im Nahbereich zum Schacht gute Ergebnisse, wohingegen der akustische Sensor dort eine „blinde“ Zone besitzt und erst ab Entfernungen von etwa 3 bis 5 m zuverlässige Daten liefert. Dennoch sind beide Inspektionstechniken kombiniert derzeit noch nicht qualitativ ausreichend um eine TV-Inspektion mit fahrbarer Kamera für die Zustandserfassung vollständig zu ersetzen.

7. Zusammenfassung

Der Ausbau der Kanalisationsnetze in Österreich ist weitgehend abgeschlossen. Damit rückt die Erhaltung der Systeme in den Vordergrund. Eine wesentliche Planungsgrundlage für alle Aspekte eines effizienten Kanalbetriebs sind umfassende Informationen über den baulichen, betrieblichen, hydraulischen und umweltrelevanten Zustand des Kanalsystems. Um die Funktionsfähigkeit von Abwassersystemen dauerhaft zu gewährleisten, sind daher regelmäßige Kontrollen erforderlich. Der Zustand des Kanals wird heute u. a. mittels TV-Inspektionen erfasst. Diese liefern bei fachgerechter Durchführung sehr gute bauliche und teilweise auch betriebliche Informationen über den Kanal. Neben der klassischen TV-Inspektion stehen heute aber auch andere Inspektionsmethoden zur Verfügung.

Zielsetzung dieser Diplomarbeit war es, den Einsatz der Schacht-Zoom-Kamera für die bauliche und betriebliche Inspektion von Kanalisationen zu testen und zu beurteilen, ob mit dieser Art der Inspektion ausreichend relevante Informationen für weitergehende Aktivitäten bei Wartung, Betrieb und Überprüfung von Kanälen mit zweckmäßigem Ressourceneinsatz gewonnen werden können.

Der Bearbeitungszeitraum dieser Diplomarbeit erstreckte sich von August 2009 bis Juli 2010.

Im ersten Teil der Arbeit werden rechtliche Aspekte, die in Zusammenhang mit dem Bau und Betrieb von Anlagen zur Beseitigung von Abwasser stehen zusammengefasst. Weiters wurden die Grundlagen des Kanalbetriebs sowie die Inspektion und Reinigung von Kanälen näher erläutert.

Im zweiten Teil der Arbeit wurde die für die Untersuchungen verwendete Schacht-Zoom-Kamera (QuickView®) und deren technische Spezifikationen beschrieben, sowie die am Markt befindlichen alternativen Anbieter recherchiert.

Der dritte Teil, der Hauptteil dieser Diplomarbeit, beschäftigt sich mit der Durchführung und Auswertung von Testinspektionen mit einer Schacht-Zoom-Kamera. Es wurden sowohl im Technikum des Instituts für Siedlungswasserbau, Industrierewasserwirtschaft und Gewässerschutz als auch im praktischen Einsatz Kanäle mit einer Gesamtlänge von etwa 6.300 m mit einer Schacht-Zoom-Kamera inspiziert. In einem ersten Schritt wurde die Kamera im Labor und im Feld getestet, um darauf aufbauend ein Versuchsprogramm und die Vorgehensweise bei den Untersuchungen festzulegen.

Die Hauptuntersuchungen wurden in zwei Umlandgemeinden von Linz durchgeführt und erstreckten sich über einen Zeitraum von 2 Wochen. Diese Untersuchungen hatten einerseits das Ziel, die Möglichkeit der baulichen Zustandserfassung mit einer Schacht-Zoom-Kamera zu testen und andererseits betriebliche Zustände (v.a. den Verschmutzungsgrad im Kanal) zu erfassen und zu bewerten.

Als Ergebnis kann zusammengefasst werden, dass die Schacht-Zoom-Kamera für eine bauliche Zustandserfassung in Kanälen nur bedingt geeignet ist. Bei den Untersuchungen wurde bezogen auf die TV-Inspektion mit einer fahrbaren Kamera eine Erkennungsrate von etwa 50% der Zustände mit der Schacht-Zoom-Kamera erzielt. Die Erkennungsrate variiert jedoch innerhalb der verschiedenen Mängelgruppen laut RLOÖ (1992). So wurde bei der Gruppe Abflusshindernisse und der Gruppe Lageabweichungen eine deutlich höhere Erkennungsrate (ca. 65%) erzielt und bei der Gruppe der Risse nur eine Erkennungsrate von 19%. Es wurde festgestellt, dass Zustände, welche den Querschnitt des Kanals beeinträchtigen bzw. einragend sind (Lageabweichungen, einragende Anschlüsse, Ablagerungen, starke Wassereintritte, etc.), gut mit der Schacht-Zoom-Kamera erfasst werden können, jedoch Zustände, welche nicht in den Querschnitt einragen und nur anhand von Lichtreflexionen und Farbunterschieden ersichtlich sind (Risse, Aussinterungen, Feuchtigkeit, etc.), nur bedingt erkennbar sind. Weiters nimmt die Erkennungsrate mit zunehmender Entfernung der Zustände zum Schacht ab. Die Genauigkeit der Distanzmessung der getesteten Schacht-Zoom-Kamera

Zusammenfassung

reicht aus, um die Position eines Zustandes ungefähr angeben zu können. Eine genaue Angabe der Stationierung ist aufgrund der fehlenden Genauigkeit nicht möglich.

Mit der Schacht-Zoom-Kamera kann ein guter Überblick über den Verlauf des Kanals gegeben werden und lang gestreckte Zustände (z.B. Bögen) können besser als durch die konventionelle TV-Inspektion erfasst werden, was eine Zusatzinformation für eventuell nachfolgende Sanierungsmaßnahmen sein kann.

Ablagerungen im Kanal sind mithilfe der Schacht-Zoom-Kamera gut erkennbar. Eine Abschätzung der Größenordnung der zu erwartenden Räumgutmenge ist prinzipiell möglich. Je nach Erfahrung des Betriebspersonals können diese Abschätzungen relativ genau sein. Dadurch kann die Reinigungsplanung sinnvoll unterstützt werden. Weiters kann eine Kontrolle von durchgeführten Reinigungsarbeiten durchgeführt werden.

Die Kosten-Nutzen-Analyse hat gezeigt, dass der Einsatz der Schacht-Zoom-Kamera in Verbindung mit der Anwendung einer bedarfsorientierten Reinigungsstrategie Kostenvorteile mit sich bringt. Eine Kombination aus Ablagerungsinspektion und bedarfsorientierter Kanalreinigung ist im Allgemeinen günstiger als eine Reinigungsstrategie, bei der das Kanalnetz in fixen Intervallen ohne vorhergehende Inspektion gereinigt wird. Mit der Schacht-Zoom-Kamera sind größere Tagesleistungen möglich als bei einer konventionellen TV-Inspektion, auch sind die Inspektionskosten pro Laufmeter geringer, aber die Ergebnisse qualitativ nicht vergleichbar.

Bei Kanalnetzen, von denen keinerlei Stammdaten bekannt sind, kann die Schacht-Zoom-Kamera eine günstige Methode der groben Erstinspektion darstellen, um in weiterer Folge gezielt weitere Maßnahmen (Reinigung, TV-Inspektion, Sanierung, etc.) planen zu können.

Die akustische Kanalinspektion bietet hinsichtlich der baulichen Zustandserfassung teilweise Vorteile gegenüber der Schacht-Zoom-Kamera. Eine Kombination von Schacht-Zoom-Kamera und akustischer Kanalinspektion würde sich gegenseitig ergänzen.

8. Ausblick

Die Untersuchungen wurden nur mit einem bestimmten Modell einer Schacht-Zoom-Kamera durchgeführt (QuickView®). Es wird darüber hinaus empfohlen, auch Produkte anderer Hersteller zu testen (v. a. auch fix am Fahrzeug montierte Kameras) um eventuelle Vorteile anderer Produkte aufzuzeigen. Bei der getesteten Kamera besteht die Möglichkeit, die angeführten Verbesserungen in das Produkt einzuarbeiten. Durch technische Verbesserungen der Geräte können unter Umständen bessere Ergebnisse erzielt werden.

Die Methode der Beurteilung des Verschmutzungsgrades könnte in weiteren Versuchen noch verfeinert werden bzw. andere Arten der Abschätzung der Ablagerungshöhen könnten getestet werden. Durch kombinierte Betrachtung des Verschmutzungsgrades mittels Schacht-Zoom-Kamera und Inaugenscheinnahme des Schachtgerinnes kann beispielsweise überprüft werden, ob durch eine einfache Inaugenscheinnahme des Schachtgerinnes, wie es derzeit von einigen Kanalbetreibern praktiziert wird, bereits relevante Rückschlüsse auf die Ablagerungen in den Kanalhaltungen gezogen werden können.

Durch die Weiterentwicklung der akustischen Inspektion und dem Aufbau einer zustandskodierten Musterbibliothek von fotografierten Zuständen zu den akustischen Signalen könnte eine automatische Zustandserfassung mit dieser Technologie zukünftig realisierbar sein.

Eine Kombination von Schacht-Zoom-Kamera und akustischer Kanalinspektion in einem Gerät könnte ein leistungsfähiges Instrument der Kanalinspektion darstellen. Es wird damit eine schnelle Inspektion ermöglicht, welche als günstige Alternative zur TV-Inspektion für die bauliche und betriebliche Zustandserfassung herangezogen werden kann. Allerdings müssen für diesen Zweck beide Methoden noch technisch weiterentwickelt werden. Vor allem die akustische Kanalinspektion ist derzeit nur als Prototyp verfügbar und noch nicht am Markt erhältlich.

9. Literaturverzeichnis

- AAEV (1996): Allgemeine Abwasseremissionsverordnung idgF BGBl. Nr. 186/1996
- AQUADATA(2010): The AquaZoom Camera, Online im Internet: <http://www.aquadata.com> [Abruf am 04.05.2010]
- ARCHOS (2007): Archos 405, 605, 705 Benutzerhandbuch
- ARIES (2010): Pole Cameras, Online im Internet: <http://www.ariesindustries.com/products/cameras/pole-cameras.html> [Abruf am 03.05.2010]
- ATV (2004): Merkblatt ATV-DVWK- M 197, Ausschreibung von Kanalreinigungsmaßnahmen mit dem Hochdruckspülverfahren, Hennef
- BÖLKE, K.-P. (2004): Kanalinspektion – Zustände erkennen und bewerten, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage. Springer Verlag Berlin
- CTZOOM (2010): PortaZoom Zoom Kamera Online im Internet: <http://www.ctzoom.com/PortaZoom-camera.asp> [Abruf am 03.05.2010]
- CUES (2010): Produktinformationen IMX und QZ2; Online im Internet: <http://www.cuesinc.com/Products.html> [Abruf am 04.05.2010]
- DI TULLIO, B., MILLEY, S. (2005): Zooming forward, Cleaner Journal, COLE Publishing Inc., <http://www.cleaner.com>
- DWA (2005) Arbeitsblatt A 147 Betriebsaufwand für die Kanalisation – Betriebsaufgaben und Häufigkeiten. GFA, Hennef.
- DWA (2010): Merkblatt DWA-M 149-5, Zustandserfassung und Beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Teil 5: Optische Inspektion, Entwurf März 2010, Hennef
- EN 752 (2008): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden
- ENVIROSIGHT (2010a): QuickView® PortableZoom Inspection Camera, Broschüre, Online im Internet: http://www.envirosight.com/pdf/lit/qv_brochure.pdf [Abruf am 03.05.2010]
- ENVIROSIGHT (2010b): Bedienungsanleitung QuickView® (persönliche Sendung per Email von Manfred Stoehr am 24.03.2010)
- ERTL, Th., FESSL, R. (2001): Anforderungen an die Betriebsüberwachung in Österreich, Wiener Mitteilungen Band 168, Seite A1-44
- ERTL, Th. (2007): Entwicklung einer Methode für den technisch wirtschaftlichen Vergleich von Kanalisationsunternehmen als Grundlage zur Optimierung ihrer Betriebsführung, Dissertation am Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz, Universität für Bodenkultur Wien
- ERTL, Th. (2009): Vorlesungsfolien zur Vorlesung Rohrleitungsbau- und Sanierung, Kanalbetrieb und Kanalmanagement, Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz, Universität für Bodenkultur Wien
- ERTL, Th. PLIHAL, H., KRETSCHMER, F. (2009): Beitrag zur Optimierung der Datengrundlagen für die Sanierungsplanung anhand einer Prozessanalyse bei der baulichen Zustandserfassung durch TV-Inspektionen, Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, Springer Verlag Wien
- ERTL, Th. ROMANOVA, A., PLIHAL, H., KRETSCHMER, F., HOROSHENKOV, K. (2010): A novel method of sewer inspection by combining acoustic and optical means, Urban Water Journal (submitted Feb. 2010)

Literaturverzeichnis

- EU (1991): Richtlinie 91/271/EWG - des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser
- EU (2000): Richtlinie 2000/60/EG - des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik
- EU (2006): Richtlinie 2006/118/EG - des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung
- FEENEY, C., THAYER, S., BONOMO, M., MARTEL, K. (2009): White Paper on Condition Assessment of Wastewater Collection Systems, EPA-United States Environmental Protection Agency
- HABERL, R. (2008): Skriptum 811.108, VU Siedlungswasserbau und Gewässerschutz, Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz, Universität für Bodenkultur Wien
- HARTL, Ch. (2002): Richtlinie der O.Ö. Landesregierung: Kanalzustandserhebung, 6. ÖWAV Kanalinspektionskurs, Rabmer Altenberg
- IBAK (2010): Produktinformationen und Abbildungen Panorama 3D-Kugelbildscanner, Online im Internet: <http://www.ibak.de> [Abruf am 16.05.2010]
- IKT (2003): Zustandserfassung und Dichtheitsprüfung von Hausanschluss- und Grundleitungen, Endbericht zu den Vorhaben: I Dichtheitsprüfungen an Hausanschluss- und Grundleitungen - Einsatzgrenzen, Verfahren, Prüfkriterien, II Grundlagen der Sanierungsplanung für Hausanschluss- und Grundleitungen, Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen, Online im Internet: www.ikt.de [Abruf am 16.05.2010]
- IPEK (2006): QuickView® Broschüre, Online im Internet: http://www.ipek.at/fileadmin/FILES/downloads/brochures/quickview_de.pdf [Abruf 03.05.2010]
- IPEK (2010): Produktabbildungen Kamerasysteme, Online im Internet: <http://www.ipek.at> [Abruf am 16.05.2010]
- MESSEN (2010): STV Inspektionskamera für Schächte und Abscheider, Online im Internet: <http://www.messen-nord.de/> [Abruf am 12.05.2010]
- NRW (2008): Hausanschluss dicht? Instandhaltung von Grundleitungen und Anschlusskanälen - Informationen für Grundstückseigentümerinnen und Grundstückseigentümer, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein- Westfalen Abteilung IV-Abwasser, Schwannstraße 3, 40476 Düsseldorf
- ON B 2503 (2009): Kanalanlagen – Ergänzende Richtlinien für Planung, Ausführung und Prüfung
- ON EN 1610 (1998): Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen
- ON EN 13508 (2003): Zustand von Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion
- ON EN 14654 (2006): Management und Überwachung von Reinigungsmaßnahmen in Abwasserkanälen und –leitungen; Teil 1: Reinigung von Kanälen
- ORTH, H., LANGE, R.-L., PAHL, A., MESSMANN, S. (2008): Zustands-, Prozess- und Wirkungsanalyse zur Entwicklung einer bedarfsorientierten Reinigungsstrategie für Kanalnetze. Bochum: Ruhr-Universität
- ÖWAV (1994): ÖWAV Regelblatt 29, Entsorgung von Räumgut aus kommunalen Abwasseranlagen

Literaturverzeichnis

- ÖWAV (2008): ÖWAV Regelblatt 22, Wartung und Überprüfung von Kanalanlagen, Entwurf vom 15.04.2008
- ÖWAV (2003): ÖWAV Regelblatt 34, Hochdruckreinigung von Kanälen
- ÖWWV (1989): ÖWWV Regelblatt 22, Kanalwartung und Kanalerhaltung
- PLIHAL, H. (2009): Evaluierung von Maßnahmen zur Qualitätssicherung bei der kamerabasierten Kanalinspektion, Diplomarbeit am Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz, Universität für Bodenkultur Wien
- POLLINGER, R. (2009): Multikriterielle, Funktionale Bewertung von Hauskanälen in Entwässerungssystemen, Diplomarbeit am Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz, Universität für Bodenkultur Wien
- RAUSCH (2010): Rausch L500 Fahrwagenkamera, Online in Internet: <http://www.rauschtv.com> [Abruf am 15.06.2010]
- RLOÖ (1992): Richtlinie der OÖ Landesregierung, Zustandserhebung von Abwasserkanälen, Linz
- RINNER, J., PRYPUTNIEWICS, S., MITCHELL, J.C. (2008): To Zoom or Not to Zoom. Journal of new England Water Environment Association
- RITEC (2010): Schachtkamera, Online im Internet: http://www.ritec-tv.de/index.shtml?de_schachtkamera [Abruf am 04.05.2010]
- STEIN, D. (1999): Instandhaltung von Kanalisationen, 3. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- TRAUNER, A. (2009): Kanalwartungskonzepte, Eigen- und Fremdüberwachung bei Kanalanlagen in Oberösterreich, KAN-Sprechertagung 2009
- WRG (2006): Wasserrechtsgesetz 1959 BGBl. Nr. 215/1959 zuletzt geändert durch BGBl. Nr. 123/2006

10. Anhang

Inhaltsverzeichnis

10.1 Abbildungsverzeichnis	114
10.2 Tabellenverzeichnis	118
10.3 Bilddokumentation Untersuchungen Gemeinde 2	119
10.4 Tabellen Distanzmessungen	183
10.5 Tabellen Räumgutermittlung	185

10.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Relevante Rechtsblöcke für Kanäle in Österreich (POLLINGER, 2009).....	4
Abbildung 2	Anwendungsbereich der EN 752 (2008) (ERTL, 2007)	10
Abbildung 3	Fließschema des integralen Kanalmanagements (EN 752, 2008).....	12
Abbildung 4	Fließschema der Untersuchung (EN 752, 2008)	13
Abbildung 5	Fließschema für die Beurteilung	14
Abbildung 6	Überblick über die Verfahren der Kanalreinigung (IKT, 2003)	18
Abbildung 7	Saugschlauch im Arbeitsschacht (ORTH et al. 2008).....	20
Abbildung 8	Hochdruckspülung mit kombiniertem Spül-Saugfahrzeug (STEIN, 1999)	21
Abbildung 9	Wasserrecycling bei kombiniertem Spül-Saugfahrzeug (STEIN, 1999).....	21
Abbildung 10	Beispiele für runde Düsen (ERTL, 2009)	22
Abbildung 11	Düsenausstattung, Beispiel für flache Düse (ORTH et al. 2008).....	22
Abbildung 12	Methoden der Inspektion von Abwasserkanälen (nach STEIN, 1999)	24
Abbildung 13	Kanalspiegelung mit zusätzlicher Lichtquelle (ERTL, 2009).....	26
Abbildung 14	Spiegelbild des Kanalspiegels (ORTH, 2008).....	26
Abbildung 15	Schacht-Zoom-Kamera Anwendung (AQUADATA, 2010).....	26
Abbildung 16	Übersicht über die Verfahren der Kanal-TV Inspektion (IKT, 2003)	27
Abbildung 17	Arten von Schiebekameras (IKT, 2003).....	27
Abbildung 18	Endoskop (IKT, 2003)	28
Abbildung 19	Fahrwagenkamera mit Dreh- Schwenkkopf (IPEK, 2010)	28
Abbildung 20	Prinzipskizze Satellitenkamera (NRW, 2008)	28
Abbildung 21	Panorama 3D-Kugelbildscanner (IBAK, 2010)	29
Abbildung 22	Zweidimensionale Abwicklung der Rohrwand (IBAK, 2010).....	29
Abbildung 23	Spülkamera (IKT, 2003).....	29
Abbildung 24	Akustische Ausrüstung, schematische Darstellung (ERTL et al. 2010).....	30
Abbildung 25	Akustische Ausrüstung	30
Abbildung 26	Akustischer Sensor im Schacht	30
Abbildung 27	Übersicht Schadensursache und Wirkungen (BÖLKE, 2004).....	31
Abbildung 28	Struktur des EN-Kodes (BÖLKE, 2004).....	32
Abbildung 29	Tragbare Schacht-Zoom-Kamera, QuickView® (ENVIROSIGHT, 2010a).....	37
Abbildung 30	Fix montierte Schacht-Zoom- Kamera, CT PortaZoom (CTZOOM, 2010).....	37
Abbildung 31	Tragweste mit Bedieneinheit, Batterien und Anzeige (ENVIROSIGHT, 2010a)	38
Abbildung 32	Kamera mit Teleskopstab (ENVIROSIGHT, 2010a).....	38
Abbildung 33	Teleskopstange mit gefedertem Abstandhalter (ENVIROSIGHT, 2010b)	39
Abbildung 34	Bedieneinheit QuickView® (ENVIROSIGHT, 2010a)	39
Abbildung 35	Meldung „Out of range“	40
Abbildung 36	Meldung „Fov too wide“	40

Anhang

Abbildung 37	Aries Zoom-Kamera (ARIES, 2010)	41
Abbildung 38	Bedieneinheit Aries (ARIES, 2010)	41
Abbildung 39	PortaZoom (CTZOOM, 2010)	42
Abbildung 40	PortaZoom Fahrzeugmontage (CTZOOM, 2010)	42
Abbildung 41	StaffCam Display mit Steuerung (CTZOOM, 2010)	42
Abbildung 42	StaffCam (CTZOOM, 2010)	42
Abbildung 43	StaffCam Ausrüstung (CTZOOM, 2010)	42
Abbildung 44	Cues IMX Truck Mounted Camera (CUES, 2010)	43
Abbildung 45	Cues QZ2 (CUES, 2010)	43
Abbildung 46	AquaZoom (AQUADATA, 2010)	44
Abbildung 47	RITEC Schachtkamera (RITEC, 2010)	44
Abbildung 48	Anzeige RITEC Schachtkamera (RITEC, 2010)	44
Abbildung 49	STV-Inspektionskamera (MESSEN, 2010)	45
Abbildung 50	Farbbildschirm STV Inspektionskamera (MESSEN, 2010)	45
Abbildung 51	Aufbau der Versuchsmessstrecke	47
Abbildung 52	Untersuchungsgebiet 1, August 2009	48
Abbildung 53	Untersuchungsgebiet 2, August 2009	48
Abbildung 54	Verkehrstechnische Absicherung	49
Abbildung 55	Inspektion mittels Schacht-Zoom-Kamera	49
Abbildung 56	Akustische Inspektion	49
Abbildung 57	Visuelle Schachtinspektion	49
Abbildung 58	Akustischer Sensor im Schacht	49
Abbildung 59	Zoomkamera im Schacht	49
Abbildung 60	Rausch L500 Fahrwagenkamera (RAUSCH, 2010)	51
Abbildung 61	Schacht-Zoom-Kamera mit zusätzlich montierter Durchflussmesseinrichtung	51
Abbildung 62	Schablone zur Abschätzung der Ablagerungshöhe	53
Abbildung 63	Kreisprofil Ablagerung 2,5%	54
Abbildung 64	Kreisprofil Ablagerung 7,5%	54
Abbildung 65	Kreisprofil Ablagerung 10% (linkes Bild), 15% (rechtes Bild)	54
Abbildung 66	Eiprofil Ablagerung 5%	55
Abbildung 67	Eiprofil Ablagerung 7,5%	55
Abbildung 68	Eiprofil Ablagerung 10%	55
Abbildung 69	Beispiele für Füllungsgrade der Schmutzfangkörbe 5%, 10%, 50%, 100% (von links oben nach rechts unten)	57
Abbildung 70	Schacht-Zoom-Kamera im Schacht	57
Abbildung 71	Praktische Messungen I	57
Abbildung 72	Praktische Messungen II	58
Abbildung 73	Praktische Messungen II	58

Anhang

Abbildung 74 Praktische Messungen III.....	58
Abbildung 75 Praktische Messungen IV	58
Abbildung 76 Rohranfang DN150	60
Abbildung 77 1. Muffe DN150, dahinter Reduzierung.....	60
Abbildung 78 2. Muffe, 1. Reduzierung.....	60
Abbildung 79 3. Muffe DN100.....	60
Abbildung 80 Einbindungen	60
Abbildung 81 1. ,Einbindung, Holzstück.....	60
Abbildung 82 2. Einbindung	60
Abbildung 83 Rohrende, 90°-Bogen	60
Abbildung 84 Ablagerungen.....	61
Abbildung 85 Rückstau, Ablagerungen.....	61
Abbildung 86 Lageabweichung, Blindschacht	61
Abbildung 87 Einragendes Dichtungsmaterial	61
Abbildung 88 Risse, Scherbenbildung	61
Abbildung 89 Lageabweichung Bogen.....	61
Abbildung 90 Erkennungsrate in Abhängigkeit der Distanz der Zustände.....	68
Abbildung 91 Erkennungsrate in Abhängigkeit der Schadensklasse nach RLOÖ (1992)	69
Abbildung 92 Erkennungsrate in Abhängigkeit der Profilform	70
Abbildung 93 Aussinterung (links Kanal-TV, rechts QuickView®).....	73
Abbildung 94 Aussinterung + Querriss (links Kanal-TV, rechts QuickView®)	73
Abbildung 95 Blindschacht + Wassereintritt (links Kanal-TV, rechts QuickView®).....	74
Abbildung 96 Farbdarstellung eines Kunststoffrohres bei fortschreitender Nutzung der Zoomfunktion	74
Abbildung 97 Erdreich sichtbar (Hausanschluss in Blindschacht mündend, Kanal-TV) (ERTL et al. 2010).....	75
Abbildung 98 Dichtring sichtbar (links Kanal-TV, rechts QuickView®)	75
Abbildung 99 Kanal-TV Aufnahmen von Abplatzungen – nicht erkennbar mit der QuickView®-Kamera	75
Abbildung 100 Verfestigte Ablagerungen (links Kanal-TV, rechts QuickView®)	76
Abbildung 101 Hereinragendes Hindernis, Distanz ca. 16 m (links Kanal-TV, rechts QuickView®)	77
Abbildung 102 Hereinragendes Hindernis, (links Kanal-TV, rechts QuickView®)	77
Abbildung 103 Hereinragendes Hindernis (Hausanschlüsse), (links Kanal-TV, rechts QuickView®)	77
Abbildung 104 Knick (links Kanal-TV, rechts QuickView®) (ERTL et al. 2010).....	78
Abbildung 105 Knick (links Kanal-TV, rechts QuickView®)	78
Abbildung 106 Senke (links Kanal-TV, rechts QuickView®).....	79
Abbildung 107 QuickView(R)-Aufnahmen von Senken	79

Anhang

Abbildung 108	Verfestigte Ablagerungen (links Kanal-TV, rechts QuickView®).....	79
Abbildung 109	Längsriss + Wassereintritt, Distanz ca. 1m (links Kanal-TV, rechts QuickView®)	81
Abbildung 110	Querriss + Aussinterung, Distanz ca. 1m (links Kanal-TV, rechts QuickView®)	81
Abbildung 111	Scherbenbildung + Feuchtigkeit, Distanz ca. 1m (links Kanal-TV, rechts QuickView®).....	81
Abbildung 112	Einbindung mit Wassereintritt (links Kanal-TV, rechts QuickView®).....	82
Abbildung 113	Blindschacht + Wassereintritt (links Kanal-TV, rechts QuickView®).....	83
Abbildung 114	Blindschacht, Hochdruckdüse der Kanalreinigung sichtbar	83
Abbildung 115	Bogen links.....	84
Abbildung 116	Knick links	84
Abbildung 117	Rückstau	84
Abbildung 118	Senke	84
Abbildung 119	ungerader Kanalverlauf.....	84
Abbildung 120	Zusammenfassung Zustandserkennung	85
Abbildung 121	Abweichung QuickView® in Abhängigkeit der Entfernung.....	88
Abbildung 122	Prozentuelle Abweichung in Abhängigkeit der Entfernung	88
Abbildung 123	Genauigkeitsangaben der QuickView®-Ergebnisse	89
Abbildung 124	Distanzmessung TV - QuickView®, RF17-Dichtring sichtbar, Blindschacht (ERTL et al. 2010).....	90
Abbildung 125	Distanzmessung TV - QuickView®, RE81-Blindschacht (ERTL et al. 2010)	90
Abbildung 126	Distanzmessung zu Haltungsende, Nebelbildung.....	90
Abbildung 127	Distanzmessung zu Haltungsende, Spinnweben.....	90
Abbildung 128	Distanzmessung Haltungsende.....	90
Abbildung 129	Distanz, RW32-Knick	90
Abbildung 130	Distanz, RW14-Wassereintritt	90
Abbildung 131	Distanz, RF23-Abflusshindernis	90
Abbildung 132	Gegenüberstellung abgeschätzte und gewogene Räumgutmenge	92
Abbildung 133	Gegenüberstellung abgeschätzte und gewogene Räumgutmenge (ohne Abschnitt 5).....	93
Abbildung 134	Gegenüberstellung abgeschätzter zu tatsächlicher Ablagerungen in kg/m	94
Abbildung 135	Akustische Messung einer Haltung mit mehreren Zuständen (Ertl et al. 2010)	97

10.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Beziehung zwischen Zielen und Funktionalanforderungen (EN 752, 2008)	11
Tabelle 2	Vergleich der Hersteller von Schacht-Zoom-Kameras	45
Tabelle 3	Ermittlung der Ablagerungsflächen, Eiprofile	53
Tabelle 4	Ermittlung der Ablagerungsflächen, Kreisprofile	53
Tabelle 5	Liste der Inspizierten Haltungen, Testinspektion August 2009	62
Tabelle 6	Erkennungsraten Gemeinde 1, beidseitige Inspektion (ERTL et al. 2010, Table 4, S. 12)	64
Tabelle 7	Erkennungsraten Gemeinde 2, beidseitige Inspektion.....	65
Tabelle 8	Erkennungsraten Gemeinde 1, einseitige Inspektion (ERTL et al. 2010, Table 3, S11)	66
Tabelle 9	Erkennungsraten Gemeinde 2, einseitige Inspektion.....	66
Tabelle 10	Erkennungsrate in Abhängigkeit der Distanz der Zustände	68
Tabelle 11	Erkennungsrate in Abhängigkeit der Schadensklasse nach RLOÖ (1992)	69
Tabelle 12	Erkennungsrate in Abhängigkeit der Profilform.....	70
Tabelle 13	Durchschnittliche Haltungslängen der Rohrprofile	71
Tabelle 14	Auflistung der Erkennungsrate aufgeteilt nach Zuständen	72
Tabelle 15	Zustandsanalyse Allgemeine Mängel	73
Tabelle 16	Zustandsanalyse Abflusshindernisse	76
Tabelle 17	Zustandsanalyse Lageabweichungen.....	78
Tabelle 18	Zustandsanalyse Risse	80
Tabelle 19	Zustandsanalyse Blindanschlüsse und Blindschächte.....	82
Tabelle 20	Mittels QuickView® zusätzlich erkannte Zustände	83
Tabelle 21	Zusammenfassung Zustandserkennung.....	85
Tabelle 22	Gegenüberstellung abgeschätzte und gewogene Räumgutmenge	91
Tabelle 23	Gegenüberstellung abgeschätzte und gewogene Räumgutmenge (ohne Abschnitt 5).....	92
Tabelle 24	Zustandsauswertung Kanal-TV – akustische Inspektion (ERTL et al., 2010)	96
Tabelle 25	Distanzmessungen durch akustischen Sensor (Ertl et al. 2010).....	97
Tabelle 26	Inspektionsfortschritt Gemeinde 2.....	98
Tabelle 27	Kostenermittlung Schacht-Zoom-Kamera und Vergleich mit Kosten der TV- Inspektion.....	100
Tabelle 28	Einfacher Kostenvergleich präventive und bedarfsorientierte Kanalreinigung.....	101
Tabelle 29	Distanzmessungen Gemeinde 2, Kreisprofile	183
Tabelle 30	Distanzmessungen Gemeinde 2, Eiprofile	184
Tabelle 31	Distanzmessungen Gemeinde 1, Kreisprofile (ERTL et al. 2010).....	184
Tabelle 32	Räumgutmassen in Abhängigkeit des Füllungsgrades (BÖLKE, 2004).....	185
Tabelle 33	Ermittlung der Räumgutmengen	186

10.3 Bilddokumentation Untersuchungen Gemeinde 2

Nachfolgend ist die Gegenüberstellung zwischen den Aufnahmen der TV-Befahrung und den Aufnahmen der Schacht-Zoom-Kamera des Untersuchungsgebietes 2 dargestellt. Die Zustände jeder Haltung wurden durch Bilder dokumentiert und gegenübergestellt. Zusätzlich wurden die Zustände jeder Haltung aufgelistet und mit einer Bemerkung versehen, ob der jeweilige Zustand mittels Schach-Zoom-Kamera erkannt wurde (ok = erkannt, ne = nicht erkannt). Zustände, welche mit der Schacht-Zoom-Kamera zusätzlich erkannt wurden, wurden gelb hinterlegt. Weiters wurde der Abstand der einzelnen Zustände bzw. die Gesamtlänge der Haltung angegeben (Sollwert) und daneben der Messwert der Schacht-Zoom-Kamera (Istwert) angegeben, falls vorhanden. Als letzte Angabe wurde die Ablagerungshöhe in % der Querschnittsfläche angegeben.

Die Stränge wurden fortlaufend nummeriert, die Schachtnummer wurde laut Katasterplan beibehalten.

Lfd. Nr. 1
S4-S3



Abbildung 1: TV (4-3)

Abbildung 2: Quickview (4-3)

Abbildung 3: (3-4)

Keine Zustände lt. TV
Länge: 12,49m
Ablagerung 2,5%

S3-S2

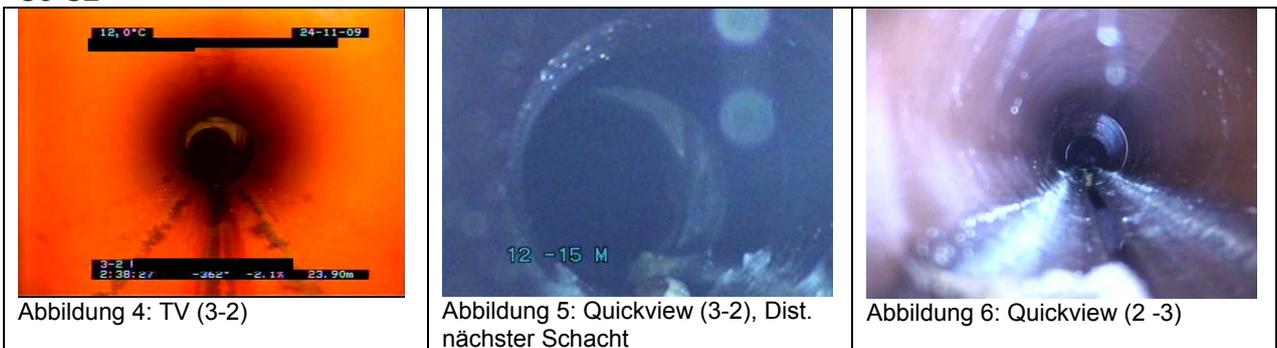


Abbildung 4: TV (3-2)

Abbildung 5: Quickview (3-2), Dist. nächster Schacht

Abbildung 6: Quickview (2 -3)

Keine Zustände lt. TV
Länge 26,29m (12-15m)
Ablagerung 2,5%

Anhang

S2-S1

		<p>Keine Zustände lt. TV Länge 23,36m Ablagerung 1,5%</p>
Abbildung 7: TV (2-1)	Abbildung 8: Quickview (2-1)	

S1-S3

Abbildung 9 :TV (3-1)	Abbildung 10: Quickview (1-3)	
		<p>Keine Zustände lt. TV 5-7m Senke/Vertiefung Länge 25,99m Ablagerung 2,5%</p>
Abbildung 11 :TV (1-3)	Abbildung 12: Quickview (3-1), Senke	

Lfd. Nr. 2

S3-S2

Abbildung 13: TV (3-2)	Abbildung 14: Quickview (3-2)	Abbildung 15: Quickview (2-3),Dist. nächster Schacht

Keine Zustände lt. TV
Länge 47,50m **(19-25m)**
Ablagerung 2,5%

Anhang

S2-S1

<p>Abbildung 16: TV (2-1)</p>	<p>Abbildung 17: Quickview (2-1)</p>	
		<p>Keine Zustände lt. TV Länge 49,21m Ablagerung 2,5%</p>
<p>Abbildung 18: TV (2-1) nächster Schacht</p>	<p>Abbildung 19: Quickview (1-2)</p>	

S1-S9

<p>Abbildung 20: TV (1-9) Wassereintritt, Längsriss</p>	<p>Abbildung 21: TV (1-9) Wassereintritt, Längsriss</p>	<p>Abbildung 22: Quickview (9-1), Wassereintritt, Längsriss</p>
		<p>23,51m: Rohr Wandung, Wassereintritt (ok), Längsriss (ok, ca 1m vom Schacht entfernt) 23,51m: Rohr Fuge, Knick (ok) Länge 24,58m Ablagerung 2,5%,</p>
<p>Abbildung 23: TV (1-9) Knick Rohr/Fuge</p>	<p>Abbildung 24: Quickview (1-9)</p>	

Anhang

Lfd. Nr. 3
S5-S4



Abbildung 25: TV (5-4)



Abbildung 26: Quickview (5-4)

Keine Zustände lt. TV
Länge 15,02m
Ablagerung 5%

S4-S3



Abbildung 27: TV (4-3)

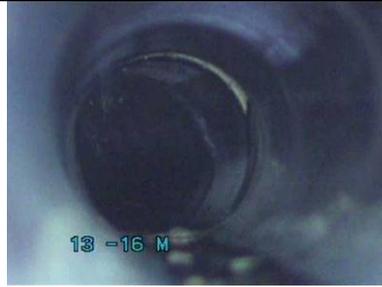


Abbildung 28: Quickview (3-4)



Abbildung 29: Quickview (4-3)

Keine Zustände lt. TV
Länge 20,66m,
Ablagerung 3%

S3-S2



Abbildung 30: TV (3-2)



Abbildung 31: Quickview (3-2),
Sichtbehinderung Nebel

Keine Zustände lt. TV
Länge 22,46m
Ablagerung 0,5 %

S2-S1



Abbildung 32: TV (2-1)



Abbildung 33: Quickview (1-2)

Keine Zustände lt. TV
Länge ca. 20,74m,
Ablagerung 2,5%

Anhang

S1-F



Abbildung 34 :TV (1-1sammel),
Knick/Fuge



Abbildung 35: quickview (1-F)

17,32m: Rohr Fuge, Knick (ok)
Länge 17,76m,
Ablagerung 2,5%

Lfd. Nr. 4

S4-S3



Abbildung 36: TV (4-3)



Abbildung 37: Quickview (3-4)

Keine Zustände lt. TV
Länge 16.37m
Ablagerung 5%

S3-S2



Abbildung 38: TV (3-2)

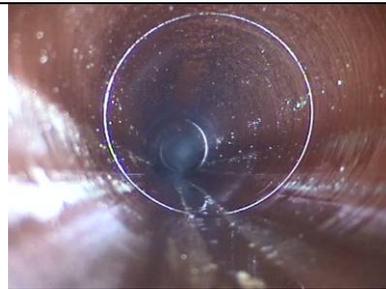


Abbildung 39: Quickview (3-2)

Keine Zustände lt. TV
Länge 23,92m
Ablagerung 2 %

S2-S1

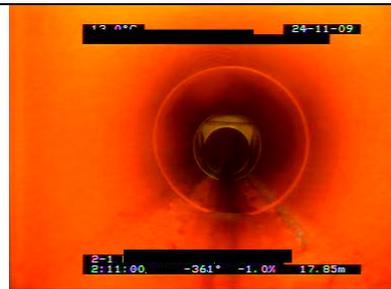


Abbildung 40: TV 2-1



Abbildung 41: Quickview (1-2),
Sichtbeeinträchtigung

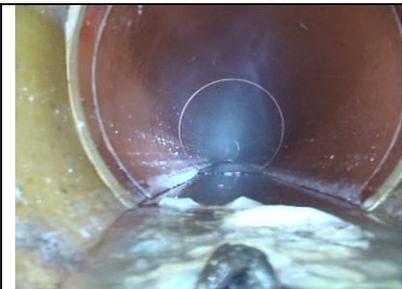


Abbildung 42: Quickview (2-1)

keine Zustände lt. TV
Länge 20,37m
Ablagerung 7,5%

Anhang

S1-S2E

<p>Abbildung 43: TV (1-2) Ruhr/Fuge Knick</p>	<p>Abbildung 44: TV (1-2) Senke Anfang</p>	<p>Abbildung 45: TV (1-2) Senke Ende</p>
		<p>19,49m: Rohr Fuge, Knick (ok) 16,6m bis 19,10m Senke von (ok) Länge 20,00m, Ablagerung 7,5%</p>
<p>Abbildung 46: Quickview (1-2): Senke</p>	<p>Abbildung 47: Quickview (2-1) Ablagerungen in/vor Senke</p>	

Lfd. Nr. 5

S9-S8

<p>Abbildung 48: TV (9-8), Materialwechsel, verfestigte Ablagerungen</p>	<p>Abbildung 49: Quickview (8-9), Ablagerungen</p>	<p>Abbildung 50: Quickview (9-8)</p>

23,84m: Rohr Fuge Abplattung (ne)

41,62m: Materialwechsel, verfestigte Ablagerungen (Ablagerungen ok, Materialwechsel ne)

Distanz: soll 10,61m, ist 9-10m

Länge 52,23m

Ablagerung 3%

S8-S7

		<p>Zulauf in S8 (ok) Gerinneanstrich im unteren Bereich mit QV nicht erkennbar Lageabweichung Bogen Länge 56,14m Ablagerung 2,5%</p>
<p>Abbildung 51 :TV (8-7), Zulauf im Schacht</p>	<p>Abbildung 52: Quickview (7-8), Lageabweichung, Krümmung</p>	

S7-S6

		<p>17,33m: Einbindung rechts, Wassereintritt (ne-Krümmung) Krümmung erkennbar Länge 46,32m Ablagerung 2,5%</p>

S6-S5

		<p>0,00m: Zulauf im Schacht (ok) 3,75m: Rohr-Wandung, sonstiges (Bewehrung) (ne) Länge 19,09m (12-15m, 11-12m) Ablagerung 2,5%</p>

Anhang

S5-S4

<p>Abbildung 61: TV (5-4), sonstiges Abflusshindernis</p>	<p>Abbildung 62: Quickview (5-4), sonstiges Abflusshindernis (ca. 44m Entfernung)</p>	<p>Abbildung 63 :Quickview (4-5), sonstiges Abflusshindernis (ca. 16m Dist.)</p>

Keine Zustände lt. TV

43,5m: Sonstiges Abflusshindernis (ok-von beiden Seiten (44m Entfernung sowie 16m Entfernung)-keine Distanzmessung)

Länge 60,38m

Ablagerung 3%

S4-S3

<p>Abbildung 64: TV (4-3)</p>	<p>Abbildung 65: Quickview (4-3)</p>	

Keine Zustände lt. TV

Länge 59,62m

Ablagerung 3%

S3-S2

<p>Abbildung 66: TV(3-2), hereinragendes Hindernis</p>	<p>Abbildung 67: TV (2-3), hereinragendes Hindernis</p>	
		<p>20,46m: hereinragendes Hindernis, kein Weiterkommen mit TV-Kamera (ok-von beiden Seiten) Distanzmessung: soll-20,46m (ist-15-18m); soll-40,12m (ist-19-25m) Länge 60,68m Ablagerung 4%</p>
<p>Abbildung 68 :Quickview (3-2), hereinragendes Hindernis</p>	<p>Abbildung 69: Quickview (2-3), hereinragendes Hindernis</p>	

Anhang

S2-S1

		<p>5,31m: Abplattung links, Abplattung Scheitel (ne) 11,37m Abplattung Scheitel (ne) 20,23m Abplattung links (ne) 29,37m Abplattung links (ne) 32,40m Abplattung Scheitel (ne) Länge 58,23m (27-30m bzw. 30-41m) Ablagerung 2,5%</p>

S1-F

--	--	--

1,22m: Abplattung (ne)
 Linksknick mit QV (mit TV nicht zu erkennen)
 Länge 20,62m
 Ablagerung 3%

Anhang

Lfd. Nr. 6
S7-S6



Abbildung 81: TV (7-6)



Abbildung 82: Quickview (6-7)



Abbildung 83: Quickview (7-6)

Keine Zustände lt. TV,
Länge 10,99m (8-9m),
Ablagerung 10%

S6-S5



Abbildung 84: TV (6-5)



Abbildung 85: Quickview (6-5)



Abbildung 86: Quickview (5-6)

Keine Zustände lt. TV,
Länge 21,93m
Ablagerung 7,5%

S5-S4



Abbildung 87: TV (5-4)



Abbildung 88: Quickview (4-5)
Ablagerungen -> Rückstau

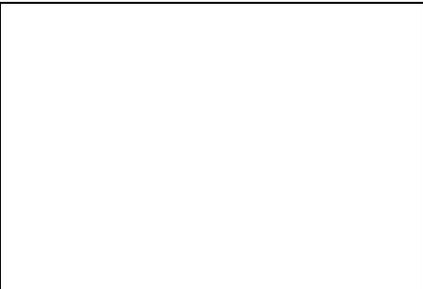


Abbildung 89: TV (5-4), Blindschacht



Abbildung 90: Quickview (5-4),
Blindschacht

12,99m: Blindschacht (ok 8-9m)
Ablagerungen -> Rückstau
erkennbar
Länge 29,78m
Ablagerung 7,5%

Anhang

S4-S3

<p>Abbildung 91: TV (4-3)</p>	<p>Abbildung 92: Quickview (4-3)</p>	
		<p>8,10m: Blindschacht (ok 6-7m), mit Quickview von gegenüber liegenden Schacht nicht erkennbar (ca. 24m Entfernung), Länge 32,8m, Ablagerung 2%</p>
<p>Abbildung 93: TV (4-3), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 94: Quickview (4-3), Blindschacht</p>	

S3-S2

<p>Abbildung 95: TV (3-2), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 96: TV (3-2), Beginn Senke</p>	<p>Abbildung 97: TV (3-2), Ende Senke</p>
<p>Abbildung 98: Quickview (3-2)</p>	<p>Abbildung 99: Quickview (3-2), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 100: Quickview (2-3), Rückstau/Senke bei S2 beginnend)</p>

7,15m Blindschacht (ok)
24,3m bis 28,5m Senke (ok)
Länge 29,36m,
Ablagerung 2,5%

Anhang

S2-S1



Abbildung 101: TV (2-1)



Abbildung 102: Quickview (2-1),
Senke, Rückstau



Abbildung 103: Quickview (2-1), Dist
nächster Schacht

Keine Zustände lt. TV
Rückstau bei S2 erkennbar,
Länge 16,62m (12-15m),
Ablagerung 5%
S1-S8



Abbildung 104: TV (1-8sammel)



Abbildung 105: Quickview (1-
8sammel)



Abbildung 106: Quickview (8-1),
Senke, Knick in Sohle

Keine Zustände lt. TV lt TV
mit Quickview Senke/Knick in Sohle erkennbar
Länge 16,13m
Ablagerung 5%

Lfd. Nr. 7

S7-S6



Abbildung 107: TV (7-6)



Abbildung 108: Quickview (7-6),



Abbildung 109: Quickview (6-7)

Keine Zustände lt. TV
Länge 23,67m
Ablagerung 5%
S6-S5



Abbildung 110: TV (6-5), Knick nach
rechts



Abbildung 111: Quickview (6-5),
Senke, Knick links und rechts



Abbildung 112: Quickview (5-6),
Knick nach links (Gegenseite)

Anhang

10,55m: Knick rechts lt. TV (ok)
 Senke und Knick nach links mit Quickview zusätzlich erkennbar
 Länge 14,84m
 Ablagerung 3%

S5-S4

		<p>Keine Zustände lt. TV lt. TV, Knick mit Quickview erkennbar, Länge 22,94m (13-16m) Ablagerung 3%</p>
<p>Abbildung 113: TV (5-4)</p>	<p>Abbildung 114: Quickview (5-4), nächster Schacht, Knick links</p>	

S4-S3

<p>Abbildung 115: TV (4-3), verfestigte Ablagerungen Anfang</p>	<p>Abbildung 116: Quickview (4-3), Ablagerungen verfestigt?</p>	<p>Abbildung 117: Quickview (3-4), Knick rechts</p>
		<p>0,64-3,96m: Verfestigte Ablagerungen (ok verfestigt?) Knick mit Quickview erkennbar Länge 27,67m, Ablagerung 3%</p>
<p>Abbildung 118: TV (4-3), verfestigte Ablagerungen Ende</p>	<p>Abbildung 119: Quickview (4-3), Knick links</p>	

S3-S2

		<p>Keine Zustände lt. TV Länge 13,22m Ablagerung 2,5%</p>
<p>Abbildung 120: TV (3-2)</p>	<p>Abbildung 121: Quickview (3-2)</p>	

Anhang

S2-S1



Keine Zustände lt. TV lt TV

Senke von S1 bis 4-6m mit Quickview erkennbar

Länge 31,2m

Ablagerung 2,5%

S1-S7



Lfd. Nr. 8

S6-S5



27,34-30,44m: Senke (ne), (nur Rückstau durch Ablagerungen?)

Länge 31,32m

Ablagerung 7,5%

S5-S4A



Anhang

S4A-S4



Abbildung 132: TV (4A-4)



Abbildung 133: Quickview (4-4A)

Keine Zustände lt. TV
Länge 16,02m (12-13m)
Ablagerung 2,5%

S4-S3



Abbildung 134: TV (4-3)

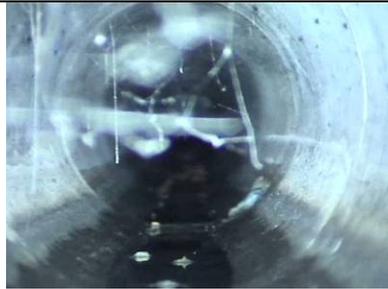


Abbildung 135: Quickview (3-4).
Sichtbehinderung Spinnweben

Keine Zustände lt. TV
Länge 17,29m
Ablagerung 2,5%

S3-S2



Abbildung 136: TV, Verschütteter Schacht (bei 25m)

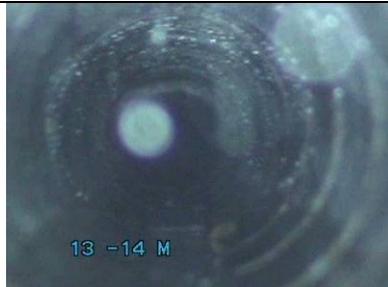


Abbildung 137: Quickview (3-2).
Verschütteter Schacht



Abbildung 138: TV (3-2)



Abbildung 139: Quickview (2-3).
Senke bei ca. 2m

26,34m: Verschütteter Schacht (13-14m)
Senke bei S2 mit QV erkennbar
Länge ca 36,44m,
Ablagerung 2%

Anhang

S2-S1A

<p>Abbildung 140: TV (2-1a)</p>	<p>Abbildung 141: Quickview (1a-2), Rückstau/Senke Anfang bei</p>	<p>Abbildung 142: Quickview (1a-2), Rückstau/Senke Ende</p>

Keine Zustände lt. TV lt. TV

Senke bei S1a mit QV erkennbar (7-8m lang)

Länge 38,9m (16-19m)

Ablagerung 10%

S1A-S1

<p>Abbildung 143: TV (1A-1) Senke Anfang</p>	<p>Abbildung 144: Quickview (1a-1) Ablagerungen/Rückstau bei S1a</p>	<p>Abbildung 145: Quickview (1A-1) Senke</p>
		<p>2,55m-6,23m Senke (ok) Senke in Gegenrichtung mit QV erkennbar Länge 31,22m Ablagerung 7,5%</p>
<p>Abbildung 146: TV (1A-1) Senke Ende</p>	<p>Abbildung 147: Quickview (1-1A): Senke</p>	

S1-S4

<p>Abbildung 148: TV (1-4), Querriss</p>	<p>Abbildung 149: Quickviw (4-1)</p>	

Anhang

		<p>2,59-6,56m: Rohr Wandung, Senke (ok) 25,76m Querriss (ne) ca. 20m Distanz zu QV Länge 45,19m Ablagerung 2,5%</p>
<p>Abbildung 150: TV (1-4), Querriss Detail</p>	<p>Abbildung 151; Quickview (4-1), Senke</p>	

Lfd. Nr. 9 S5-S4

<p>Abbildung 152: TV(4-5)</p>	<p>Abbildung 153: Quickview (4-5)</p>	<p>Abbildung 154: Quickview (4-5), Dist. nächster Schacht</p>
		<p>Keine Zustände lt. TV Länge 12,89m (9-11m bzw. 10-11m) übernächster Schacht 43,30m (24-27m) Ablagerung 5%</p>
<p>Abbildung 155: Quickview (5-4), Dist. Nächster Schacht</p>	<p>Abbildung 156: Quickview (5-4). Dist. übernächster Schacht</p>	

S4-S3

<p>Abbildung 157: TV (3-4)</p>	<p>Abbildung 158: Quickview (3-4)</p>	<p>Abbildung 159: Quickview (3-4), nächster Schacht</p>
		<p>14,61m: Blindanschluss links (ne) Länge 30,32m (16-19m bzw. 19-25m) Ablagerung 7,5%</p>
<p>Abbildung 160: TV (3-4),</p>	<p>Abbildung 161: Quickview (4-3),</p>	

Anhang

Einmündung links	nächster Schacht	
------------------	------------------	--

S3-S2

<p>Abbildung 162: TV (3-2)</p>	<p>Abbildung 163: Quickview (3-2), nächster Schacht</p>	<p>Abbildung 164: Quickview (2-3), Einbindung rechts</p>
		<p>38,55m Rohr Einbindung, Blindanschluss I (ok-Abstand ca. 14m, ne-Abstand 38,55m) Länge 52,21m Ablagerung 10%</p>
<p>Abbildung 165: TV (3-2), Einmündung links</p>	<p>Abbildung 166: Quickview (2-3), nächster Schacht</p>	

S2-S1

<p>Abbildung 167: TV (2-1)</p>	<p>Abbildung 168: Quickview (2-1), nächster Schacht</p>	<p>Abbildung 169: Quickview (1-2), nächster Schacht</p>
		<p>Keine Zustände lt. TV Länge 43,30m (23-26m bzw. 19-25m) Ablagerung 7,5%</p>
<p>Abbildung 170: Quickview (2-1)</p>		

Anhang

S1-S1F

<p>162.5°C 16-12-09 1-1 0:54:07 -2° 1.4% 1160/580 0.94</p>		
<p>07 -08 M</p>	<p>05 -06 M</p>	<p>Keine Zustände lt. TV Länge 7,11m (5-6m bzw. 7-8m) Ablagerung 10%</p>
<p>Abbildung 171: TV (1-1F)</p>	<p>Abbildung 172: Quickview (1-1F)</p>	
<p>Abbildung 173: Quickview (1F-1), Dist. nächster Schacht</p>	<p>Abbildung 174: Quickview (1-1F), Dist. nächster Schacht</p>	

Lfd. Nr. 10 S1- S7

<p>14.5°C 24-11-09 ROHR, FUGE, ABPLATZUNG, P PUNKTUELL 1-7 0:08:30 -277° -1.8% 00 12.10m</p>		
<p>14.5°C 24-11-09 1-7 0:08:16 -361° -2.4% 00 12.50m</p>	<p>10 -11 M</p>	<p>13,10m: Rohr Fuge, Abplatzung (ne) Länge 17,73m Ablagerung 3,5%</p>
<p>Abbildung 175 :TV (1-7), Abplatzung</p>	<p>Abbildung 176: Quickview (1-7)</p>	
<p>Abbildung 177: TV (1-7), Abplatzung</p>	<p>Abbildung 178: Quickview (1-7)</p>	

Lfd. Nr. 11 S9-S8

<p>15.0°C 25-11-09 ROHR, WANDUNG, QUERRISS, P PUNKTUELL 8-9 1:21:27 -134° 1.5% 0.91m</p>	<p>15.0°C 25-11-09 8-9 1:20:31 11° -4.2% 0.50m</p>	<p>15.0°C 25-11-09 ROHR, EINBINDUNG, BLINDSCHACHT, P PUNKTUELL, BLISSA 8-9 1:25:51 -89° 0.3% 7.38m</p>
<p>Abbildung 179: TV (8-9), Querriss</p>	<p>Abbildung 180: TV (8-9), Querriss</p>	<p>Abbildung 181: TV (8-9), Blindschacht 1</p>

Anhang

<p>Abbildung 182 :Quickview (8-9), Querriss</p>	<p>Abbildung 183 Quickview (8-9), Blindschacht 1</p>	<p>Abbildung 184 Quickview (8-9), Blindschacht 2</p>
<p>Abbildung 185: TV (8-9), Blindschacht 2</p>	<p>Abbildung 186: TV (8-9), Blindschacht 3</p>	<p>Abbildung 187 Quickview (9-8), Gegenseite, Blindschacht nicht erkennbar</p>

0,91m: Querriss (ok)
 7,38m: Blindschacht (ok 5-6m)
 15,56m: Blindschacht (ok 12-14m)
 27,84m: Blindschacht (ne)
 Länge 43,76m
 Ablagerung 4%

S8-S7

<p>Abbildung 188 :TV (7-8)</p>	<p>Abbildung 189: Quickview (7-8), nächster Schacht 5-7m</p>	<p>Abbildung 190: Quickview (7-8), Senke</p>
		<p>1,81-7,56m Senke (ok) Länge 8,12m (5-6m, 5-7m) Ablagerung 7,5%</p>
<p>Abbildung 191:TV (7-8)</p>	<p>Abbildung 192: Quickview (8-7), Rückstau/Senke</p>	

S7-S6

		<p>Abbildung 198: Quickview (6-7), Blindschacht 13,6-20,19. Rohr Wandung, Senke (ne) 19,14m Rohr Einbindung, Blindschacht (ok, soll 17,52m, ist 12-13m) 29,60m: Rohr Fuge, Abplatzung (ne) Länge 36,66m, Ablagerung 2,5%</p>

S6-S5

Anhang

		<p>5,21m Blindschacht (ok) 13,55m Blindschacht (ok 12-13m) 21,9-30,88m Rohr Wandung, Senke (ok) Länge 31,69m Ablagerung 10%</p>
<p>Abbildung 207: TV (6-5), Senke ANfang</p>	<p>Abbildung 208: Quickview (6-5), Blindschacht 2</p>	

S5-S4

<p>Abbildung 209: TV (5-4), verfestigte Ablagerungen</p>	<p>Abbildung 210: TV (5-4), Blindschacht 1</p>	<p>Abbildung 211: TV (5-4), Blindschacht 2</p>
<p>Abbildung 212: Quickview (5-4), verfestigte Ablagerungen</p>	<p>Abbildung 213: Quickview (5-4), Blindschacht 1</p>	<p>Abbildung 214: Quickview (4-5), Gegenseite, Blindschacht 2</p>

0,47m: Verfestigte Ablagerungen (ok-verfestigt??)
 3,10m: Blindschacht (ok)
 24,30m: Blindschacht (ok)
 (2. Blindschacht nur von Gegenseite (ca. 10m Entfernung vom Schacht))
 Länge 31,55m
 Ablagerung 7,5%

S4-S3

<p>Abbildung 215: TV (4-3) Blindschacht</p>	<p>Abbildung 216: TV (4-3) Senke Ende</p>	<p>Abbildung 217: Quickview (3-4), Rückstau/Senke</p>

Anhang

		<p>29,9m: Rohr Einbindung, Blindschacht (ok) 35,9m: Rohr Einbindung, Blindschacht (ok) 37,15-46,92m Rohr Wandung, Senke (ok) Länge 47,77m Ablagerung 7,5%</p>
<h3>S3-S2</h3>		
		<p>0,69-6,63m: Rohr Wandung, Senke (ok) Länge 15,85m (13-16m) Ablagerung 7,5%</p>
<h3>S2-S1</h3>		
<p>Abbildung 226: TV (2-1), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 227: Quickview (2-1), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 228: Quickview (2-1), nächster Schacht</p>

Anhang

3,64m: Rohr Einbindung, Blindschacht (ok)
 Länge 12,24m (11-12m)
 Ablagerung 3%

S1-S3

<p>Abbildung 229: TV (1-3), Senke Anfang</p>	<p>Abbildung 230: Quickview (1-3), Rückstau Senke</p>	
		<p>0,96-4,32m: Rohr Wandung, Senke (ok) Länge 27,39m Ablagerung 5%</p>
<p>Abbildung 231: TV (1-3), Senke Ende</p>	<p>Abbildung 232: Quickview (3-1)</p>	

Lfd. Nr. 12

S2-S1

		<p>Keine Zustände lt. TV Länge 30,02m Ablagerung 10%</p>
<p>Abbildung 233: TV (2-1)</p>	<p>Abbildung 234: Quickview (1-2)</p>	

S1-S5

		<p>Keine Zustände lt. TV Länge 10,91m Ablagerung 2,5%</p>
<p>Abbildung 235: TV (1-5)</p>	<p>Abbildung 236: Quickview (1-5), (keine zentrische Aufstellung möglich)</p>	

Anhang

Lfd. Nr. 13
S2-S1

<p>Abbildung 237: TV (2-1), Wassereintritt in S2</p>	<p>Abbildung 238: Quickview (1-2), Blindschacht</p>	
		<p>0,00m: Schacht Einbindung, Wassereintritt (ok kein QV-Bild vorhanden) 17,49m: Blindschacht (ok) 18,65m-27,15m: Rohr Wandung, Senke (ok) Länge 29,68m (18-21m, 15-18m) Ablagerung 5 %</p>
<p>Abbildung 239: TV (2-1) Blindschacht</p>	<p>Abbildung 240: Quickview (1-2), nächster Schacht</p>	

S1-F

		<p>Abplattung bei 6,3m (ne, keine Inspektion von Gegenseite) Länge 8,38m (5-7m) Ablagerung 5%</p>
<p>Abbildung 241: TV (1-3sammel), Abplattung Rohrwandung</p>	<p>Abbildung 242: Quickview (1-3), Haltungsende</p>	

Lfd. Nr. 14
S8-S7

<p>Abbildung 243 :TV (8-7), Längsriß 45,77m : Längsriß (ne, Inspektion von S7 nicht möglich – verschütteter Schacht) Länge 49,42m Ablagerung 5%</p>	<p>Abbildung 244: TV (8-7), Längsriß</p>	<p>Abbildung 245: Quickview (8-7)</p>

Anhang

S7-S6

<p>Abbildung 246: TV (7-6), Senke Anfang</p>	<p>Abbildung 247: TV (7-6), Senke Ende</p>	
		<p>15,34-20,88m-: Rohr Wandung, Senke (ok) Länge 22,29m (19-25m) Ablagerung: 7,5%</p>
<p>Abbildung 248: Quickview (6-7), Senke</p>	<p>Abbildung 249: Quickview (6-7), nächster Schacht</p>	

S6-S5

<p>Abbildung 250: TV (6-5), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 251: Quickview (6-5), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 252: Quickview (5-6), Blindschacht von Gegenseite</p>

8,77m: Blindschacht (ok 9-10m bzw. soll 17,54m, ist 18-21m)
Länge 26,31m
Ablagerung 2,5%

S5-S4

<p>Abbildung 253: TV (5-4), Querriss</p>	<p>Abbildung 254: TV (5-4), Senke Anfang</p>	<p>Abbildung 255: Quickview (5-4), nächster Schacht</p>

		<p>Abbildung 256: TV (5-4), Blindschacht</p> <p>Abbildung 257 :TV (5-4), Querriss</p> <p>Abbildung 258: Quickview (4-5), Senke (Gegenseite)</p> <p>Abbildung 259 :TV (5-4), Blindschacht</p> <p>Abbildung 260: Quickview (5-4), Blindschächte, (Linksknick erkennbar)</p> <p>6,24m Rohr Wandung, Querriss (ne) 7,47m Rohr Einbindung, Blindschacht (ok) 13,5m Rohr Einbindung, Blindschacht (ok) 29m bis S4: Rohr Wandung, Senke (ok) Linksknick mit QV erkennbar Länge 40,41m (17-20m) Ablagerung 5%</p>

S4-S3

<p>Abbildung 261: TV (4-3), Aussinterung</p>	<p>Abbildung 262: TV (4-3), Aussinterung, Längsriss, Feuchtigkeit</p>	<p>Abbildung 263: Quickview (3-4), nächster Schacht</p>
<p>Abbildung 264: TV (4-3), Aussinterung</p>	<p>Abbildung 265: TV (4-3), Senke/Rückstau Streckensch.</p>	<p>Abbildung 266: Quickview (3-4), Rückstau/Senke</p>

<p>Abbildung 267: TV (4-3), Aussinterung</p>	<p>Abbildung 268: Quickview (3-4), Aussinterung, Feuchtigkeit erkennbar</p>	<p>Abbildung 269: Quickview (4-3), Rückstau</p>
		<p>gesamte Haltung: Rohr Wandung Senke/Rückstau (ok) 13,2m: Rohr Fuge, Aussinterung (ok) 19,15m: Rohr Fuge, Aussinterung (ok), Rohr Wandung, Längsriß (ne) 23,25m: Rohr Wandung, Längsriß (ne) 25,2m: Rohr Fuge, Aussinterung (ok), Rohr Wandung Längsriß (ne), Feuchtigkeit sichtbar (ok) Länge 29,88m (17-20m) Ablagerung: 10%</p>
<p>Abbildung 270: TV (4-3), Aussinterung, Längsriß, Feuchtigkeit</p>	<p>Abbildung 271: Quickview (3-4), Aussinterung/Feuchtigkeit</p>	
<p>S3-S2</p>		
<p>Abbildung 272: TV (2-3), Feuchtigkeit, Aussinterung, Querriss</p>	<p>Abbildung 273: Quickview (2-3), Feuchtigkeit, Aussinterung, Querriss</p>	<p>Abbildung 274: Quickview (3-2), Aussinterung</p>
		<p>12,63m: Rohr Wandung, Feuchtigkeit sichtbar (ok), Aussinterung (ok), Querriss (ne) 19,27m: Aussinterung (ok) Länge 44,57m (19-25m) Ablagerung 7,5%</p>
<p>Abbildung 275: TV (2-3), Aussinterung</p>	<p>Abbildung 276: Quickview (2-3), nächster Schacht</p>	
<p>S2-S1</p>		
<p>Abbildung 277: TV(2-1), Aussinterung, Feuchtigkeit rechts</p>	<p>Abbildung 278: TV(2-1), Aussinterung, Feuchtigkeit</p>	<p>Abbildung 279: Quickview (1-2), Aussinterung, Sohlschwelle</p>

		<p>11,52m: Feuchtigkeit sichtbar (ok), Aussinterung (ok) 17,00m: Feuchtigkeit sichtbar (ok) 25,50m: Wassereintritt Pos. 6 (ok) 26,32m: Einmündung rechts (ne) 37,99m: Aussinterung (ok), Feuchtigkeit (ok) Lageabweichung- Sohle erkennbar Lageabweichung- Knick erkennbar Länge 45,60m Ablagerung 10%</p>

S1-F

		<p>16,91m Rohr Wandung, Aussinterung (ok), Feuchtigkeit sichtbar (ok) 17,27m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ne) 23,50m Bogen links Anfang (ok, 15- 18m) 32,15m Aussinterung, Feuchtigkeit (ne) 41,61m Wassereintritt Sohle (ne, Inspektion nur von einer Seite) Länge 41,89m Ablagerung 10%</p>

Anhang

Lfd. Nr. 15
S9-S8

<p>Abbildung 292: TV (9-8), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 293: TV (9-8), Rückstau Anfang</p>	<p>Abbildung 294: TV (9-8), Rückstau Ende</p>
		<p>14,05m: Rohr Einbindung, Blindschacht (ne) 10,32-14,49m: Rohr Wandung, Rückstau (ok) Länge 45,42m Ablagerung 10%</p>
<p>Abbildung 295: Quickview (9-8)</p>	<p>Abbildung 296: Quickview (8-9), Rückstau</p>	

S8-S7A

<p>Abbildung 297: TV (8-7A) Senke Anfang Streckenschaden</p>	<p>Abbildung 298: TV (8-7A), Querriss</p>	<p>Abbildung 299: TV (8-7A), Querriss</p>
<p>Abbildung 300: Quickview (8-7A), nächster Schacht (nicht messbar)</p>	<p>Abbildung 301: Quickview (8-7A), Querriss, Rückstau</p>	<p>Abbildung 302: Quickview (7A-8), Querriss von Gegenseite</p>

1,16-4,95m: Senke (ok)
1,36m: Rohr Wandung, Querriss (ok-1,36m)
Länge 5,85m
Ablagerung 10%

S7A-S7

		<p>0m-12,5m: Rohr Wandung, Senke (ok) 12,47m-23,3m: Verfestigte Ablagerungen (ok-verfestigt??) 25,4m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok), Querriss (ok) Länge 26,39m Ablagerung 12,5%</p>

S7-S6

		<p>3-17,5m: Senke (ne) Länge 26,23m (15-18m) Ablagerung 7,5%</p>

Anhang

S6-S5

<p>Abbildung 314: TV (6-5), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 315: TV (6-5), Senke Anfang</p>	<p>Abbildung 316: TV (6-5)</p>
		<p>14,14m: Blindschacht (ok) 24-28,03m: Rohr Wandung, Senke (ok) Länge 30,35m (23-26m) Ablagerung 5%</p>
<p>Abbildung 317: Quickview (5-6), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 318: Quickview (5-6), Rückstau/Senke geringfügig</p>	

S5-S4

<p>Abbildung 319: TV (5-4), Wassereintritt Fuge</p>	<p>Abbildung 320: TV (5-4), Wassereintritt Schacht</p>	<p>Abbildung 321: Quickview (4-5), nächster Schacht</p>
<p>Abbildung 322: TV (5-4), Scherbenbildung</p>	<p>Abbildung 323: Quickview (5-4), Wassereintritt</p>	
		<p>1,03m: Schacht Fuge, Wassereintritt (ok, 1m) 30,4m: Rohr Wandung, Scherbenbildung (ok, 1m) 31,00m: Schacht Fuge, Wassereintritt (ne) Länge 31,97m (13-14m) Ablagerung 2,5%</p>
<p>Abbildung 324: TV (5-4), Scherbenbildung</p>	<p>Abbildung 325: Quickview (4-5), Scherbenbildung, Feuchtigkeit</p>	

Anhang

S4-S3

<p>Abbildung 326: TV (4-3), Senke</p>	<p>Abbildung 327: TV (4-3), Aussinterung, Querriss</p>	<p>Abbildung 328: TV (4-3), Querriss, Blindschacht</p>
<p>Abbildung 329: Quickview (4-3), nächster Schacht</p>	<p>Abbildung 330: Quickview (4-3), Aussinterung, Querriss</p>	<p>Abbildung 331: Quickview (3-4), Blindschacht</p>

1,01-28,03m: Rohr Wandung Senke (ok)
 1,03m:Rohr Wandung, Längsriss (ne)
 2,28m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok), Querriss (ne)
 11,83m: Rohr Wandung, Querriss bei (ne)
 Blindschacht bei 12,44m (ok)
 Länge 29,03m
 Ablagerung 10%

S3-S2

		<p>Keine Zustände lt. TV Länge 8,08m Ablagerung 5%</p>
<p>Abbildung 332 :TV (3-2)</p>	<p>Abbildung 333: Quickview (2-3), nächster Schacht</p>	

S2-S1

<p>Abbildung 334: TV (2-1), Einmündung rechts</p>	<p>Abbildung 335: TV (2-1), Einmündung links</p>	

Anhang

		<p>9,47m: Rohr Einbindung, Blindanschluss r (ok) 13,51m: Rohr Einbindung, Blindanschluss l (ne) Länge 35,5m Ablagerung 5%</p>
<p>Abbildung 336 :Quickview (2-1), Einmündung rechts</p>	<p>Abbildung 337: Quickview (1-2), Sichtbeeinträchtigung Dampf</p>	

S1-F

		
<p>Abbildung 338: TV (1-F), Einmündung links</p>	<p>Abbildung 339: TV (1-F), Einmündung rechts</p>	<p>Abbildung 340: TV (1-F), Aussinterung Wandung</p>
		<p>2,89m: Rohr Einbindung, Blindanschluss l (ok) 5,04 m: Rohr Einbindung, Blindanschluss r(ok) 11,62m : Rohr Wandung, Aussinterung (ne) 25,77-35,82m: Rohr Wandung, Bogen (ok) Länge 39,29m Ablagerung 10%</p>
<p>Abbildung 341: Quickview (1-F), Einmündung links und rechts</p>	<p>Abbildung 342: Quickview (1-F), Bogen links</p>	

Lfd. Nr. 16

S3-S2

		
<p>Abbildung 343 .TV (2-3)</p>	<p>Abbildung 344: Quickview (2-3), Ablagerung Pilzwachstum</p>	<p>Abbildung 345: Quickview (3-2), Ablagerung 7,5%</p>

Keine Zustände lt. TV
Ablagerungen verfestigt??
Länge 37,03m
Ablagerung 7,5%

Anhang

S2-S1

<p>Abbildung 346: TV(2-1)</p>	<p>Abbildung 347: Quickview (2-1)</p>	<p>Abbildung 348: Quickview (2-1) , Dist. Nächster Schacht</p>
		<p>Keine Zustände lt. TV Länge 12,88m (7-9m bzw. 10-11m) Ablagerung 7,5%</p>
<p>Abbildung 349: Quickview (1-2), Dist. Nächster Schacht</p>		

S1-S7A

		<p>Keine Zustände lt. TV Länge 41,22m Ablagerung 2,5%</p>
<p>Abbildung 350 :TV (1-7A)</p>	<p>Abbildung 351: Quickview (1-7A)</p>	

Lfd. Nr. 17

S6-S5

<p>Abbildung 352:TV (6-5), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 353: Quickview (6-5), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 354 :Quickview (5-6), Senke/Rückstau</p>

14,12m: Rohr Einbindung, Blindschacht (ok, 13-16m)
Rückstau/Senke mit QV erkennbar
Länge 30,85m
Ablagerung 10%

Anhang

S5-S4

<p>Abbildung 355: TV (5-4), Senke Anfang</p>	<p>Abbildung 356: Quickview (5-4), Ablagerung 5%</p>	<p>Abbildung 357: Quickview (4-5)</p>
		<p>5,88-15,54m: Rohr Wandung, Senke (ok) 15,87m: Rohr Einbindung, Blindschacht (ok 12-13m) Länge 42,43m Ablagerung 15%</p>
<p>Abbildung 358: TV (5-4), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 359: Quickview (5-4), Blindschacht</p>	

S4-S3

<p>Abbildung 360: TV (4-3), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 361: Quickview (4-3)</p>	
		<p>13,49m Rohr Einbindung, Blindschacht (ne) 25,58m Rohr Einbindung, Blindschacht (ok- soll 18,43m, ist 15-18m) Länge 44,32m Ablagerungen 7,5%</p>
<p>Abbildung 362: TV (4-3), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 363: Quickview (3-4), Dist. Blindschacht</p>	

S3-S2

<p>Abbildung 364 :TV(3-2)</p>	<p>Abbildung 365: Quickview (3-2)</p>	<p>Abbildung 366: Quickview (3-2) , Dist nächster Schacht</p>

Anhang

 <p>19 -22 M</p>		<p>Keine Zustände lt. TV Länge 34,43m (2x 19-22m) Ablagerung 3%</p>
<p>Abbildung 367: Quickview (2-3), Dist nächster Schacht</p>		

S2-S1

 <p>13,0°C 02-12-09 2-1 0:51:42 -13 -2,7% 23,11m</p>	 <p>09 -10 M</p>	
<p>Abbildung 368: TV(2-1), Blindschacht</p>		
<p>Abbildung 369: Quickview (1-2), Dist. Blindschacht, Rechtskrümmung</p>		
<p>Abbildung 370: Quickview (2-1) Senke 1</p>		
	 <p>12 -14 M</p>	<p>1,65m-4,82m: Senke (ok) 21,86m-25,24m: Senke (ok) 23,87m: Blindschacht (ok 12-14m, von Gegenseite:soll 15m, ist 9-10m) Länge 38,55m Ablagerung 5%</p>
<p>Abbildung 371: Quickview (1-2), Senke 2</p>		
<p>Abbildung 372: Quickview (2-1), Dist. Blindschacht</p>		

S1-S2(HST1/9)

 <p>13,5°C 02-12-09 1-2 0:58:17 -2* -4,4% 1,81m</p>	 <p>OUT OF RANGE</p>	
<p>Abbildung 373: TV (1-2)</p>		
<p>Abbildung 374: Quickview (1-2), Dist. nicht möglich</p>		
 <p>13,5°C 02-12-09 SCHACHT, WANDUNG, WASSEREINTRITT, PUNKTUELL, SOHLE 1-2 0:57:18 -62* -2,1% 0,00m</p>	 <p>AF:ON</p>	<p>0,00m: Schacht Wandung, Wassereintritt Pos. 6 (ne, Schaden im Schacht) Länge 5,30m (Messung nicht möglich) Ablagerung 7,5%</p>
<p>Abbildung 375: TV (1-2), Wassereintritt Sohle (S1)</p>		
<p>Abbildung 376: Quickview (1-2)</p>		

Lfd. Nr. 18
S2-S1

<p>Abbildung 377: TV (2-1), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 378: Quickview (1-2), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 379: Quickview (2-1), Sichtbehinderung Spinnweben</p>
		<p>21,17m: Blindschacht (ok-soll: 8,9m; ist: 6-7m) 28,58m: verfestigte Ablagerungen (ok, verfestigt??) Länge 30,07m Ablagerung: 10%</p>
<p>Abbildung 380: TV (2-1), verfestigte Ablagerungen</p>	<p>Abbildung 381: Quickview (1-2), Ablagerungen (verfestigt??)</p>	

S1-F

<p>Abbildung 382: TV (1-F), Scherbenbildung</p>	<p>Abbildung 383: TV (1-F), Rohr/Fuge, Abplatzung Dichtring sichtbar</p>	<p>Abbildung 384: TV (1-F), Rohr/Fuge, Abplatzung, Dichtring sichtbar</p>
<p>Abbildung 385: Quickview (1-F), Scherbenbildung</p>	<p>Abbildung 386: Quickview (1-F), Haltungsende</p>	<p>Abbildung 387: Quickview (1-F), Senke</p>

0,35m: Rohr Wandung, Scherbenbildung (ok)
5,25m: Rohr Fuge, Abplatzung (ne), Dichtring sichtbar (ne)
Senke mit QV erkennbar
Länge: 7,39m (5-6m)
Ablagerung 2,5%

Anhang

Lfd. Nr. 19
S5-S4



Abbildung 388: TV (4-5)

Keine Zustände lt. TV lt TV
Länge 31,48m
Ablagerung 7,5%



Abbildung 389: Quickview (5-4)



Abbildung 390: Quickview (5-4)

S4-S3



Abbildung 391: TV (4-3)



Abbildung 392: TV (4-3)



Abbildung 393: Quickview (3-4), Dsit. nächster Schacht



Abbildung 394 :Quickview (4-3),
Querriss



Abbildung 395 :Quickview (4-3),
Wassereintritt, Dist. nächster Schacht



Abbildung 396 :Quickview (3-4),
Wassereintritt Schacht

1,70m: Rohr Wandung, Querriss (ok)
7,12m: Rohr Fuge, Wassereintritt Sohle (ok)
Länge: 7,61m (6-7m, 6-7m)
Ablagerung 7,5%

S3-S2A



Abbildung 397: TV (3-2A)



Abbildung 398: Quickview (2A-3)

Anhang

 <p>08 -09 M</p>	 <p>07 -08 M</p>	<p>Keine Zustände lt. TV Länge 10,8m (7-8m, 8-9m) Ablagerung 2,5%</p>
<p>Abbildung 399: Quickview (2A-3), Dist. Nächster Schacht</p>	<p>Abbildung 400: Quickview (3-2A), Dist. Nächster Schacht</p>	

S2A-S2

 <p>144,5°C 10-12-09 2A-2 01:56:40 45° -3,7% 5,66m</p>		
<p>Abbildung 401: TV (2A-2), Blindschacht 6,51m Blindschacht (ok) Länge 31,02m Ablagerung 5%</p>	<p>Abbildung 402: Quickview (2A-2), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 403: Quickview (2-2A) Dist. Nächster Schacht</p>

S2-S1

 <p>144,5°C 10-12-09 2-1 1:08:19 59° 0,0% 6,53m</p>	 <p>05 -07 M</p>	 <p>12 -15 M</p>
<p>Abbildung 404: TV (2-1), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 405: Quickview (2-1), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 406: Quickview (1-2), Dist nächster Schacht</p>
 <p>144,5°C 10-12-09 2-1 1:12:19 59° 0,1% 26,34m</p>		 <p>15 -18 M</p>
<p>Abbildung 407: TV (2-1), Wassereintritt Rohr/Fuge 7,46m: Rohr Einbindung, Blindschacht (ok 5-7m) 26,99m: Rohr Fuge Wassereintritt (ok 15-18m) Länge 28,12m (15-18m, 12-15m) Ablagerung 2,5%</p>	<p>Abbildung 408: Quickview (1-2), Wassereintritt Rohr/Fuge</p>	<p>Abbildung 409: Quickview (2-1), Dist nächster Schacht, Wassereintritt Rohr/Fuge</p>

Anhang

S1- F

<p>Abbildung 410: TV (1-F), Feuchtigkeit, Aussinterung</p>	<p>Abbildung 411: Quickview (1-F)</p>	
		<p>3,02m: Rohr, Fuge, Aussinterung (ok), Feuchtigkeit (ne) 4,66m: Feuchtigkeit sichtbar, Aussinterung (ne), Wassereintritt, Querriss, Feuchtigkeit sichtbar (ne) 1,13-4,68m: Rohr Wandung, Senke (ok) Länge 5,32m (5-6m) Ablagerung 25%</p>
<p>Abbildung 412: TV (1-F), Feuchtigkeit, Aussinterung, Wassereintritt, Querriss</p>	<p>Abbildung 413: Quickview (1-F), Dist. nächster Schacht</p>	

Lfd. Nr. 20

S2-S1

<p>Abbildung 414: TV (2-1), Querriss</p>	<p>Abbildung 415: Quickview (2-1)</p>	
		<p>14,49m: Rohr Wandung, Querriss (ne) Länge 24,42m (16-19m) Ablagerung 5%</p>
<p>Abbildung 416: TV (2-1), Querriss</p>	<p>Abbildung 417: Quickview (2-1), Dist. nächster Schacht</p>	

S1-S3

<p>Abbildung 418: TV (1-3), Allgemeinzustand</p>	<p>Abbildung 419: Quickview (1-3), Dist. nächster Schacht</p>	

Anhang

		<p>0,87-2,07m: Allgemeinzustand Fotobeispiel (ne) Länge 12,24m (8-9m) Ablagerung 2%</p>
<p>Abbildung 420: TV (1-3)</p>	<p>Abbildung 421: Quickview (1-3)</p>	

Lfd. Nr. 21
 S8-S7

<p>Abbildung 422: TV (8-7)</p>	<p>Abbildung 423: Quickview (8-7)</p>	<p>Abbildung 424: Quickview (7-8),</p>

keine Zustände lt. TV
 Länge 15,38m
 Ablagerung 5%

S7-S6

<p>Abbildung 425: TV (7-6)</p>	<p>Abbildung 426: Quickview (7-6)</p>	
		<p>Keine Zustände lt. TV Länge 13,14m (9-10m) Ablagerung 2%</p>
<p>Abbildung 427: Quickview (7-6) , Dist. nächster Schacht</p>	<p>Abbildung 428: Quickview (6-7)</p>	

Anhang

S6-S5



Abbildung 429: TV (6-5)

Keine Zustände lt. TV
Länge 15,19m (10-11m)
Ablagerung 2,5%



Abbildung 430: Quickview (6-5)



Abbildung 431: Quickview (5-6)

S5-S4



Abbildung 432 :TV(5-4)



Abbildung 433: Quickview (4-5)



Abbildung 434: Quickview (5-4), Dist. nächster Schacht



Abbildung 435: Quickview (4-5), Dist. nächster Schacht



Abbildung 436: Quickview (5-4)

Keine Zustände lt. TV
Länge 6,98m (5-6m, 5-6m)
Ablagerung 3%

S4-S3

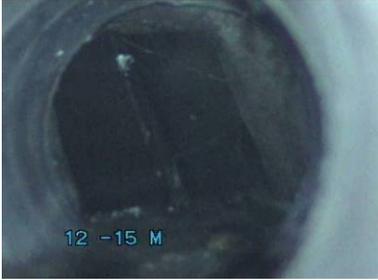


Abbildung 437 :TV (4-3), Blindanschluss rechts, nicht verputzt



Abbildung 438: Quickview (3-4), Blindanschluss (links), Bogen r

Anhang

		<p>11,97m: Rohr Einbindung, Blindanschluss r (ok), nicht verputzt (ne) Bogen erkennbar Länge 17,22m Ablagerung 5%</p>
<p>Abbildung 439: Quickview (3-4), Dist. nächster Schacht</p>	<p>Abbildung 440: Quickview (4-3), Bogen I</p>	

S3-S2

		
<p>Abbildung 441: TV (3-2), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 442: Quickview (3-2)</p>	
		<p>20,17m: Rohr Einbindung, Blindschacht (ne) Länge 33,31m Ablagerung 3%</p>
<p>Abbildung 443: TV (3-2), Blindschacht</p>	<p>Abbildung 444: Quickview (2-3)</p>	

S2-S1

		
<p>Abbildung 445: TV (2-1), Rohr Wandung sonstiges</p>	<p>Abbildung 446: TV (2-1)</p>	<p>Abbildung 447: TV (2-1), Wassereintritt Schacht</p>
		
<p>Abbildung 448: Quickview (2-1)</p>	<p>Abbildung 449: Quickview (1-2)</p>	<p>Abbildung 450: Quickview (1-2), Wassereintritt Schacht</p>

Anhang

1,41m: Rohr Wandung, Sonstiges (ne)
28,88m: Schacht Einbindung, Wassereintritt (ok)
Länge 29,58m
Ablagerung 2,5%

S1-F



Abbildung 451: TV(1-F),
Aussinterung, Querriss



Abbildung 452: Quickview (1-F)



Abbildung 453: Quickview (1-F), Dist.
nächster Schacht

4,85m: Aussinterung, Querriss (ne-Messung nur von einer Seite möglich)
Länge 5,41m (5-6m)
Ablagerung 3%

Lfd. Nr. 22 S3-S2A



Abbildung 454: TV (3-2A),
Abplattung



Abbildung 455: TV (3-2A),
Einbindung r



Abbildung 456: TV (3-2A),
Einbindung l



Abbildung 457: Quickview (3-2A),
Dist. Blindanschluss



Abbildung 458: Quickview (2A-3),
Dist. Blindanschluss, Wassereintritt?



Abbildung 459: Quickview (2A-3)

5,20m: Rohr Wandung, Abplattung (ne)
10,13m: Rohr einbindung, Blindanschluss (ne)
30,15m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ok – einragend, soll 13,85m, ist 12-13m bzw. 16-19m)
Länge 44,00m
Ablagerung 3%

S2A-S2

<p>Abbildung 460: TV (2A-2), Querriss</p>	<p>Abbildung 461: Quickview (2A-2), Querriss</p>	<p>Abbildung 462: Quickview (2-2A), lageabweichung-Bogen</p>
		<p>1,26m: Rohr Wandung Querriss (ok) +Lageabweichung Bogen mit QV erkennbar Länge 30,53m Ablagerung 5%</p>
<p>Abbildung 463: TV (2A-2), Querriss</p>	<p>Abbildung 464: Quickview (2A-2), Lageabweichung-Bogen</p>	

S2-S1A

<p>Abbildung 465: TV (2-1A), Blindanschlüsse</p>	<p>Abbildung 466: Quickview (2-1A), Blindanschluss</p>	<p>Abbildung 467: Quickview (2-1A)</p>
<p>Abbildung 468: TV (2-1A), Feuchtigkeit sichtbar, Querriss</p>	<p>Abbildung 469: Quickview (2-1A), Feuchtigkeit, Querriss</p>	
		<p>0,64m: Blindanschluss (ok) 1,39m: Blindanschluss (ok) 3,18m: Feuchtigkeit sichtbar (ok), Querriss (ne) 7,30m-19,98m: Bogen-Streckenschaden (ok) Länge 20,95m Ablagerung. 7,5%</p>
<p>Abbildung 470: Quickview (2-1A), Bogen-Streckenschaden</p>	<p>Abbildung 471: Quickview (1A-2), Bogen-Streckenschaden</p>	

Anhang

S1A-S1

Abbildung 472: TV (1A-1),	Abbildung 473: TV (1A-1),	Abbildung 474: TV (1A-1),
Abbildung 475: Quickview (1A-1), Dist Knick	Abbildung 476: Quickview (1A-1), Knick	Abbildung 477: Quickview (1A-1), Dist. Knick

0,36m: Rohr Wandung, Feuchtigkeit sichtbar (ne), Querriss (ne)
 10,33m: Rohr Wandung, Knick (ok – 11-13m bzw. 16-19m, soll: 23,98m)
 25,87m: Blindanschluss (ne)
 Länge 34,31m
 Ablagerung 5%

S1-S23(HST1)

Abbildung 478: TV (1-23), Aussinterung, Feuchtigkeit, Querriss	Abbildung 479: Quickview (1-23), Lageabweichung Bogen	Abbildung 480: Quickview (23-1), Lageabweichung Bogen
		<p>17,11m: Rohr/Wandung Aussinterung (ne), Feuchtigkeit sichtbar (ne), Querriss (ne) 17,46m: verfestigte Ablagerungen (ok verfestigt?) kein Weiterkommen, Inspektion von Gegenseite nicht möglich Lageabweichung Bogen erkennbar Länge 38,20m Ablagerung: 5%</p>
Abbildung 481: TV (1-23), verfestigte Ablagerungen, kein Weiterkommen	Abbildung 482: Quickview (1-23), Ablagerungen (verfestigt??)	

Anhang

Lfd. Nr. 23
S5-S4

		
		<p>10,54m: Rohr/Fuge Aussinterung (ne), Feuchtigkeit sichtbar (ne) 21,38m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ok), nicht verputzt (ne), Wassereintritt (ok) 31,11m: Verfestigte Ablagerungen (ne Inspektion nur von einer Seite) 32,13m: kein Weiterkommen, Inspektion erst nach Reinigung möglich Linksknick -krümmung sichtbar Länge 35,40m Ablagerung 5%</p>

S4-S3

Anhang

		<p>5,29m: Rohr Einbindung Blindschacht (ok), nicht verputzt (ok) Wassereintritt (ok) 18,03m: Rohr Einbindung Blindschacht (ne), Wassereintritt (ne), Querriss (ne) 18,33m: Rohr Wandung, Verfestigte Ablagerungen (ne), Wassereintritt (ne) 18,80m: Rohr Fuge, Wassereintritt (ne), Aussinterung (ne) 20,68m: Rohr Fuge Feuchtigkeit sichtbar (ne) 30,72m: Rohr Fuge, Abplattung (ne) Hoher Wasserspiegel, Senke/Rückstau erkennbar Haltung gekrümmt-viele Zustände deshalb nicht erkennbar Länge 45,32m Ablagerung 10%</p>

S3-S2

		<p>Keine Zustände lt. TV Länge 5,00m Ablagerung 2,5%</p>
--	--	--

S2-S1

Anhang

		<p>5,81m: Rohr Einbindung, Blindschacht (ok), Wassereintritt (ne) 10,58m: Rohr Fuge, Feuchtigkeit sichtbar (ne) 20,66m: Rohr Wandung, Scherbenbildung (ne), Wassereintritt (ne) 21,01m: Rohr Einbindung Blindschacht (ne), Einbindung Wassereintritt (ok) (14-17m bzw. soll: 12m; ist 8-9m) Länge 33,25m Ablagerung 2,5%</p>
<p>Abbildung 506: TV (2-1), Scherbenbildung, Wassereintritt</p>	<p>Abbildung 507: Quickview (2-1), Dist. Wassereintritt</p>	

S1-F

<p>Abbildung 508: TV (1-F), Fuge Wassereintritt</p>	<p>Abbildung 509: Quickview (1-F), Wassereintritt (2x)</p>	
		<p>4,48m: Rohr Fuge, Wassereintritt (ok) 6,54m: Rohr Fuge, Wassereintritt (ok, 5-6m) Länge 12,73m Ablagerung 2,5%</p>
<p>Abbildung 510: TV (1-F), Fuge Wassereintritt</p>	<p>Abbildung 511: Quickview (1-F), Wassereintritt Dist.</p>	

Lfd. Nr. 24

S1-S2

<p>Abbildung 512: TV (1-2), Haltungsende</p>	<p>Abbildung 513: Quickview (1-2), Dist. Haltungsende</p>	<p>Abbildung 514: Quickview (1-2)</p>

Keine Zustände lt. TV
 Länge 15,95m (10-11m)
 Ablagerung 2,5%

Anhang

S1-F(HST1)



Abbildung 515 :TV((1-F), Kreuzung von Versorgungsleitung



Abbildung 516: Quickview (1-F), Kreuzung von Versorgungsleitung



Abbildung 517: Quickview (1-F), Dist. Haltungsende

9,69m Kreuzung von Versorgungsleitung (ok)

Länge 12,61m (8-10m)

Ablagerung 2,5%

Lfd. Nr. 25

S2-S1



Abbildung 518: TV (2-1), Blindschacht, HD-Kanalreinigung



Abbildung 519: Quickview (2-1), Blindschacht



Abbildung 520: Quickview (1-2). Dist nächster Schacht



Abbildung 521: TV (2-1), verfestigte Ablagerungen



Abbildung 522: Quickview (1-2), verfestigte Ablagerungen

8,29m: Blindschacht (ok)
10,40-32,99m: Rohr Wandung verfestigte Ablagerungen, Streckenschaden (ok)
Länge 35,38m (19-25m)
Ablagerung 7,5%

S1-F



Abbildung 523: TV (1-F), verfestigte Ablagerungen

2,5m-10,00m (geschätzt): Rohr Wandung, verfestigte Ablagerungen, Streckenschaden (ok-keine Quickview-Aufnahme vorhanden)

Länge 12,23m

Ablagerung 10%

Anhang

Lfd. Nr. 26
S32-S31

<p>Abbildung 524: TV (32-31),</p>	<p>Abbildung 525: TV (32-31),</p>	<p>Abbildung 526: TV (32-31),</p>
<p>Abbildung 527: Quickview (32-31), schlechte Sicht, Nebel</p>	<p>Abbildung 528: Quickview (31-32), Bogen</p>	<p>Abbildung 529: Quickview (31-32), Wassereintritt (Streckenschaden?)</p>

1,15m: Rohr Wandung Querriss (ne), Aussinterung, (ne)
 1,20m: Einbindung Blindanschluss (ok)
 44,26 Rohr Wandung, Wassereintritt (ne)
 46,72-50,00m Rohr Wandung, Wassereintritt Streckenschaden (ok)
 30,00-50,70m Bogen-Streckenschaden (ok)
 Länge 55,32m
 Ablagerung 5%

S31-S30

<p>Abbildung 530: TV (31-30), Aussinterung, Querriss</p>	<p>Abbildung 531: Quickview (31-30), Bogen</p>	<p>Abbildung 532: Quickview (30-31), Bogen, Aussinterung</p>
<p>Abbildung 533: TV (31-30), Aussinterung, Feuchtigkeit sichtbar</p>	<p>Abbildung 534: Quickview (31-30), Bogen, Aussinterung</p>	

		<p>2,75m-44,79m: Bogen-Streckenschaden (ok) 14,94m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok), Querriss (ne) 22,49m: Rohr, Aussinterung (ok), Feuchtigkeit sichtbar (ne) 44,79m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok), Querriss (ne) Länge 49,64m Ablagerung 5%</p>
<p>Abbildung 535: TV (31-30), Aussinterung, Querriss</p>	<p>Abbildung 536: Quickview (30-31), Bogen, Aussinterung</p>	

S30-S29

<p>Abbildung 537: TV (30-29), Aussinterung, Feuchtigkeit, Querriss</p>	<p>Abbildung 538: TV (30-29), Blindanschluss</p>	<p>Abbildung 539: Quickview (30-29),</p>
<p>Abbildung 540: TV (30-29), Aussinterung, Querriss</p>	<p>Abbildung 541: TV (30-29), Feuchtigkeit sichtbar, Querriss</p>	<p>Abbildung 542: Quickview (30-29), Aussinterung</p>
<p>Abbildung 543: TV (30-29), Aussinterung, Feuchtigkeit sichtbar</p>	<p>Abbildung 544: Quickview (30-29), Aussinterung</p>	<p>Abbildung 545: Quickview (29-30),</p>
<p>Abbildung 546: TV (30-29), Querriss</p>	<p>Abbildung 547: Quickview (30-29), Aussinterung</p>	<p>Abbildung 548: Quickview (29-30), Feuchtigkeit (44,23m), Blindanschluss</p>

0,95-4,97m: Bogen-Streckenschaden (ok)

Anhang

4,90m: Rohr Wandung Aussinterung (ok), Feuchtigkeit (ne) sichtbar, Querriss (ne)
 14,65m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok), Querriss (ne)
 16,94m: Rohr Wandung, Aussinterung (ne), Feuchtigkeit sichtbar (ne)
 28,94m: Rohr Wandung, Querriss (ne)
 38,37m: Blindanschluss (ok)
 44,23m: Rohr Wandung, Feuchtigkeit sichtbar (ok), Querriss (ne)
 Länge 51,91m
 Ablagerung 5%

S29-S28



Abbildung 549: TV (29-28), 2x Feuchtigkeit sichtbar



Abbildung 550: TV (29-28), Feuchtigkeit, Aussinterung, Querriss



Abbildung 551: TV (29-28), Aussinterung, Querriss, Wassereintritt



Abbildung 552: Quickview (29-28), Aussinterung Dist.



Abbildung 553: Quickview (28-29), Aussinterung



Abbildung 554: Quickview (28-29), Aussinterung, Bogen I

6,52m: Rohr Wandung, Feuchtigkeit sichtbar (ne)
 7,17m: Rohr Wandung, Feuchtigkeit sichtbar (ne)
 12,35m: Rohr Wandung, Feuchtigkeit sichtbar (ne), Aussinterung (ok), Querriss (ne) (6-7m)
 42,20m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok), Querriss (ne), Wassereintritt (ne) (soll 9,13m, ist 8-10m)
 Lageabweichung Bogen erkennbar
 Länge 51,33m
 Ablagerung 5%

S28-S27



Abbildung 555: TV (28-27), Aussinterung



Abbildung 556: Quickview (28-27), Wandung Wassereintritt (Zustnd mit TV nicht erhoben)



Abbildung 557: Quickview (27-28), Dist. nächster Schacht

		<p>20,76m: Rohr Wandung, Aussinterung (ne) 40,87m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok) + ca. 4m: Rohr Wandung, Wassereintritt (mit Quickview erkennbar) Länge 49,04m (30-41m) Ablagerung 2,5%</p>
<p>Abbildung 558: TV (26-27), Aussinterung</p>	<p>Abbildung 559: (Quickview (27-28), Aussinterung</p>	

S26-S27

<p>Abbildung 560: TV (26-27), Blindanschluss</p>	<p>Abbildung 561: TV (26-27), Aussinterung, Längsriss</p>	<p>Abbildung 562: Quickview (27-26)</p>
<p>Abbildung 563: TV (26-27), Aussinterung, Querriss</p>	<p>Abbildung 564: TV (26-27), Aussinterung</p>	<p>Abbildung 565: Quickview (27-26), Aussinterungen</p>
		<p>4,31m: Rohr Wandung Knick (ok) -> Sichteinschränkung 6,03m :Rohr Einbindung, Blindanschluss (ne) 7,90m-22,22m: Rohr Wandung Bogen (ok) 22,37m: Rohr Wandung, Aussinterung, Querriss (ne) 32,37m: Rohr Wandung, Aussinterung, Querriss (ne) 41,68m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok), Längsriss (ne) 43,87m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok) 47,65m: Rohr Wandung Aussinterung (ok) Länge 53,01m Ablagerung 5%</p>
<p>Abbildung 566: TV (26-27), Aussinterung, Querriss</p>	<p>Abbildung 567: TV (26-27), Aussinterung</p>	
<p>Abbildung 568: TV (26-27), Aussinterung, Längsriss</p>	<p>Abbildung 569: Quickview (26-27), Knick -> Sichtbehinderung</p>	

S26-S25

- 1,68m-3,36m: Bogen-Streckenschaden (ok)
- 3,20m: Blindanschluss (ok), Aussinterung (ne)
- 6,70m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok)
- 7,42m: Rohr Wandung Aussinterung (ne)
- 12,71m: Rohr Einbindung Blindanschluss (ne)
- 26,83m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok)
- 36,92m: Rohr Wandung, Feuchtigkeit sichtbar (ne)
- 37,22m: Rohr Wandung, Querriss (ne), Wassereintritt (ne)
- 41,63m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ne)
- Länge 49,60m (27-30m)
- Ablagerung 2,5%

S25-S24

7,30m: Rohr Wandung, Aussinterung, Feuchtigkeit sichtbar (ok)
 7,64m: Rohr Wandung, Aussinterung (ne)
 9,25m: Rohr Wandung Knick (ok, 7-8m)
 14,43m: Rohr Einbindung Blindanschluss (ok)
 17,45m: Rohr Wandung, Aussinterung, Feuchtigkeit sichtbar, Querriss (ne)
 29,00m: Rohr Wandung, Knick (ok)
 36,50m: Rohr Wandung, Querriss, Wassereintritt (ne)
 38,77m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ne)
 Länge: 50,78m
 Ablagerung 5%

S24-S23

--	--	--

		
<p>Abbildung 593: TV (24-23), Querriss, Wassereintritt, Blindanschluss r,</p>	<p>Abbildung 594: TV (24-23), Aussinterung, Querriss</p>	<p>Abbildung 595: Quickview (24-23), Dist. Bogen Anfang</p>
		<p>6,08m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ok) 6,49m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok), Querriss (ne) 16,17m: Rohr Wandung, Querriss, Wassereintritt (ne) 16,53m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ne) 23,73m-50,75m: Rohr Wandung, Bogen-Streckenschaden (ok, soll 23,73m, ist 19-25m) 26,27m: Rohr Wandung, Feuchtigkeit sichtbar, Querriss (ne) 34,29m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ne) 38,23m: Rohr Einbindung, Blindanschluss, nicht verputzt (ne) 42,18m: Rohr Wandung, Aussinterung, Querriss (ne) 49,73m: Rohr Einbindung, Blindanschluss, Aussinterung (ne) [ok von Gegenseite-keine Inspektion] Länge: 51,36m Ablagerung 2,5%</p>
<p>Abbildung 596: TV (24-23), Feuchtigkeit sichtbar, Querriss</p>	<p>Abbildung 597: TV (24-23), Blindanschluss, Aussinterung</p>	
		
<p>Abbildung 598: TV (24-23), Blindanschluss</p>	<p>Abbildung 599: Quickview (24-23), Blindanschluss r (6,08m), Aussinterung l</p>	

S23-S22

		
<p>Abbildung 600: TV (23-22), Blindanschluss r</p>	<p>Abbildung 601: Quickview (23-22), Blindanschluss</p>	<p>Abbildung 602: TV (23-22), Aussinterung, Querriss, Wassereintritt</p>
		
<p>Abbildung 603: TV (23-22), Aussinterung, Feuchtigkeit sichtbar, Querriss</p>	<p>Abbildung 604: Quickview (23-22), Aussinterung</p>	<p>Abbildung 605: Quickview (23-22), Aussinterung</p>

		<p>1,69m: Rohr Einbindung Blindanschluss (ok) 5,02m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok), Feuchtigkeit sichtbar (ok), Querriss (ne) 15,08m; Rohr Einbindung Blindanschluss (ok) 15,17m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok), Feuchtigkeit sichtbar (ne), Querriss (ne) 19,58m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ok) 34,91m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok), Querriss (ne), Wassereintritt (ne) Länge: 39,89m (27-30m, 26-30m) Ablagerung 5%</p>

S22-S21

Anhang

Streckenschaden		
5,54m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (HST 1/9) (ok-7-8m) 1,52m-13,99m: Rohr Wandung, Bogen (ok) 8,22m: Rohr Wandung, Aussinterung, Querriss (ne) 9,84m: Rohr Wandung, Aussinterung (ne) 14,51m; Rohr Einbindung Blindanschluss (ne) 27,65m: Rohr Wandung, Aussinterung (ne) 28,25m-30,33m: Rohr Wandung, Feuchtigkeit sichtbar-Streckenschaden (ne) 36,82m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ok) soll 6,59m, ist 5-6m 37,95m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok) Länge: 48,95m Ablagerung 2,5%		

S21-S20

 <p>Abbildung 619: TV (21-20), Blindanschluss, Aussinterung</p>	 <p>Abbildung 620: Quickview (21-20), Blindanschluss, Aussinterung</p>	 <p>Abbildung 621: TV (21-20), Aussinterung, Querriss</p>
 <p>Abbildung 622: TV (21-20), Aussinterung</p>	 <p>Abbildung 623: Quickview (21-20), Aussinterung</p>	 <p>Abbildung 624: TV (21-20), Blindanschluss r, o</p>
 <p>Abbildung 625: TV (21-20), Aussinterung, Blindanschluss r</p>	 <p>Abbildung 626: QuickView (21-20)</p>	 <p>Abbildung 627: TV (21-20), Feuchtigkeit sichtbar</p>
 <p>Abbildung 628: TV (21-20), Blindanschluss</p>	 <p>Abbildung 629: Quickview (21-20)</p>	4,71m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ok) 5,05m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok) 12,38m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok) 21,21m: Rohr Wandung, Aussinterung (ne) 22,08m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ne) 31,77m: Rohr Wandung, Aussinterung, Querriss (ne)

		<p>40,25m: Rohr Wandung, Blindanschluss rechts+oben (ne) 43,35m: Rohr Wandung, Feuchtigkeit sichtbar (ne) 59,78m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ok) 71,45m: Rohr Einbindung, Blindanschluss HST1/7 (ok) Länge: 78,85m Ablagerung 5%</p>
<p>Abbildung 630: TV (21-20), Blindanschluss r (HST 1/7)</p>	<p>Abbildung 631: Quickview (20-21), Blindanschluss (HST 1/7)</p>	

S20-S19

<p>Abbildung 632: TV (20-19), Aussinterung</p>	<p>Abbildung 633: Quickview (20-19), Aussinterung</p>	<p>Abbildung 634: TV (20-19), Blindanschluss, Wassereintritt Sohle</p>
<p>Abbildung 635: TV (20-19), Blindanschluss r, Aussinterung</p>	<p>Abbildung 636: Quickview (20-19), Blindanschluss r</p>	<p>Abbildung 637: TV (20-19), Blindanschluss l</p>
<p>Abbildung 638: TV (20-19), Blindanschluss l</p>	<p>Abbildung 639: Quickview (19-20), Bogen r</p>	<p>Abbildung 640: TV (20-19), Blindanschluss r</p>
<p>Abbildung 641: TV (20-19), Aussinterung</p>	<p>Abbildung 642: TV (20-19), Blindanschluss</p>	<p>Abbildung 643: Quickview (19-20), Blindanschluss r</p>

4,85m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok)
14,27m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ok)

Anhang

15,32m: Rohr Wandung, Aussinterung (ok)
 18,99m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ne)
 24,22m: Rohr Wandung, Aussinterung (ne)
 27,57m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ne)
 41,80m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ne)
 43,28m: Rohr Wandung, Wassereintritt (ne)
 55,56m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ne)
 67, 64m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ok)-einragend
Lageabweichung Bogen erkennbar
 Länge: 72,88m
 Ablagerung 5%

S19-S18

<p>Abbildung 644: TV (19-18), Blindanschluss l+r</p>	<p>Abbildung 645: Quickview (19-18), Blindanschluss l+r</p>	<p>Abbildung 646: TV (19-18), Blindanschluss r</p>
<p>Abbildung 647: TV (19-18), Blindanschluss o+l</p>	<p>Abbildung 648: Quickview (19-18), Blindanschluss o</p>	<p>Abbildung 649: Quickview (18-19), Blindanschluss l (r)</p>
		<p>4,67m: Rohr Einbindung, Blindanschluss l (ok) 5,81m: Rohr Einbindung, Blindanschluss r (ok) 14,24m: Rohr Einbindung, Blindanschluss o, PU-Schaum sichtbar (ok) 15,24m: Rohr Einbindung, Blindanschluss l (ne) 29,19m: Rohr Einbindung, Blindanschluss l (ne) 41,78m: Rohr Einbindung, Blindanschluss l (ne) 45,82m: Rohr Einbindung, Blindanschluss r (ne) 49,33m: Rohr Einbindung, Blindanschluss o, nicht verputzt (ne) 64,99m: Rohr Einbindung, Blindanschluss r (ok) Länge: 68,33m Ablagerung 2,5%</p>
<p>Abbildung 650: TV (19-18), Blindanschluss l</p>	<p>Abbildung 651: TV (19-18), Blindanschluss r</p>	
<p>Abbildung 652: TV (19-18), Blindanschluss l</p>	<p>Abbildung 653: TV (19-18), Blindanschluss o, nicht verputzt</p>	

S18-S17



Abbildung 654: TV (18-17)
Blindanschluss l



Abbildung 655: TV (18-17),
Blindanschluss r



Abbildung 656: TV (18-17),
Blindanschluss r



Abbildung 657: Quickview (18-17)



Abbildung 658: Quickview (18-17),
Blindanschluss r+l, **Wassereintritt**



Abbildung 659: Quickview (17-18),
Blindanschluss r (l)

22,13m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ok)
 24,36m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ok-Wassereintritt sichtbar 14-17m)
 54,27m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ok)
Wassereintritt sichtbar – Blindanschluss?
Lageabweichung Bogen erkennbar
 Länge: 60,98m
 Ablagerung 5%

S17-S16



Abbildung 660: TV (17-16),
Blindanschluss l



Abbildung 661: Quickview (17-16),
Blindanschluss l



Abbildung 662: TV (17-16),
Blindanschluss r



Abbildung 663: TV (17-16),
Blindanschluss l+r



Abbildung 664: Quickview (17-16)



Abbildung 665: TV (17-16),
Blindanschluss l

Anhang



Abbildung 666: TV (17-16),
Blindanschluss I

19,31m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ok)
35,18m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ne)
36,37m : Rohr Einbindung, Blindanschluss (ne)
42,04m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ne)
55,27m: Rohr Einbindung, Blindanschluss (ne)
65,57m; Rohr Einbindung, Blindanschluss (ne)

Inspektion nur von einer Seite, Sichtbehinderung Wasserdampf

Länge: 67,95m
Ablagerung 2,5%

10.4 Tabellen Distanzmessungen

Tabelle 29 Distanzmessungen Gemeinde 2, Kreisprofile

Lfd. Nr.	Profil	Code	Langtext	Stationierung TV (m)	Quickview Messung (m)				Abweichung (m)	Abweichung (%)
					unterer Wert	oberer Wert	Genauigkeit	Mittelwert		
1	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	26,29	12	15	3,0	13,5	-12,8	-48,65
2	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	47,50	19	25	6,0	22,0	-25,5	-53,68
6	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	8,10	6	7	1,0	6,5	-1,6	-19,75
	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	12,99	8	9	1,0	8,5	-4,5	-34,57
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	10,99	8	9	1,0	8,5	-2,5	-22,66
7	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	22,94	13	16	3,0	14,5	-8,4	-36,79
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	10,77	6	8	2,0	7,0	-3,8	-35,00
8	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	8,42	7	8	1,0	7,5	-0,9	-10,93
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	8,42	5	7	2,0	6,0	-2,4	-28,74
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	16,02	12	13	1,0	12,5	-3,5	-21,97
	300	-	sonstiges	26,34	13	14	1,0	13,5	-12,8	-48,75
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	38,90	16	19	3,0	17,5	-21,4	-55,01
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	43,30	24	27	3,0	25,5	-17,8	-41,11
9	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	12,89	10	11	1,0	10,5	-2,4	-18,54
11	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	7,11	5	6	1,0	5,5	-1,6	-22,64
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	7,11	7	8	1,0	7,5	0,4	5,49
	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	12,24	11	12	1,0	11,5	-0,7	-6,05
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	15,85	13	16	3,0	14,5	-1,4	-8,52
	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	13,55	12	13	1,0	12,5	-1,1	-7,75
	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	17,52	12	13	1,0	12,5	-5,0	-28,65
	300	RW31	Rohr, Wandung, Senke	8,12	5	6	1,0	5,5	-2,6	-32,27
	300	RW31	Rohr, Wandung, Senke	8,12	5	7	2,0	6,0	-2,1	-26,11
	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	7,38	5	6	1,0	5,5	-1,9	-25,47
	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	15,56	12	14	2,0	13,0	-2,6	-16,45
13	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	8,38	5	7	2,0	6,0	-2,4	-28,40
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	29,68	18	21	3,0	19,5	-10,2	-34,30
	300	-	sonstiges	29,68	15	18	3,0	16,5	-13,2	-44,41
14	400	-	nächster Schacht/Haltungsende	29,88	17	20	3,0	18,5	-11,4	-38,09
	400	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	17,54	18	21	3,0	19,5	2,0	11,17
	400	RW31	Rohr, Wandung, Senke	40,41	17	20	3,0	18,5	-21,9	-54,22
	400	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	8,77	9	10	1,0	9,5	0,7	8,32
	400	-	nächster Schacht/Haltungsende	22,29	19	25	6,0	22,0	-0,3	-1,30
15	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	26,23	15	18	3,0	16,5	-9,7	-37,09
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	30,35	23	26	3,0	24,5	-5,9	-19,28
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	31,97	13	14	1,0	13,5	-18,5	-57,77
16	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	12,88	7	9	2,0	8,0	-4,9	-37,89
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	12,88	10	11	1,0	10,5	-2,4	-18,48
17	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	14,31	9	10	1,0	9,5	-4,8	-33,61
	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	24,24	12	14	2,0	13,0	-11,2	-46,37
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	34,43	19	22	3,0	20,5	-13,9	-40,46
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	34,43	19	22	3,0	20,5	-13,9	-40,46
	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	18,43	15	18	3,0	16,5	-1,9	-10,47
	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	15,87	12	13	1,0	12,5	-3,4	-21,24
	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	14,12	13	16	3,0	14,5	0,4	2,69
18	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	8,90	6	7	1,0	6,5	-2,4	-26,97
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	7,39	5	6	1,0	5,5	-1,9	-25,58
19	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	7,61	6	7	1,0	6,5	-1,1	-14,59
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	7,61	6	7	1,0	6,5	-1,1	-14,59
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	10,80	8	9	1,0	8,5	-2,3	-21,30
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	10,80	7	8	1,0	7,5	-3,3	-30,56
	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	7,46	5	7	2,0	6,0	-1,5	-19,57
	300	RF14	Rohr, Fuge, Wassereintritt	26,99	15	18	3,0	16,5	-10,5	-38,87
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	28,12	15	18	3,0	16,5	-11,6	-41,32
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	28,12	12	15	3,0	13,5	-14,6	-51,99
	300	RF11	Rohr, Wandung, Aussinterung	5,32	5	6	1,0	5,5	0,2	3,38
20	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	24,42	16	19	3,0	17,5	-6,9	-28,34
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	12,24	8	9	1,0	8,5	-3,7	-30,56
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	5,41	5	6	1,0	5,5	0,1	1,66
21	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	6,98	5	6	1,0	5,5	-1,5	-21,20
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	6,98	5	6	1,0	5,5	-1,5	-21,20
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	15,19	10	11	1,0	10,5	-4,7	-30,88
	300	-	nächster Schacht/Haltungsende	13,14	9	10	1,0	9,5	-3,6	-27,70
23	300	RF14	Rohr, Fuge, Wassereintritt	6,19	5	6	1,0	5,5	-0,7	-11,15
	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	21,01	14	17	3,0	15,5	-5,5	-26,23
	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	12,24	8	9	1,0	8,5	-3,7	-30,56
25	300	RE81	Rohr, Einbindung, Blindschacht	35,38	19	25	6,0	22,0	-13,4	-37,82
durchschnittliche Distanz				17,75	durchschnittliche Abweichung				-5,8	-26,24

Anhang

Tabelle 30 Distanzmessungen Gemeinde 2, Eiprofile

Lfd. Nr.	Profil	Code	Langtext	Stationierung TV (m)	Quickview Messung (m)				Abweichung (m)	Abweichung (%)
					unterer Wert	oberer Wert	Genauigkeit	Mittelwert		
5	700/1050	-	nächster Schacht/Haltungsende	19,09	12	15	3,0	13,5	-5,6	-29,28
	700/1050	-	nächster Schacht/Haltungsende	19,09	11	12	1,0	11,5	-7,6	-39,76
	700/1050	-	nächster Schacht/Haltungsende	40,22	19	25	6,0	22,0	-18,2	-45,30
	700/1050	RF23	Rohr, Fuge, hereinragendes Hindernis	20,46	15	18	3,0	16,5	-4,0	-19,35
	700/1050	-	nächster Schacht/Haltungsende	58,09	27	30	3,0	28,5	-29,6	-50,94
	700/1050	-	nächster Schacht/Haltungsende	58,09	30	41	11,0	35,5	-22,6	-38,89
9	580/1160	RE82	Rohr, Einbindung, Blindanschluss	30,32	16	19	3,0	17,5	-12,8	-42,28
	580/1160	-	nächster Schacht/Haltungsende	30,32	19	25	6,0	22,0	-8,3	-27,44
	580/1160	-	nächster Schacht/Haltungsende	43,30	23	26	3,0	24,5	-18,8	-43,42
	580/1160	-	nächster Schacht/Haltungsende	43,30	19	25	6,0	22,0	-21,3	-49,19
14	580/1160	RW37	Rohr, Wandung, Bogen	23,50	15	18	3,0	16,5	-7,0	-29,79
	580/1160	-	nächster Schacht/Haltungsende	44,57	19	25	6,0	22,0	-22,6	-50,64
22	580/1160	RW32	Rohr, Wandung, Knick	10,33	11	13	2,0	12,0	1,7	16,17
	580/1160	RW32	Rohr, Wandung, Knick	23,98	16	19	3,0	17,5	-6,5	-27,02
	580/1160	RE82	Rohr, Einbindung, Blindanschluss	13,85	12	13	1,0	12,5	-1,4	-9,75
	580/1160	RE82	Rohr, Einbindung, Blindanschluss	30,15	16	19	3,0	17,5	-12,7	-41,96
24	580/1160	-	nächster Schacht/Haltungsende	15,95	10	11	1,0	10,5	-5,5	-34,17
	580/1160	-	nächster Schacht/Haltungsende	12,61	8	10	2,0	9,0	-3,6	-28,63
26	900/1350	RW11	Rohr, Wandung, Aussinterung	9,13	8	10	2,0	9,0	-0,1	-1,42
	900/1350	RW11	Rohr, Wandung, Aussinterung	49,04	30	41	11,0	35,5	-13,5	-27,61
	900/1350	-	nächster Schacht/Haltungsende	49,60	27	30	3,0	28,5	-21,1	-42,54
	900/1350	RW32	Rohr, Wandung, Knick	9,25	7	8	1,0	7,5	-1,8	-18,92
	900/1350	RW37	Rohr, Wandung, Bogen	23,73	19	25	6,0	22,0	-1,7	-7,29
	900/1350	RE82	Rohr, Einbindung, Blindanschluss	39,89	27	30	3,0	28,5	-11,4	-28,55
	900/1350	RW62	Rohr, Wandung, Querriss	39,89	26	30	4,0	28,0	-11,9	-29,81
	900/1350	-	sonstiges	5,54	7	8	1,0	7,5	2,0	35,38
	900/1350	RE82	Rohr, Einbindung, Blindanschluss	6,59	5	6	1,0	5,5	-1,1	-16,54
900/1350	RE82	Rohr, Einbindung, Blindanschluss	24,36	14	17	3,0	15,5	-8,9	-36,37	
durchschnittliche Distanz				28,37	durchschnittliche Abweichung				-9,8	-34,72

Tabelle 31 Distanzmessungen Gemeinde 1, Kreisprofile (ERTL et al. 2010)

Lfd. Nr.	Profil	Code	Langtext	Stationierung TV (m)	Quickview Messung (m)				Abweichung (m)	Abweichung (%)
					unterer Wert	oberer Wert	Genauigkeit	Mittelwert		
8		RF17	Rohr, Fuge, Dichtring sichtbar	5,17	9	10	1	9,5	4,33	83,75
10		RE23	Rohr, Einbindung, Hereinragendes Hindernis	5,6	5	6	1	5,5	-0,1	-1,79
27		RE18	Rohr, Einbindung, sonstiges	9,79	8	9	1	8,5	-1,3	-13,18
39		RE23	Rohr, Einbindung, Hereinragendes Hindernis	10,35	8	10	2	9	-1,4	-13,04
41		RF18	Rohr, Fuge, Sonstiges	10,54	7	8	1	7,5	-3,0	-28,84
40		RF18	Rohr, Fuge, Sonstiges	10,8	7	8	1	7,5	-3,3	-30,56
7		RF17	Rohr, Fuge, Dichtring sichtbar	12,31	7	9	2	8	-4,3	-35,01
40		RF18	Rohr, Fuge, Sonstiges	13,32	8	9	1	8,5	-4,8	-36,19
40		RE23	Rohr, Einbindung, Hereinragendes Hindernis	13,48	11	12	1	11,5	-2,0	-14,69
27		RW62	Rohr, Wandung, Querriss	14,17	13	14	1	13,5	-0,7	-4,73
10		RE21	Rohr, Einbindung, lose Ablagerungen	15,32	18	21	3	19,5	4,18	27,28
25		RW22	Rohr, Wandung, Verfestigte Ablagerungen	16,88	12	15	3	13,5	-3,4	-20,02
28		RW62	Rohr, Wandung, Querriss	18,99	11	12	1	11,5	-7,5	-39,44
38		RW31	Rohr, Wandung, Senke	19,2	8	9	1	8,5	-10,7	-55,73
15		RE16	Rohr, Einbindung, Erdreich sichtbar	20,67	13	16	3	14,5	-6,2	-29,85
26		RE23	Rohr, Einbindung, Hereinragendes Hindernis	20,75	12	15	3	13,5	-7,3	-34,94
46		RE18	Rohr, Einbindung, sonstiges	25,47	16	19	3	17,5	-8,0	-31,29
16		RE18	Rohr, Einbindung, sonstiges	26,34	14	18	4	16	-10,3	-39,26
5		RW31	Rohr, Wandung, Senke	27,02	19	22	3	20,5	-6,5	-24,13
17		RE23	Rohr, Einbindung, Hereinragendes Hindernis	29,68	19	25	6	22	-7,7	-25,88
25		R-93	Abgebrochene Befahrung	38,19	18	21	3	19,5	-18,7	-48,94
durchschnittliche Distanz				17,34	durchschnittliche Abweichung				-4,7	-27,07

10.5 Tabellen Räumgutermittlung

Tabelle 32 Räumgutmassen in Abhängigkeit des Füllungsgrades (BÖLKE, 2004)

Füllungsgrad in Rohren		% = prozentuale Querschnittsverengung					% = percental cross-section contraction				
Filling ratio in pipes		1. Zahl = Ablagerungshöhe in cm					1st figure = indication of sediment accumulation in cm				
		2. Zahl = m³ auf 100 m Länge					2nd figure = m³ at 100 m length				
Ø = in cm	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	
15		2,4/0,2	3,2/0,3	3,8/0,4	4,4/0,5	5,0/0,6	5,6/0,7	6,2/0,8	6,8/0,9	7,5/1	
20		3/0,3	4/0,4	5/0,6	6/0,7	6,8/0,9	7,5/1	8,7/1,2	9,3/1,4	10/1,6	
25		4/0,5	5/0,7	6/1	7/1,2	8/1,5	9/1,7	10/2	11/2,2	12,5/2,5	
30		5/0,7	6/1	8/1,4	9/1,7	10/2,1	11/2,4	13/2,8	14/3,1	15/3,5	
35		5/1	7/1,5	9/2	10/2,5	12/3	13/3,5	15/4	16/4,5	17,5/5	
40		6/1,3	8/2	10/2,6	12/3,3	14/3,9	15/4,6	17/5,2	19/5,9	20/6,5	
45		7/1,6	10/2,4	12/3,2	13/4	16/4,8	18/5,6	19/6,4	21/7,2	22,5/8	
50		8/2	11/3	13/4	15/5	17/6	19/7	21/8	23/9	25/10	
60	7/1,4	9/2,8	12/4,2	14/5,6	17/7	20/8,4	23/9,8	25/11,2	28/12,6	30/14	
70	8/1,9	11/3,8	14/5,7	17/7,6	21/9,5	24/11,4	27/13,3	30/15,2	33/17,1	35/19	
80	8/2,5	13/5	17/7,5	20/10	24/12,5	27/15	30/17,5	34/20	37/22,5	40/25	
90	8/3,2	14/6,4	19/9,6	23/12,8	26/16	31/19,2	34/22,4	38/25,6	42/28,8	45/32	
100	9/3,9	16/7,8	20/11,7	25/15,6	30/19,5	34/23,4	38/27,3	42/31,2	46/35,1	50/39	
110	11/4,5	17/9	22/13,5	27/18	32/22,5	36/27	40/31,5	45/36	50/40,5	55/45	
120	11/5,7	18/11,3	25/17	31/22,7	37/28,4	42/34,1	47/39,8	51/45,5	56/51,2	60/56,9	
130	12/6,7	20/13,3	27/20	34/26,7	39/33,4	45/40,1	50/46,8	55/53,5	60/60,2	65/66,9	
140	14/7,7	22/15,4	28/23,1	34/30,8	40/38,5	46/46,2	52/53,9	58/61,6	64/69,3	70/77	
150	15/8,75	24/17,5	32/26,3	38/35	44/43,8	50/52,5	56/61,3	62/70	68/78,8	75/87,5	
160	16/10	25/20	33/32	41/40	48/50	54/60	61/70	67/80	74/90	80/100	
170	17/11,35	27/22,7	35/34	43/45,4	50/56,8	57/68,1	64/79,5	71/90,8	78/102,2	85/113,5	
180	18/12,65	28/25,3	38/37,95	47/50,60	55/63,25	62/75,90	69/88,55	76/101,20	83/113,85	90/126,5	
200	19/15,70	31/31,4	42/47,10	51/62,80	60/78,50	68/94,20	75/109,9	87/125,6	93/141,3	100/157	
220	22/19,05	34/38,1	45/57,15	55/76,20	65/95,25	74/114,30	83/133,35	92/152,40	101/171,45	110/190,5	
240	23/23,10	38/46,2	51/69,3	63/92,4	74/115,5	84/138,6	93/161,7	102/184,8	111/207,9	120/231	
260	25/26,50	42/53	55/79,5	67/106	78/132,5	89/159	100/185,5	110/212	120/238,5	130/265	
270	25/28,50	43/57	59/85,5	72/114	84/142,5	95/171	105/199,5	115/228	125/256,5	135/285	
280	27/30,75	44/61,5	58/92,25	72/123	84/153,75	96/184,5	107/215,25	118/246	129/276,75	140/307,5	
300	28/35,32	47/70,65	61/105,96	74/141,28	85/176,60	106/211,92	117/247,24	128/282,56	139/317,88	150/353,2	

Ø	Kl.	B/H	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
VI a	57/86	9/1,8	16/3,76	20/5,6	25/7,5	30/9,3	33/11,2	36/13,1	40/15	43/16,8	47/18,7	
V a	80/109	12/4	20/8,1	26/12,2	32/16,3	38/20,4	44/24,5	48/28,5	54/32,6	58/36,7	63/40,8	
IV a	93/143	14/5,2	22/10,4	29/15,7	36/20,9	43/26,2	48/34,14	54/36,6	60/41,9	66/47,1	72/52,4	
III a	107/150	14/6,7	22/13,5	29/20,3	36/27,18	43/33,9	50/40,7	56/47,5	62/54,3	69/61,1	75/67,9	
II a	136/158	15/8,7	24/17,5	32/26,2	40/35	47/43,8	54/52,5	60/61,3	67/70	73/78,8	80/87,6	
I a	143/172	16/10,1	27/20,2	35/30,3	43/40,4	50/50,5	57/60,6	64/70,7	71/80,8	78/90,9	85/101	
VI	55/100	10/2,1	17/4,2	23/6,3	28/8,5	32/10,6	37/12,7	42/14,8	46/17	50/19,1	53/21,2	
V	70/120	13/3,2	21/6,4	27/9,6	33/12,8	39/16,1	44/19,3	50/22,5	55/25,7	59/28,9	63/32,2	
IV	85/140	14/4,5	24/9,1	31/13,7	38/18,3	45/22,9	51/27,5	57/32	63/36,6	68/41,2	73/45,8	
III	105/155	15/6,2	25/12,5	34/18,8	41/25,1	48/31,4	55/37,7	62/44	68/50,3	74/56,6	80/62,9	
II	125/180	17/8,7	28/17,5	38/26,3	47/35,14	55/43,9	62/52,7	69/61,5	76/70,3	83/79,11	90/87,9	
I	155/200	18/12	30/24,1	40/36,1	49/48,2	58/60,3	66/72,3	74/84,4	81/96,4	89/108,5	96/120,6	
	50/75	8/1,4	13/2,8	18/4,3	22/5,7	25/7,1	28/8,6	31/10	34/11,4	37/12,9	41/14,3	
	60/90	10/2	16/4,1	22/6,2	26/8,2	30/10,3	34/12,4	38/14,4	42/16,5	46/18,6	50/20,6	
	70/105	10/2,3	16/4,6	22/6,9	27/9,2	31/11,5	35/13,8	39/16,1	43/18,5	47/20,8	51/23,1	
	90/135	15/4,6	24/9,3	32/13,9	39/18,6	45/23,2	51/27,9	57/32,5	62/37,2	67/41,8	72/46,5	
	100/150	18/5,7	27/11,4	36/17,2	43/22,9	51/28,7	59/34,4	65/40,1	70/45,9	75/51,6	80/57,4	
	225/280	25/24,4	40/48,8	55/73,2	67/97,6	77/122	87/146,4	97/170,8	107/195,2	117/219,6	130/244	
A 1	430/370	25/56,6	60/113,2	82/169,9	104/226,5	125/283,1	140/339,8	153/396,4	166/453	178/509,7	190/566,3	
A 2	470/385	25/62,9	68/125,8	90/188,7	112/251,6	135/314,5	149/377,4	163/440,3	177/503,2	191/566,6	205/629,1	
B a	215/258	25/22,7	40/45,5	52/68,3	64/91,1	76/113,8	88/136,6	100/159,4	110/182,2	120/204,9	130/227,7	
C a	172/215	20/15,3	33/30,6	44/45,9	54/61,2	64/76,5	73/91,8	82/107,2	91/122,5	100/137,8	109/153,1	
D a	172/200	18/14,1	31/28,2	41/42,33	50/56,44	59/70,5	68/84,66	76/98,7	84/112,8	92/126,9	100/141,1	
	220/200	10/17,9	21/35,8	29/53,7	38/71,6	45/89,5	52/107,4	61/125,3	71/143,2	80/161,1	88/179	
II/V	18/7,85	32/15,7	42/23,5	52/31,4	59/39,3	65/47,1	71/55	77/62,8	83/70,7	89/78,5		

Anhang

Tabelle 33 Ermittlung der Räumgutmengen

Teilabschnitt	Lfd. Nr. Kanal	Datum Reinigung	Datum QuickView Inspektion	Zeit-abstand Inspektion-Reinigung	Strang	von Schacht	bis Schacht	Profil	Haltung Länge (m)	Haltung				Schmutzfangkorb		Räumgut			
										Verschmutzung Haltung (% Profilhöhe)	Räumgut (m³)	Art der Ablagerung	Dichte (kg/m³)	Räumgut (kg)	Füllungs-grad (%)	Inhalt (kg)	Wägung Linz AG (to)	Abschätzung QV® (m³)	Abschätzung QV® (to)
1	7	20.11.2009	17.11.2009	3	1/13.2	7	6	300	23,67	5,0%	0,031268	mineralisch	1500	46,9	10	1	2,28	0,495475	0,56
		20.11.2009	17.11.2009	3		6	5	300	14,84	2,5%	0,006975	organ.	1000	7,0	10	1			
		20.11.2009	17.11.2009	3		5	4	300	22,94	2,5%	0,010782	organ.	1000	10,8	10	1			
		20.11.2009	17.11.2009	3		4	3	300	27,67	2,5%	0,013005	organ.	1000	13,0	10	1			
		20.11.2009	17.11.2009	3		3	2	300	13,22	2,5%	0,006213	organ.	1000	6,2	10	1			
		20.11.2009	17.11.2009	3		2	1	300	31,20	2,5%	0,014664	mineralisch	1500	22,0	15	1,5			
	20.11.2009	17.11.2009	3		1	7E	300	10,77	2,5%	0,005062	mineralisch	1500	7,6	10	1				
	20.11.2009	17.11.2009	3	1/13.3	8E	1	300	16,13	5,0%	0,021308	organ.	1000	21,3	10	1				
	20.11.2009	17.11.2009	3		1	2	300	16,62	5,0%	0,021955	organ.	1000	22,0	10	1				
	20.11.2009	17.11.2009	3		2	3	300	29,36	2,5%	0,013799	mineralisch	1500	20,7	10	1				
	20.11.2009	17.11.2009	3		3	4	300	32,80	2,5%	0,015416	mineralisch	1500	23,1	10	1				
	20.11.2009	17.11.2009	3		4	5	300	29,78	7,5%	0,07171	organ.	1000	71,7	10	1				
	20.11.2009	17.11.2009	3		5	6	300	21,93	7,5%	0,052807	organ.	1000	52,8	10	1				
	20.11.2009	17.11.2009	3		6	7	300	10,99	10,0%	0,040421	organ.	1000	40,4	10	1				
	20.11.2009	16.11.2009	4	1/13.4.3	4	3	300	12,49	2,5%	0,00587	organ.	1000	5,9	10	1				
	20.11.2009	16.11.2009	4		3	2	300	26,29	2,5%	0,012356	organ.	1000	12,4	10	1				
	20.11.2009	16.11.2009	4		2	1	300	23,36	2,5%	0,010979	organ.	1000	11,0	10	1				
	20.11.2009	16.11.2009	4		1	3E	300	25,99	2,5%	0,012215	organ.	1000	12,2	10	1				
	20.11.2009	16.11.2009	4	1/13.4.2	4	3	300	16,37	5,0%	0,021625	organ.	1000	21,6	10	1				
	20.11.2009	16.11.2009	4		3	2	300	20,92	2,5%	0,009832	organ.	1000	9,8	10	1				
20.11.2009	16.11.2009	4		2	1	300	20,37	7,5%	0,049051	organ.	1000	49,1	10	1					
20.11.2009	16.11.2009	4		1	2E	300	20,00	7,5%	0,04816	organ.	1000	48,2	10	1					
2	3	23.11.2009	16.11.2009	7	1/13.4.1	1E	1	300	17,80	2,5%	0,008366	organ.	1000	8,4	10	1	1,9	1,1024731	1,17
		23.11.2009	16.11.2009	7		1	2	300	20,71	2,5%	0,009734	organ.	1000	9,7	10	1			
		23.11.2009	16.11.2009	7		3	2	300	22,31	5,0%	0,029472	organ.	1000	29,5	10	1			
		23.11.2009	16.11.2009	7		3	4	300	21,81	5,0%	0,028811	organ.	1000	28,8	10	1			
		23.11.2009	16.11.2009	7		4	5	300	14,87	5,0%	0,019643	organ.	1000	19,6	10	1			
	23.11.2009	16.11.2009	7	1/13.4	3	2	300	47,50	2,5%	0,022325	organ.	1000	22,3	10	1				
	23.11.2009	16.11.2009	7		2	1	300	49,21	2,5%	0,023129	organ.	1000	23,1	10	1				
	23.11.2009	16.11.2009	7		1	9E	300	24,58	2,5%	0,011553	organ.	1000	11,6	10	1				
	23.11.2009	17.11.2009	6	1/12.1.1	6	5	300	31,32	7,5%	0,075419	organ.	1000	75,4	10	1				
	23.11.2009	17.11.2009	6		5	4A	300	8,42	2,5%	0,003957	organ.	1000	4,0	15	1,5				
	23.11.2009	17.11.2009	6		4A	4	300	16,02	2,5%	0,007529	mix	1250	9,4	70	7				
	23.11.2009	17.11.2009	6		4	3	300	17,29	2,5%	0,008126	organ.	1000	8,1	20	2				
	23.11.2009	17.11.2009	6		3	2	300	36,44	2,5%	0,017127	mineralisch	1500	25,7	5	0,5				
	23.11.2009	17.11.2009	6		2	1A	300	38,90	10,0%	0,143074	organ.	1000	143,1	50	5				
	23.11.2009	17.11.2009	6		1A	1	300	31,22	7,5%	0,075178	organ.	1000	75,2	5	0,5				
	23.11.2009	17.11.2009	6		1	4E	300	45,19	2,5%	0,021239	organ.	1000	21,2	5	0,5				
	23.11.2009	18.11.2009	5	1/9.2	3E	1	300	27,39	5,0%	0,036182	organ.	1000	36,2	35	3,5				
	23.11.2009	18.11.2009	5		1	2	300	12,24	2,5%	0,005753	organ.	1000	5,8	80	8				
	23.11.2009	18.11.2009	5		2	3	300	15,85	7,5%	0,038167	organ.	1000	38,2	10	1				
	23.11.2009	18.11.2009	5		3	4	300	47,77	7,5%	0,11503	organ.	1000	115,0	kein	0				
	23.11.2009	18.11.2009	5		4	5	300	31,55	7,5%	0,075972	organ.	1000	76,0	10	1				
	23.11.2009	18.11.2009	5		5	6	300	31,69	10,0%	0,116556	organ.	1000	116,6	10	1				
	23.11.2009	18.11.2009	5		6	7	300	36,66	2,5%	0,01723	organ.	1000	17,2	30	3				
	23.11.2009	18.11.2009	5		7	8	300	8,12	7,5%	0,019553	organ.	1000	19,6	kein	0				
	23.11.2009	18.11.2009	5		8	9	300	43,76	5,0%	0,057807	organ.	1000	57,8	70	7				
	23.11.2009	19.11.2009	4	1/9.3	2	1	300	30,02	10,0%	0,110414	organ.	1000	110,4	100	10				
23.11.2009	19.11.2009	4		1	5E	300	10,91	2,5%	0,005128	mix	1250	6,4	kein	0					

Anhang

3	14	24.11.2009	18.11.2009	6	1/9	3	4	400	29,88	10,0%	0,195375	organ.	1000	195,4	100	10	6,38	2,4737672	2,74	
		24.11.2009	18.11.2009	6		4	5	400	40,41	5,0%	0,094901	mix	1250	118,6	0	0				
		24.11.2009	18.11.2009	6		5	6	400	26,31	2,5%	0,021983	mix	1250	27,5	10	1				
		24.11.2009	18.11.2009	6		6	7	400	22,29	7,5%	0,095421	mix	1250	119,3	kein	0				
			24.11.2009	18.11.2009	6		8	7	400	49,42	5,0%	0,11606	organ.	1000	116,1	5				0,5
	10	24.11.2009	19.11.2009	5	1/9.4	1	7E	300	17,73	10,0%	0,065211	mix	1250	81,5	0	0				
	17	24.11.2009	19.11.2009	5	1/9.1	1	2E	300	5,30	7,5%	0,012762	organ.	1000	12,8	10	1				
		24.11.2009	19.11.2009	5		1	2	300	38,55	5,0%	0,050925	organ.	1000	50,9	5	0,5				
		24.11.2009	19.11.2009	5		2	3	300	34,43	2,5%	0,016182	organ.	1000	16,2	10	1				
		24.11.2009	19.11.2009	5		3	4	300	44,32	7,5%	0,106723	mix	1250	133,4	10	1				
		24.11.2009	19.11.2009	5		4	5	300	42,43	15,0%	0,282075	organ.	1000	282,1	10	1				
			24.11.2009	19.11.2009	5		5	6	300	30,85	10,0%	0,113466	organ.	1000	113,5	10				1
	16	24.11.2009	19.11.2009	5	1/4.1	3	2	300	37,03	7,5%	0,089168	organ.	1000	89,2	kein	0				
		24.11.2009	19.11.2009	5		2	1	300	12,88	7,5%	0,031015	organ.	1000	31,0	10	1				
			24.11.2009	19.11.2009	5		1	7AE	300	41,22	2,5%	0,019373	mix	1250	24,2	5				0,5
	13	24.11.2009	19.11.2009	5	1/9.5	1	3E	300	8,38	5,0%	0,01107	mix	1250	13,8	10	1				
		24.11.2009	19.11.2009	5		1	2	300	29,68	5,0%	0,039207	mix	1250	49,0	10	1				
	15	24.11.2009	19.11.2009	5	1/4	9	8	300	45,42	10,0%	0,167055	organ.	1000	167,1	15	1,5				
		24.11.2009	19.11.2009	5		8	7A	300	5,85	10,0%	0,021516	organ.	1000	21,5	70	7				
		24.11.2009	19.11.2009	5		7A	7	300	26,39	10,0%	0,097062	organ.	1000	97,1	15	1,5				
		24.11.2009	19.11.2009	5		7	6	300	26,23	7,5%	0,063162	organ.	1000	63,2	20	2				
		24.11.2009	19.11.2009	5		6	5	300	30,35	5,0%	0,040092	organ.	1000	40,1	15	1,5				
		24.11.2009	19.11.2009	5		5	4	300	31,97	2,5%	0,015026	mix	1250	18,8	30	3				
		24.11.2009	19.11.2009	5		4	3	300	29,03	10,0%	0,106772	organ.	1000	106,8	15	1,5				
			24.11.2009	19.11.2009	5		3	2	300	8,08	5,0%	0,010674	mix	1250	13,3	kein				0
	23	25.11.2009	18.11.2009	7	1/11	1	F	300	12,73	2,5%	0,005983	mix	1250	7,5	kein	0				
		25.11.2009	18.11.2009	7		1	2	300	33,25	2,5%	0,015628	mix	1250	19,5	kein	0				
		25.11.2009	18.11.2009	7		2	3	300	5,00	2,5%	0,00235	mix	1250	2,9	15	1,5				
		25.11.2009	18.11.2009	7		3	4	300	45,32	10,0%	0,166687	organ.	1000	166,7	20	2				
		25.11.2009	18.11.2009	7		4	5	300	35,40	5,0%	0,046763	mix	1250	58,5	10	1				
	21	25.11.2009	19.11.2009	6	1/7	1	F	300	5,41	2,5%	0,002543	organ.	1000	2,5	25	2,5				
		25.11.2009	19.11.2009	6		1	2	300	29,58	2,5%	0,013903	organ.	1000	13,9	kein	0				
		25.11.2009	19.11.2009	6		2	3	300	33,31	2,5%	0,015656	organ.	1000	15,7	30	3				
		25.11.2009	19.11.2009	6		3	4	300	17,22	5,0%	0,022748	organ.	1000	22,7	10	1				
		25.11.2009	19.11.2009	6		4	5	300	6,98	2,5%	0,003281	organ.	1000	3,3	15	1,5				
		25.11.2009	19.11.2009	6		5	6	300	15,19	2,5%	0,007139	organ.	1000	7,1	30	3				
		25.11.2009	19.11.2009	6		6	7	300	13,14	2,5%	0,006176	organ.	1000	6,2	30	3				
			25.11.2009	19.11.2009	6		7	8	300	15,38	5,0%	0,020317	organ.	1000	20,3	kein				0
	19	25.11.2009	19.11.2009	6	1/6	5	4	300	31,48	7,5%	0,075804	organ.	1000	75,8	20	2				
		25.11.2009	19.11.2009	6		4	3	300	7,61	7,5%	0,018325	organ.	1000	18,3	10	1				
	20	25.11.2009	19.11.2009	6	1/6.1	2	1	300	24,42	5,0%	0,032259	organ.	1000	32,3	15	1,5				
		25.11.2009	19.11.2009	6		3	1E	300	12,24	2,5%	0,005753	organ.	1000	5,8	kein	0				
	25	25.11.2009	19.11.2009	6	1/8	F	1	300	12,23	10,0%	0,044982	mineralisch	1500	67,5	10	1				
		25.11.2009	19.11.2009	6		1	2	300	35,38	7,5%	0,085195	mineralisch	1500	127,8	kein	0				

Anhang

4	19	26.11.2009	19.11.2009	7		3	2A	300	10,80	2,5%	0,005076	organ.	1000	5,1	25	2,5	4,22	1,9937943	2,75	
		26.11.2009	19.11.2009	7		2A	2	300	31,02	5,0%	0,040977	organ.	1000	41,0	60	6				
		26.11.2009	19.11.2009	7		2	1	300	28,12	2,5%	0,013216	organ.	1000	13,2	kein	0				
		26.11.2009	19.11.2009	7		1	F	300	5,32	20,0%	0,05354	organ.	1000	53,5	kein	0				
	18	26.11.2009	19.11.2009	7	1/5	2	1	300	30,07	10,0%	0,110597	mix	1250	138,2	kein	0				
		26.11.2009	19.11.2009	7		1	F	300	7,39	2,5%	0,003473	mix	1250	4,3	25	2,5				
	5	17	26.11.2009	17.11.2009	9	1/13	9	8	1050/700	52,23	2,5%	0,170734	organ.	1000	170,7	10				1
			26.11.2009	17.11.2009	9		8	7	1050/700	56,14	2,5%	0,183515	organ.	1000	183,5	50				5
			26.11.2009	17.11.2009	9		7	6	1050/700	46,32	2,5%	0,151415	mineralisch	1500	227,1	kein				0
		26	26.11.2009	17.11.2009	9		6	5	1050/700	19,09	2,5%	0,062403	mineralisch	1500	93,6	10				1
			26.11.2009	17.11.2009	9		5	4	1050/700	60,38	2,5%	0,197375	mineralisch	1500	296,1	kein				0
			26.11.2009	17.11.2009	9		4	3	1050/700	59,62	2,5%	0,194891	mineralisch	1500	292,3	kein				0
			26.11.2009	17.11.2009	9		3	2	1050/700	60,68	5,0%	0,547555	mineralisch	1500	821,3	kein				0
26.11.2009			17.11.2009	9		2	1	1050/700	58,09	2,5%	0,189889	mineralisch	1500	284,8	kein	0				
26.11.2009			17.11.2009	9		1	F	1050/700	21,15	3,0%	0,069137	mineralisch	1500	103,7	5	0,5				
5	22	30.11.2009	18.11.2009	12	1/10	23E	1	1160/580	38,20	5,0%	0,359424	organ.	1000	359,4	50	5				
		30.11.2009	18.11.2009	12		1	1A	1160/580	34,31	5,0%	0,322823	mix	1250	403,5	60	6				
		30.11.2009	18.11.2009	12		1A	2	1160/580	20,95	7,5%	0,349362	organ.	1000	349,4	15	1,5				
		30.11.2009	18.11.2009	12		2	2A	1160/580	30,53	5,0%	0,287257	organ.	1000	287,3	25	2,5				
		30.11.2009	18.11.2009	12		2A	3	1160/580	44,00	2,5%	0,151404	organ.	1000	151,4	40	4				
	26	30.11.2009	18.11.2009	12	1	32	31	1350/900	55,32	5,0%	0,827532	mix	1250	1034,4	10	1				
		30.11.2009	18.11.2009	12		31	30	1350/900	49,64	5,0%	0,742565	mix	1250	928,2	kein	0				
		30.11.2009	18.11.2009	12		30	29	1350/900	51,92	5,0%	0,776671	mix	1250	970,8	15	1,5				
		30.11.2009	18.11.2009	12		29	28	1350/900	51,33	5,0%	0,767845	mix	1250	959,8	kein	0				
		10.12.2009	18.11.2009	22		28	27	1350/900	49,04	5,0%	0,733589	mix	1250	917,0	kein	0				
		10.12.2009	18.11.2009	22		27	26	1350/900	53,01	5,0%	0,792977	mix	1250	991,2	10	1				
		10.12.2009	18.11.2009	22		26	25	1350/900	49,60	5,0%	0,741966	mix	1250	927,5	20	2				
		10.12.2009	18.11.2009	22		25	24	1350/900	50,78	5,0%	0,759618	mix	1250	949,5	60	6				
		10.12.2009	18.11.2009	22		24	23	1350/900	51,36	5,0%	0,768294	mix	1250	960,4	kein	0				
	10.12.2009	18.11.2009	22		23	22	1350/900	39,89	5,0%	0,596715	mix	1250	745,9	25	2,5					
	14	09.12.2009	19.11.2009	20	1/9	1	2	1160/580	45,60	10,0%	1,127779	mix	1250	1409,7	kein	0				
		09.12.2009	19.11.2009	20		2	3	1160/580	44,57	7,5%	0,743249	mix	1250	929,1	70	7				
		09.12.2009	17.11.2009	22	1/12.1	5	4	1160/580	12,89	5,0%	0,121282	organ.	1000	121,3	kein	0				
		09.12.2009	17.11.2009	22		4	3	1160/580	30,32	7,5%	0,505616	organ.	1000	505,6	20	2				
	9	09.12.2009	17.11.2009	22		3	2	1160/580	52,21	10,0%	1,291258	organ.	1000	1291,3	40	4				
		09.12.2009	17.11.2009	22		2	1	1160/580	43,30	7,5%	0,722071	organ.	1000	722,1	15	1,5				
		09.12.2009	17.11.2009	22		1	1E	1160/580	7,11	10,0%	0,175845	organ.	1000	175,8	20	2				
24	09.12.2009	17.11.2009	22	1/12	1	2	1160/580	15,95	2,5%	0,054884	mineralisch	1500	82,3	kein	0					
	09.12.2009	17.11.2009	22		1	F	1160/580	12,61	2,5%	0,043391	mineralisch	1500	65,1	kein	0					
6	26	11.12.2009	20.11.2009	21	1	22	21	1350/900	48,95	5,0%	0,732243	mix	1250	915,3	10	1				
		11.12.2009	20.11.2009	21		21	20	1350/900	78,85	5,0%	1,179517	mix	1250	1474,4	kein	0				
	14	11.12.2009	20.11.2009	21		20	19	1350/900	72,88	5,0%	1,090212	mix	1250	1362,8	kein	0				
7	26	11.12.2009	19.11.2009	22	1/9	1	F	1160/580	41,89	10,0%	1,036023	mix	1250	1295,0	10	1				
		14.12.2009	20.11.2009	24	1	19	18	1350/900	68,33	5,0%	1,022148	mix	1250	1277,7	kein	0				
		14.12.2009	20.11.2009	24		18	17	1350/900	60,98	5,0%	0,9122	mix	1250	1140,2	kein	0				
	15	14.12.2009	20.11.2009	24		17	16	1350/900	67,95	5,0%	1,016464	mix	1250	1270,6	kein	0				
		14.12.2009	20.11.2009	24	1/4	2	1	1160/580	35,50	5,0%	0,33402	mix	1250	417,5	kein	0				
		14.12.2009	20.11.2009	24		1	F	1160/580	39,29	10,0%	0,97172	mix	1250	1214,7	5	0,5				
Summe								4308,44		28,12		33661		208,5	32,27	28,12	33,88			

11. Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Erwin Pamperl
Adresse: Schalladorf 65
2022 Schalladorf
Email: e.pamperl@gmx.at
Mobil: 0699 819 253 05
Geburtsdatum: 17. Juli 1984 in Hollabrunn
Staatsbürgerschaft: Österreich
Familienstand: ledig
Führerschein: A, B, C, F, G



Ausbildung

12.2007 – dato: Masterstudium Kulturtechnik und Wasserwirtschaft an der
Universität für Bodenkultur Wien
10.2004 – 12.2007: Bakkalaureatsstudium Kulturtechnik und Wasserwirtschaft an der
Universität für Bodenkultur Wien
09.1998 – 06.2003: Höhere Technische Bundeslehranstalt Hollabrunn,
Abteilung: Maschineningenieurwesen
Ausbildungsschwerpunkt Umwelttechnik
Reife und Diplomprüfung am 18.06.2003
09.1994 – 06.1998: Bundesrealgymnasium Hollabrunn
09.1990 – 06.1994: Volksschule Wullersdorf

Berufserfahrung und Praktika

10.2008 - dato: ÖSTAP Engineering & Consulting GmbH, (geringfügige Beschäftigung)
07.2009 – 08.2009: Bauer Spezialtiefbau GmbH
07.2008 – 10. 2008: ÖSTAP Engineering & Consulting GmbH
07.2007 – 10.2007: Fernwärme Wien, MVA Spittelau, Schichtbetrieb
08.2006: Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Landeshochbau
08.2005: AUVA, UKH Meidling, Bettentransport
09.2003: EVN AG, Kraftwerk Dürnrohr, Ersatzteillager
08.2003: Fa. M-U-T Maschinen Umwelttechnik Transportanlagen GmbH
Konstruktionsbüro Anlagenbau
08.2001: Fa. M-U-T Maschinen Umwelttechnik Transportanlagen GmbH
Konstruktionsbüro Fahrzeugbau
07.2000: Fa. M-U-T Maschinen Umwelttechnik Transportanlagen GmbH,
Fertigung, Arbeitsvorbereitung
08.1999 Raiffeisenlagerhauswerkstätte Hollabrunn

Lebenslauf

Zivildienst

10.2003 – 09.2004: Rotes Kreuz Niederösterreich, Bezirkstelle Hollabrunn
Rettungs- und Krankentransport als Rettungssanitäter und
Sanitätseinsatzfahrer

Sprachen

Deutsch: Muttersprache
Englisch: sehr gute Kenntnisse

EDV- Kenntnisse

Ms Office: Word, Excel, Powerpoint
Techn. Programme: ACAD, ProE, ME10, RSTAB, Mathcad, Matlab,

Sonstiges

06.2010: Vortrag beim ÖWAV-Seminar Kanalmanagement 2010
10.2008: Ausbildung zum Sprengbefugten
12.2003: Ausbildung zum Rettungssanitäter und Sanitätseinsatzfahrer

Hobbies, Interessen

Ehrenamtlicher Mitarbeiter beim Roten Kreuz
Freiwillige Feuerwehr
Radfahren, Schifahren